

Pesquisa e tecnologia em leite e derivados

80 anos do Instituto de Laticínios Cândido Tostes



Confiança se conquista

A Tate & Lyle Gemacom Tech oferece os melhores ingredientes do mercado para os melhores produtos.



- Amidos Modificados
- Aromas
- Corantes
- Dairy Tech

- Educorantes
- Estabilizantes e Espessantes
- Geléias, Coberturas e Recheios

- Misturas em Pó aromatizadas
- Pastas de Queijos e Condimentos
- Preparações de Frutas

TATE & LYLE | **Gemacom Tech**



• Unidade Juiz de Fora: Rua Bruno Simili, 380
Distrito Industrial - Juiz de Fora - MG

• Unidade Guarani: Rodovia MG 353, Km 21,5
Guarani - MG

• Tel.: +55 (32) 3249-7600
www.gemacomtech.com
www.yourfoodsystems.com



Apresentação

A história das oito décadas do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), da EPAMIG, confunde-se com o desenvolvimento da tecnologia, produção e industrialização de leite e derivados no Brasil, pois foi pioneiro em ensino e pesquisa e continua atuando de maneira promissora até os dias atuais.

A cadeia produtiva do leite e derivados apresenta grande relevância socioeconômica no País, visto que o leite está entre os produtos mais importantes da agropecuária brasileira. O agronegócio do leite e derivados desempenha um papel fundamental no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda para a população. Neste contexto, o ILCT vem contribuindo, desde 1935, com a formação de profissionais capacitados e na elaboração de pesquisas inovadoras relacionadas com o setor laticinista.

O ILCT atua na difusão de tecnologias geradas em projetos de pesquisa aplicada e no treinamento e capacitação de pessoal, com o objetivo de ofertar novas soluções tecnológicas, além de formar técnicos que atuam em todos os segmentos da cadeia de lácteos no Brasil e no exterior. A integração entre ensino, pesquisa e produção constitui um dos pilares do aprendizado e do aprimoramento tecnológico.

Neste ano de 2015, o ILCT, referência em ensino e pesquisa, completa 80 anos de história. Esta edição do Informe Agropecuário apresenta o passado, o presente e as perspectivas futuras do ILCT. Expõe uma ampla abordagem dos aspectos da produção de leite e de seus derivados em uma ótica essencialmente técnica e com aplicação prática. O leitor encontrará, ainda, informações sobre inovações, atualidades e perspectivas sobre a produção de leite e derivados no Brasil e no mundo, escritas em sua maioria por professores e pesquisadores da EPAMIG-ILCT.

*Denise Sobral
Renata Golin Bueno Costa
Vanessa Aglaê Martins Teodoro*

Informe Agropecuário

Uma publicação da EPAMIG

v.36 n.284 2015

Belo Horizonte-MG

Sumário

EDITORIAL	3
ENTREVISTA	4
Instituto de Laticínios Cândido Tostes: 80 anos de referência em ensino, pesquisa e transferência de tecnologias <i>Luiza Carvalhaes de Albuquerque, Fernando Antônio Resplande Magalhães e Adauto de Matos Lemos.....</i>	7
Exigências legais para registro de indústrias de laticínios <i>Vanessa Aglaê Martins Teodoro e Pedro Henrique Baptista de Oliveira</i>	20
Qualidade do leite <i>Vanessa Aglaê Martins Teodoro, Daniel Arantes Pereira, Paulo Henrique Costa Paiva, Gisela de Magalhães Machado Moreira e Elisângela Michele Miguel</i>	35
Tendências, inovações e atualidades na área de queijos <i>Denise Sobral, Renata Golin Bueno Costa e Junio César Jacinto de Paula</i>	50
Lácteos concentrados e desidratados: princípios tecnológicos <i>Ítalo Tuler Perrone, Arlan Caldas Pereira Silveira, Pierre Schuck, Rodrigo Stephani e Antônio Fernandes de Carvalho.....</i>	60
Produtos lácteos fermentados: iogurte e bebida láctea <i>Junio César Jacinto de Paula, Maximiliano Soares Pinto e Marco Antonio Sloboda Cortez... ..</i>	71
Indústria de gelados comestíveis no Brasil <i>Isis Rodrigues Toledo Renhe, Eduardo Weisberg e Danielle Braga Chelini Pereira.....</i>	81
Aminas bioativas em queijos <i>Gisela de Magalhães Machado Moreira, Flávia Beatriz Custódio e Maria Beatriz de Abreu Glória</i>	87
Tecnologias alternativas para processamento de leite e derivados <i>Denise Sobral, Vanessa Aglaê Martins Teodoro, Junio César Jacinto de Paula, Pedro Henrique Baptista de Oliveira e Elisângela Michele Miguel</i>	95
EPAMIG-ILCT: potencialidades e perspectivas <i>Junio César Jacinto de Paula, Vanessa Aglaê Martins Teodoro, Denise Sobral e Renata Golin Bueno Costa</i>	104

ISSN 0100-3364

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v.36	n.284	p. 1-116	2015
----------------------	----------------	------	-------	----------	------

© 1977 Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

ISSN 0100-3364

INPI: 006505007

CONSELHO DE PUBLICAÇÕES

Rui da Silva Verneque

Trazilbo José de Paula Júnior

Marcelo Abreu Lanza

Vânia Lúcia Alves Lacerda

COMISSÃO EDITORIAL DA REVISTA INFORME AGROPECUÁRIO

Trazilbo José de Paula Júnior

Marcelo Abreu Lanza

Sanzio Mollica Vidigal

Vânia Lúcia Alves Lacerda

EDITORES TÉCNICOS

Denise Sobral, Renata Golin Bueno Costa e

Vanessa Aglaê Martins Teodoro

CONSULTOR TÉCNICO-CIENTÍFICO

Danielle Braga Chelini Pereira - EPAMIG (Licenciada)

PRODUÇÃO

DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA

EDITORA-CHEFE

Vânia Lúcia Alves Lacerda

DIVISÃO DE PUBLICAÇÕES

Fabriciano Chaves Amaral

REVISÃO LINGÜÍSTICA E GRÁFICA

Maria Lourdes de Aguiar Machado, 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: *Ângela Batista P. Carvalho, Fabriciano Chaves Amaral, Maria Alice Vieira e Bárbara Niriz O. Maciel (estagiária)*

Coordenação de Produção Gráfica

Ângela Batista P. Carvalho

Capa: *Ângela Batista P. Carvalho*

Publicidade: *Décio Corrêa*

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

Contato - Produção da revista

Telefone: (31) 3489-5075 - dpit@epamig.br

Impressão: *EGL Editores Gráficos Ltda.*

Circulação: *Julho/2015*

Informe Agropecuário é uma publicação bimestral 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.

AQUISIÇÃO DE EXEMPLARES

Departamento de Planejamento e Coordenação

Divisão de Gestão e Comercialização

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - União

CEP 31170-495 Belo Horizonte - MG

Telefax: (31) 3489-5002

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

E-mail: publicacao@epamig.br

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

Assinatura anual: 6 exemplares

DIFUSÃO INTERINSTITUCIONAL

Dorotéia Resende de Moraes e Maria Lúcia de Melo Silveira

Biblioteca Professor Octávio de Almeida Drumond

Telefone: (31) 3489-5073 - biblioteca@epamig.br

EPAMIG Sede

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

Bimestral

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

ISSN 0100-3364

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

CDD 630.5

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

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



Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Conselho de Administração

João Cruz Reis Filho
Rui da Silva Verneque
Maurício Antonio Lopes
Marco Antonio Viana Leite
Glênio Martins de Lima Mariano
Evandro do Carmo Guimarães
Maria Lélia Rodriguez Simão
Osmar Aleixo Rodrigues Filho
Reginério Soares Faria

Conselho Fiscal

Márcio Maia de Castro
Márcio da Silva Botelho
Rita de Cássia Simas Pereira
Júlio César Aguiar Lopes
Larissa Gonçalves da Matta
Manoela Muniz Pedrosa

Presidência

Rui da Silva Verneque

Diretoria de Operações Técnicas

Trazilbo José de Paula Júnior

Diretoria de Administração e Finanças

Enilson Abraão

Gabinete da Presidência

Maria Lélia Rodriguez Simão

Assessoria de Assuntos Executivos

Leandro Fonseca Viana Cruz

Assessoria de Comunicação

Fernanda Nívea Marques Fabrino

Assessoria de Contratos e Convênios

Eliana Helena Maria Pires

Assessoria de Desenvolvimento Organizacional

Felipe Bruschi Giorni

Assessoria de Informática

Silmar Vasconcelos

Assessoria Jurídica

Valdir Mendes Rodrigues Filho

Assessoria de Relações Institucionais

Assessoria de Unidades do Interior

Janaína Gomes da Silva

Auditoria Interna

Maria Sylvania de Souza Mayrink

Departamento de Compras e Almoarifado

Mauro Lúcio de Rezende

Departamento de Contabilidade e Finanças

Carlos Frederico Aguiar Ferreira

Departamento de Engenharia

Antônio José André Caram

Departamento de Informação Tecnológica

Vânia Lúcia Alves Lacerda

Departamento de Logística

José Antônio de Oliveira

Departamento de Pesquisa

Marcelo Abreu Lanza

Departamento de Planejamento e Coordenação

Renato Damasceno Netto

Departamento de Recursos Humanos

Flávio Luiz Magela Peixoto

Instituto de Laticínios Cândido Tostes

Leandro Fonseca Viana Cruz e Vanessa Aglaê M. Teodoro

Instituto Técnico de Agropecuária e Cooperativismo

Luci Maria Lopes Lobato e Francisco Olavo Coutinho da Costa

EPAMIG Sul de Minas

Rogério Antônio Silva

EPAMIG Norte de Minas

Polyanna Mara de Oliveira e Josimar dos Santos Araújo

EPAMIG Zona da Mata

Sanzio Mollica Vidigal e Adriano de Castro Antônio

EPAMIG Centro-Oeste

Wânia dos Santos Neves e Waldênia Almeida Lapa Diniz

EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba

José Mauro Valente Paes e Irenilda de Almeida

80 anos de ensino, pesquisa e apoio ao desenvolvimento da cadeia de leite e derivados

O Brasil é o 5º maior produtor de leite do mundo com produção de, aproximadamente, 36 bilhões de litros, em 2014. O estado de Minas Gerais é o maior produtor nacional, e contribui com cerca de 10 bilhões de litros de leite.

A pecuária leiteira tem importante função econômica, social e ambiental, e gera, no Estado, 1,2 milhão de empregos. É praticada em todos os municípios mineiros, com predominância em pequenas propriedades e um expressivo contingente de produtores familiares, numa grande diversidade de sistemas produtivos.

A crescente demanda do mercado consumidor por produtos de alta qualidade, que mantenham suas características, revela a necessidade de tecnologias que propiciem segurança microbiológica na produção e aumentem a vida útil do produto. É vital a utilização de tecnologias capazes de ofertar um produto mais competitivo e atraente em atendimento à crescente exigência do mercado consumidor.

Dentro desse contexto, o Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), da EPAMIG, vem contribuindo, há 80 anos, para a evolução do setor de leite e derivados no Brasil. Divulga resultados de pesquisas e produtos diferenciados, oferta ensino e qualificação de profissionais na área de lácteos, e promove o intercâmbio de informações em todos os segmentos do setor laticinista, por meio do Congresso Nacional de Laticínios, das Feiras Expomaq e Expolac e do Concurso Nacional de Produtos Lácteos.

Muitas das inovações aplicadas no setor de lácteos nasceram de pesquisas pioneiras do ILCT, assim como tecnologias que promovem qualidade e sanidade dos produtos na atualidade. E diversos gestores de agroindústrias, professores e especialistas tiveram como base o ensino, teoria e prática, nas salas de aula, laboratórios e fábrica da EPAMIG-ILCT. São 80 anos de dedicação ao desenvolvimento e aprimoramento de uma das mais antigas vocações mineiras: a produção de leite e derivados.

Rui da Silva Verneque
Presidente da EPAMIG

Inovação e tradição marcam perfil da produção de leite e derivados em Minas Gerais



ASCOM/SEAPA-MG

O secretário de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, João Cruz Reis Filho, possui graduação em Agronomia com mestrado e doutorado em Genética e Melhoramento, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). É criador de Guzerá, Gir Leiteiro e Girolando e foi presidente do Sindicato Rural de Miradouro, na Zona da Mata mineira, onde tem raízes familiares e afetivas. Servidor efetivo do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), está licenciado do cargo de fiscal federal agropecuário. No Ministério, atuou também como chefe da Assessoria de Gestão Estratégica. Nesta entrevista, João Cruz ressalta a importância da cadeia de leite e derivados para o Estado e as contribuições da pesquisa e de novas tecnologias para que esta tradição seja cada vez mais desenvolvida, produtiva e reconhecida como uma marca do estado de Minas Gerais.

IA - Qual é a importância da produção de leite e derivados para Minas Gerais?

João Cruz - O leite e seus derivados têm uma importância muito grande para o estado de Minas Gerais. Além das questões culturais que nos ligam a este produto, toda tradição envolvida na história mineira, temos a importância econômica. Minas Gerais produz cerca de 9,3 bilhões de litros de leite por ano, destacando-se como o maior produtor de leite do País e contribuindo com 27,2% da produção nacional. No Estado, mais de 223 mil produtores rurais estão envolvidos com a produção de leite. Trata-se de uma cadeia produtiva forte que emprega cerca de 2 milhões de pessoas em todo o Estado.

IA - Quais são as estratégias da Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa-MG) de apoio ao agronegócio do leite?

João Cruz - A Seapa-MG tem dedicado forte atenção ao agronegócio do leite.

Estrategicamente, a instalação da Câmara Técnica do Leite e Derivados discute os problemas e as potencialidades da cadeia produtiva e sugere ações buscando o desenvolvimento sustentável para a atividade leiteira. Além disso, a criação de programas como o Progenética, feito em parceria com as entidades representativas dos criadores, proporciona aos produtores a oportunidade de aquisição de fêmeas e touros melhorados geneticamente, os quais garantem aumento da produção e produtividade do rebanho. O Programa MinasPec, com a instalação de propriedades de referência acompanhadas pela Emater-MG, orienta, sobretudo, os aspectos gerenciais que devem ser observados pelos produtores de leite. De outro lado, a Seapa-MG oferece apoio à pesquisa, quando fomenta os Campos Experimentais da EPAMIG para a produção de soluções que possam ser utilizadas pelos produtores do Estado. Além disso, parcerias entre os governos de Minas e Federal proporcionam a aplicação de programas dirigidos para o setor leiteiro. Iniciamos, em 2015, um programa

em parceria com o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA), visando beneficiar cerca de 6 mil produtores de leite, por meio de uma chamada pública específica para o setor. Junto ao MAPA, também em 2015, foi firmado um convênio para apoio aos médios produtores de leite das regiões do Alto Paranaíba, Noroeste, Norte e Vale do Jequitinhonha, desenvolvendo ações para a melhoria da qualidade do leite e a convivência com a seca. Estes convênios são executados pela Emater-MG, vinculada à Seapa-MG.

IA - Como o MinasPec pode contribuir para o aumento da produtividade e da qualidade do leite mineiro?

João Cruz - O Programa MinasPec tem a preocupação com a qualificação técnica e gerencial da bovinocultura praticada em Minas. Para isso, são selecionadas propriedades demonstrativas em todas as regiões do Estado, acompanhadas pelos extensionistas da Emater-MG e que servem como referência para grupos de vizinhança. Nesta assistência técnica di-

rigida, são observadas as Boas Práticas de Produção e o modo correto de gerenciamento. O foco constante na qualidade dos produtos oriundos da atividade pecuária, ou seja, leite e bezerras, contribui sobremaneira para o aumento da rentabilidade no sistema produtivo.

IA - *Como a pesquisa, a extensão rural e a defesa sanitária têm apoiado o setor laticinista mineiro?*

João Cruz - Toda produção de alimento para o consumo humano tem que ter como um de seus princípios a segurança de produção. Essa segurança alimentar abrange a qualidade microbiológica, físico-química, sensorial e nutricional. Como forma de garantir a segurança do alimento, pesquisas específicas sobre a qualidade e a inocuidade deste tornam-se cada vez mais necessárias, com o objetivo de identificar possíveis contaminantes ou sua acetificação. Cada vez mais pesquisas científicas têm embasado alterações na legislação vigente, quebrando paradigmas e desmistificando o processo produtivo de vários produtos até então desconhecidos por nós profissionais e consumidores. As pesquisas relacionadas com a defesa sanitária têm colaborado para fortalecer a proteção do nosso rebanho, das plantações e, principalmente, da saúde dos consumidores. Só é possível termos matéria-prima de qualidade e segura com animais sadios. Com a certificação de qualidade de seus produtos, o setor laticinista segue ganhando espaço e uma visão estratégica de futuro no mercado nacional, cada vez mais competitivo, ressaltando e respeitando a cultura e valores do estado de Minas Gerais. A extensão rural sempre trabalhou em parceria com os órgãos de pesquisa e com os agricultores, pois tem papel fundamental, funcionando como uma via de mão dupla, trazendo para a pesquisa as principais demandas do setor agropecuário e, ao mesmo tempo, levando os resultados da pesquisa ao destinatário final.

IA - *A agregação de valor é uma saída para o setor laticinista de Minas Gerais? Como o senhor vislumbra a organização da cadeia produtiva do leite para a agregação de valor no Estado?*

João Cruz - Sem dúvidas, a agregação de valor é sempre uma excelente alternativa para o meio rural, e não seria diferente quando se fala do setor laticinista. Entendemos que esse é sim um ponto a ser fortalecido. Para atender a essa demanda, criamos recentemente a Superintendência de Interlocução e Agroindústria, que terá pela frente o desafio de dialogar com os setores produtivos, inclusive o laticinista, buscando construir, de forma participativa, alternativas que viabilizem o aumento da agregação de valor, do emprego e da renda para o agronegócio mineiro, tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo.

IA - *Em sua opinião, empreendedorismo rural dentro da cadeia do leite pode garantir maior profissionalismo à atividade?*

João Cruz - Empreender é tarefa complexa e necessária, por isso requer preparação, profissionalismo e coragem. Empreender nos remete sempre à ideia de desafio e oportunidade. O produtor rural precisa ficar atento aos desafios e oportunidades que o setor lhe impõe, manter-se antenado, ter assessoramento técnico não apenas nas áreas-fim, mas também nas áreas econômicas, de mercado e de comunicação. Enfim, encarar a atividade com o profissionalismo necessário.

IA - *Quais os principais resultados da pesquisa da EPAMIG para a produção de leite no Estado?*

João Cruz - A EPAMIG possui um dos melhores rebanhos Gir Leiteiro do mundo. A partir desse material genético, têm sido estudados a produção de leite e o retorno econômico de animais cruzados do acasalamento de Zebuínos com Holandês. A Empresa possui informações de mais de 12 anos de pesquisas sobre

esse tema e tem demonstrado que, para as principais condições do estado de Minas Gerais, os animais F1 (primeiro mestiço) são os mais eficientes. Somam-se a isto os trabalhos para aumentar a eficiência produtiva e reprodutiva, o manejo da pastagem e da irrigação para aumentar a oferta de alimentos, a sanidade dos animais e a qualidade do leite. A EPAMIG possui o diferencial de contemplar todos os elos da cadeia produtiva, desde o setor primário até a indústria. Neste contexto, não poderia deixar de mencionar o importante papel do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), com sua contribuição em promover pesquisa com lácteos, o ensino técnico e produtos diferenciados para o mercado.

IA - *Em sua opinião, como as ações de pesquisa e ensino realizadas pelo Instituto de Laticínios Cândido Tostes, ao longo de 80 anos, impactaram a cadeia de leite e derivados em Minas Gerais?*

João Cruz - Em seus 80 anos de existência, o ILCT já treinou mais de 2,5 mil técnicos, com índice superior a 90% de empregabilidade. Ou seja, esses profissionais estão atuando no mercado, auxiliando a indústria no desenvolvimento de produtos de qualidade. As pesquisas realizadas possibilitam o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias que são absorvidas pelas indústrias. A marca ILCT é reconhecida por suas pesquisas e pelos importantes eventos realizados, como o Congresso Nacional de Laticínios, este ano em sua 30ª edição, que constitui oportunidade valiosa para troca de informações entre pesquisadores de diversas partes do Brasil. Além disso, o ILCT possui um moderno parque fabril que possibilita aporte às agroindústrias e a cursos de aperfeiçoamento. Portanto, as contribuições são expressivas e precisam ser cada vez mais estimuladas.

■ Por Vânia Lacerda

INVESTIMENTOS EM CT&I GERANDO RESULTADOS PARA TODA A SOCIEDADE

Na área da Ciência, Tecnologia e Inovação, “plantar” e “colher” guardam uma distância temporal entre si. Resultados de investimentos e ações na área têm seu tempo certo de maturação e não são imediatos – mas são robustos e duradouros. Em Minas Gerais, a política estadual de CT&I estabeleceu as bases para uma economia do conhecimento vigorosa e competitiva. Os frutos desse investimento já estão sendo colhidos!



FAPEMIG

#TRABALHO EM CONJUNTO

PACOTES PARA AS INSTITUIÇÕES ESTADUAIS

A FAPEMIG possui linhas de financiamento e programas destinados a aprimorar a competência institucional das universidades e centros de pesquisa estaduais. Entre eles, destaca-se o acesso ao Portal de Periódico da Capes e o Programa de Reestruturação da Infraestrutura de Pesquisa. No conjunto, esse pacote tem estimulado uma mudança de patamar das instituições mineiras.

PARCERIAS COM OUTRAS SECRETARIAS DE ESTADO

No espírito de cooperação para resultados, a FAPEMIG possui projetos em parceria com outras secretarias e órgãos estaduais. Com a Secretaria Estadual de Saúde, por exemplo, lança, desde 2004, um edital que financia pesquisas voltadas para o Sistema Único de Saúde. Outros parceiros são as secretarias estaduais de Educação, Cultura e Esportes.



Instituto de Laticínios Cândido Tostes: 80 anos de referência em ensino, pesquisa e transferência de tecnologias

Luiza Carvalhaes de Albuquerque¹, Fernando Antônio Resplande Magalhães², Adauto de Matos Lemos³

Resumo - O Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT) surgiu na década de 1930 como Escola Agrícola Cândido Tostes, em Juiz de Fora, MG. Em 1974, foi integrado à estrutura da EPAMIG. Sua criação teve como objetivo promover a formação de técnicos em laticínios, oferecer cursos de formação profissional e realizar pesquisas que contribuam com o desenvolvimento de indústrias laticinistas. Nesse tripé, as atividades de ensino, extensão e pesquisa são desenvolvidas há 80 anos pelo Instituto.

Palavras-chave: EPAMIG-ILCT. História. Laticínio. Escola. Leite e derivados. Extensão rural.

INTRODUÇÃO

No início da década de 1930, quando já estava consolidado o terceiro estágio de desenvolvimento da indústria de laticínios no Brasil, era patente a importância desse setor, como poderoso suporte da economia nacional.

Para que essa nova indústria tivesse assegurado seu desenvolvimento em bases econômicas e tecnológicas viáveis, era de fundamental importância que o País dispusesse, dentre outros instrumentos, de uma atividade voltada exclusivamente para a definição e a adaptação de tecnologias às suas necessidades e características, e à formação e treinamento de pessoal, de forma a lhe transmitir a essencial independência.

Diante disso e da condição que Minas Gerais ostentava no contexto nacional, o então governador estadual, preocupado em dar suporte técnico à “mais mineira das indústrias”, a de laticínios, promulgou o Decreto nº 50, de 14 de maio de 1935, criando, em Juiz de Fora, MG, a Escola de Indústrias Agrícolas Cândido Tostes. O Decreto constava dos seguintes dizeres:

Cria a Escola de Indústrias Agrícolas “Cândido Tostes”, no Município de Juiz de Fora.

O Governador do Estado de Minas Gerais, usando de suas atribuições resolve criar, no Município de Juiz de Fora, no distrito da cidade, em lugar oportunamente designado, uma escola de indústrias agrícolas, que terá a denominação de Escola de Indústrias Agrícolas “Cândido Tostes”.

Palácio do Governo, em São Mateus, Juiz de Fora, aos 14 de maio de 1935.

Benedicto Valadares Ribeiro

Israel Pinheiro da Silva. (SARMENTO, 1970).

Estava, assim, lançada a semente e iniciava-se o que se pode chamar de quarto estágio de desenvolvimento da indústria de laticínios no Brasil – a criação do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), que tinha como finalidades:

a) cultural: ministrar ensino das matérias necessárias à formação de técnicos e práticos na fabricação

de laticínios e industrialização de carnes, bem como prestar assistência técnica aos fazendeiros, pela divulgação dos processos racionais de tratamento do gado leiteiro e de corte, higiene na ordenha e transporte do leite e da carne, objetivando maior produção;

b) industrial: produzir queijos, manteiga e derivados do leite, e fornecer carne e todos os seus derivados, tendo em vista as possibilidades de consumo de cada tipo de produto e as exigências dos mercados consumidores.

ILCT E A EPAMIG: UM PASSEIO PELA HISTÓRIA

Em 1890, em Juiz de Fora, MG, a Fazenda São Mateus foi comprada pelo Dr. Cândido Teixeira Tostes, bacharel em Direito e diretor do Banco de Crédito Real de Minas Gerais.

De grande projeção no meio ruralista, implantou, nas Fazendas São Mateus e

¹Téc. Leite e Derivados, Especialista Marketing e Gestão pela Qualidade/Coord. Transferência e Difusão de Tecnologia EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, luiza.albuquerque@epamig.br

²Engº Agrº, D.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, fernando.magalhaes@epamig.br

³Médico-veterinário, M.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, adauto.candidotostes@gmail.com

Sant' Ana, lavouras de café, tornando-se o maior cafeicultor de Minas Gerais e, por isso, foi cognominado o Rei do Café.

A Fazenda São Mateus costumava receber visitantes ilustres, dentre eles, o presidente Getúlio Vargas e o governador do estado de Minas Gerais, Benedito Valadares. Em 14 maio de 1935, este governador transferiu a sede do governo de Minas Gerais para a Fazenda São Mateus e lá promulgou o Decreto nº 50, de 14/5/1935, criando, em Juiz de Fora, a Escola de Indústrias Agrícolas Cândido Tostes.

Ainda no ano de 1935, o governador do estado de Minas Gerais designou uma comissão de alto nível para efetuar o planejamento geral da Escola de Indústrias Agrícolas Cândido Tostes, com estudos especializados em leite e carne.

Após estudos preliminares, e considerando ser a região de Juiz de Fora eminentemente possuidora de características leiteiras, decidiu-se que a Escola de Indústrias Agrícolas Cândido Tostes trataria unicamente do setor de laticínios, sendo abolido o setor de carnes de suas atividades.

Utilizando um prédio já construído, que seria transformado em penitenciária,

o governo estadual determinou que fosse ali instalada a Escola de Laticínios, adaptando-se todas as instalações necessárias para o seu funcionamento (Fig. 1).

As obras de adaptação foram iniciadas em 1937, pelo Dr. José Bawden Teixeira, que foi substituído, posteriormente, pelo engenheiro Dr. David Francisco Mourão, radicado em Belo Horizonte.

Até fins de 1940, depois da finalização de todas as obras necessárias ao funcionamento da Escola, Dr. Francisco Mourão retornou a Belo Horizonte e foi substituído pelo engenheiro agrônomo Dr. Abelardo de Albuquerque Sarmento, que viria a ser o primeiro diretor-geral da Escola de Indústrias Agrícolas Cândido Tostes (Fig. 2).



Figura 1 - Penitenciária em fase de construção, onde hoje funciona o Setor Industrial da EPAMIG-ILCT

Arquivo EPAMIG-ILCT



Figura 2 - Vista dos prédios que compunham a estrutura do ILCT, no ano de 1956

Arquivo EPAMIG-ILCT

Paralelamente, o governo do estado de Minas Gerais contratou mais três experientes laticinistas dinamarqueses, Svend Moelgaard Sorensen, Bruno Werner Cristensen e Frode Madsen, para orientar e instalar equipamentos industriais, laboratórios e o que fosse necessário para iniciar as atividades da Escola. Esses técnicos tornaram-se os primeiros professores da Instituição.

Para colaborar na instalação da escola, foi designado também o Dr. Oswaldo Tertuliano Emerich, engenheiro agrônomo, chefe do Serviço de Produção Animal da Secretaria de Agricultura, para ser o primeiro Diretor de Ensino do estabelecimento.

Em 1943, o estabelecimento passou a denominar-se Fábrica-Escola de Laticínios “Cândido Tostes”, por meio do Decreto-Lei nº 983, de 9 de dezembro (MINAS GERAIS, 1943). No mesmo ano, obteve do governo federal o reconhecimento de seu curso, pela Superintendência do Ensino Agrícola e Veterinário (Seav), por meio do Decreto nº 13.999, de 16 de novembro de 1943 (BRASIL, 1943).

No dia 3 de setembro de 1956, portanto 16 anos após sua inauguração, passa a denominar-se Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”, através da Lei nº 1.476, integrado à estrutura da Secretaria de Estado da Agricultura do Estado de Minas Gerais, com as seguintes finalidades (MINAS GERAIS, 1956):

1 - Ministrar ensino das matérias necessárias à formação de laticinistas, mantendo para este fim quatro cursos:

- Curso Técnico de Laticínios com duração de dois anos, para o qual se exige o curso ginásial;
- Curso de Especialização, com duração de um ano, para agrônomos, veterinários, químicos e técnicos-de-laticínios;
- Curso Prático, com duração de três meses, para formação de operários especializados;
- Curso Avulso, para estudos intensivos de industrialização do leite.

2 - Orientar e supervisionar o ensino

nas escolas de laticínios instalados e mantidos pelo Estado.

3 - Realizar pesquisas e estudos destinados ao aprimoramento das indústrias lácteas.

4 - Prestar assistência técnica aos industriais de laticínios pela divulgação de processos racionais de fabricação, conserva e embalagem de produtos lácteos.

5 - Prestar assistência técnica aos fazendeiros pela divulgação e ensino de processos racionais de criação e tratamento do gado leiteiro, higiene na ordenha e transporte do leite, objetivando maior e melhor produção.

6 - Propor a criação e localização de escolas de laticínios e a adoção de medidas destinadas ao aperfeiçoamento e expansão das indústrias lácteas.

Em 1974, o governo do estado de Minas Gerais, por meio da Lei nº 6.310, de 8 de maio de 1974 autorizou a constituição da EPAMIG. O Instituto de Laticínios “Cândido Tostes” foi então transferido da estrutura da Secretaria da Agricultura para a recém-criada Empresa (MINAS GERAIS, 1974).

O objetivo da EPAMIG é, desde a sua criação, em parceria com outras instituições, promover o desenvolvimento e modernizar a agricultura. A institucionalização da pesquisa por meio da EPAMIG tomou impulso rápido, pela base que encontrou no ILCT. O espírito de pesquisa já estava instalado desde a sua criação, na distante década de 1930. A partir daí, os pesquisadores buscaram conhecimentos formais, por meio de cursos de Mestrado e Doutorado na Europa, principalmente na França.

Assim, em consonância com os objetivos das pesquisas realizadas pela EPAMIG, estava a continuidade do trabalho do ILCT de gerar tecnologia e/ou adaptá-las às condições de cada região do Estado e que, certamente, ultrapassa essas fronteiras.

Iniciou-se um grande trabalho de adaptação de tecnologias estrangeiras, notada-

mente europeias, de fabricação de queijos, dentre estes: Gorgonzola, Cheddar, Tilsit, Gouda, Ementhal, Chabichou e Parmesão (Fig. 3).

Foram realizados os primeiros trabalhos empregando-se ultrafiltração para produção de queijo Minas Frescal e requeijão. Desenvolveu-se, também, o queijo Minas Padrão (Fig. 4), que veio atender a uma crescente demanda por queijo Minas Curado, cuja produção utilizava leite cru. A partir daí, esse produto pôde ser produzido e, conseqüentemente, oferecido em todas as regiões do Brasil.

O desenvolvimento de bebidas lácteas à base de soro, tão difundidas hoje em dia, teve seu embrião nos laboratórios do ILCT com o lançamento do Cândi-Néctar, cujo objetivo inicial era ser distribuído na merenda escolar. O ILCT também foi a primeira escola a ensinar, produzir e comercializar Kefir, em sua loja de varejo, na década de 1940 (Fig. 5).

Além desses produtos, foram adaptadas e/ou desenvolvidas tecnologias de manteiga, iogurte e outros lácteos, perfeitamente adequados às condições brasileiras, que foram de imediato transferidas à indústria nacional (Fig. 6).



Figura 3 - Queijo Parmesão

NOTA: Modelo do rótulo no início da fabricação em 1941.



Arquivo EPAMIG-ILCT

Figura 4 - Queijo Minas Padrão



Arquivo EPAMIG-ILCT

Figura 5 - Kefir produzido comercialmente na década de 1940



Figura 6 - Tecnologias geradas e adaptadas pelo ILCT

NOTA: A - Produtos com tecnologia Cândido Tostes produzidos e comercializados pela EPAMIG-ILCT. Ao fundo, uma visão panorâmica do Instituto; B - Produtos expostos no varejo do ILCT, em 1952; C - Exposição de produtos lácteos do ILCT, em 1938.



Fotos: Arquivo EPAMIG-ILCT

EPAMIG-ILCT NA ATUALIDADE

O ILCT adiantou-se à concepção social de educação vigente nos dias atuais, que propõe a vinculação da escola ao mundo do trabalho. Ali, esta circulação vem ocorrendo de forma equilibrada, favorecendo o diálogo entre escola e empresa, pela articulação natural entre a teoria e a prática (Fig. 7).

Ao longo da história, o aluno tem representado o portador, que leva as tecnologias de ponta e os novos produtos desenvolvidos na escola, para a empresa, e desta traz as demandas que o mercado consumidor exige. Sua infraestrutura permitiu consolidar ainda mais a formação especial, com destaque para o setor de estágio supervisionado.

Apesar da alteração na Legislação e na mudança do curso para pós-médio, é importante ressaltar que a qualidade de ensino foi mantida. Grande parte desse processo deveu-se ao fato de a Instituição trabalhar em regime de tempo integral, o que torna possível realizar uma carga horária com cerca de 2.500 horas-aula, em um período de dois anos (Fig. 8).



Fotos: Arquivo EPAMIG-ILCT

Figura 7 - Alunos do ILCT em aula prática na década de 1970
 NOTA: A - Aula de fabricação de queijos; B - Alunos limpando os queijos na maturação.



Fotos: Ana Cristina Ajob

Figura 8 - Alunos do ILCT em aula prática de tecnologia de queijos, em 2013
 NOTA: A - Aula de fabricação de queijos; B - Alunos limpando os queijos maturados.

Os programas de ensino e pesquisa são executados em perfeita integração, sendo que os trabalhos desenvolvidos pela pesquisa constituem instrumento básico no aprimoramento técnico do ensino em laticínios. Casamento perfeito entre duas atividades-fins (ensino e pesquisa), algo sonhado pela universidade brasileira, presente na realidade de uma escola de ensino técnico.

A história do Instituto confunde-se com a realização de eventos que, há mais de 70 anos, ali acontecem. Além das atividades de ensino técnico e pesquisa, muitas foram as atividades desenvolvidas ao longo desses 80 anos de existência:

- a) estágios curriculares e industriais (atividade permanente);
- b) preparação de mão de obra especializada;
- c) cursos avulsos de formação básica profissional;
- d) curso de especialização de pós-graduação (tecnologia em leite e derivados);
- e) execução de projetos aprovados por órgãos de fomento;
- f) execução de projetos em parceria público-privada;
- g) consultoria na área de laticínios;
- h) Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (produção científica);
- i) Congresso Nacional de Laticínios/Semana do Laticinista;
- j) análises laboratoriais/consultorias/assessorias;
- k) Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados.

PERFIL DA EPAMIG-ILCT

O ILCT constitui um marco irreversível, para avaliar o que foi e o que é a indústria de laticínios, antes e depois da sua existência, sendo uma comprovação incontestável de que é possível ensino médio profissionalizante de qualidade no Brasil.

A experiência histórica do ILCT tem demonstrado ser possível a evolução equilibrada de uma instituição integrada de ensino e pesquisa, em nível médio e técnico, que se autossustenta. É uma escola técnica de vanguarda, situação comprovada por diversos aspectos. Esta escola foi criada com um objetivo bem definido: oferecer cursos técnicos e cursos práticos de formação profissional, visando qualificar e requalificar pessoal da indústria, e promover estágios de treinamento e cursos de especialização para nível superior. Atualmente, a estrutura física do ILCT tem sido utilizada para experimentos de dissertações de mestrado e teses de doutorado (Fig. 9).

Muito antes de a Legislação prever a autossustentabilidade, conjugavam-se as atividades de ensino, pesquisa e extensão ligando a teoria com a prática, materializadas com a aula prática, em uma indústria de laticínios que descobria, industrializava e comercializava seu produto, mantendo a independência econômica.

A vinculação escola-empresa é uma realidade, porque os estágios incluem visitas à indústria laticinista, em busca de confirmação da teoria aprendida nas salas de aulas e do conhecimento dos avanços tecnológicos presentes na indústria, que, por sua vez, têm de atender às demandas do mercado consumidor. Mesmo passando por diferentes momentos em sua evolução, o ILCT nunca esteve estagnado.

A proposta curricular é dinâmica, avaliada permanentemente, conforme os recursos humanos demandados pelo mercado. Procura oferecer conteúdos que mantenham à frente o conhecimento técnico dos alunos, para que possam compreender os avanços da indústria.

Hoje, pode-se afirmar que o ILCT manteve-se leal à filosofia de sua criação. Antecipou-se à legislação que direciona as ações das escolas de ensino médio profissionalizante sem abalar ou ter questionada a formação de qualidade e de vanguarda que ofereceu à primeira turma, em 1940.

A união entre ensino, pesquisa e extensão é a concretização do grande ideal pedagógico que permeia a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (BRASIL, 1996) – no capítulo que trata da educação superior no Brasil. O ILCT une ensino, pesquisa e extensão, pois os projetos de pesquisa desenvolvidos motivam os alunos a participar dessas atividades, despertando-lhes a curiosidade acadêmica, na busca de descobertas tecnológicas e/ou de confirmações técnicas.

Os cursos de formação básica profissional realizados no ILCT traduzem a atividade de extensão e difusão de conhecimento, fechando assim, o ciclo idealizado pela educação nacional.

Como referência de ensino técnico, construída ao longo de sua história, o ILCT já ofereceu curso de especialização em leite e derivados, formou algumas turmas e avançou.

Atualmente, é parceiro da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), na oferta do curso de Mestrado Profissional, aprovado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) na área de Leite e Derivados.

Trata-se de um curso com características eminentemente dinâmicas, sendo seu conteúdo ajustado às necessidades e à evolução da indústria nacional de laticínios, guardando integral fidelidade ao postulado inscrito na parede de entrada de seu Setor Industrial: “para saber mandar é preciso saber fazer - para saber fazer é necessário aprender fazendo”⁴ (Fig. 10).

Professores do ILCT ministram aulas teóricas e práticas, utilizando as instalações físicas da escola, inclusive laboratórios, e são ainda orientadores de dissertações de mestrado, coorientadores de dissertações e teses, membros de bancas de conclusão do curso.

Até hoje, já se formaram 2.300 técnicos em Leite e Derivados.

⁴Frase colocada por iniciativa do então diretor do ILCT, Sebastião Senna Ferreira de Andrade.



Fotos: Ana Cristina Ajub

Figura 9 - Tecnologias de fabricação e análises físico-químicas

NOTA: A - Tecnologia de queijos; B - Tecnologia de manteiga; C - Análises físico-químicas; D - Tecnologia de sorvetes.



Arquivo EPAMIG-ILCT

Ana Cristina Ajub

Figura 10 - Postulado do ILCT na entrada do Setor Industrial

NOTA: A - Postulado do ILCT, na entrada da fábrica, no Setor Industrial - 1960; B - Entrada do Setor Industrial da fábrica após a reforma com o referido postulado - 2015.

DAS SEMANAS DOS LATICINISTAS AOS CONGRESSOS NACIONAIS DE LATICÍNIOS

A primeira Semana do Laticinista ocorreu entre 5 e 10 de julho de 1950, tendo sido idealizada por Sebastião Senna Ferreira de Andrade. Para Sebastião Andrade, existia o dever patriótico de promover uma reunião entre profissionais com o mesmo ideal e um mesmo fim, com o intuito de estabelecer bases amistosas de união de esforços dispersos em benefício do progresso da Indústria de laticínios do País (Fig. 11).

Naquela ocasião, em trecho do discurso, disse o Sebastião Andrade:

É com imensa satisfação que recebemos aqui, hoje, os representantes da Indústria Nacional de Laticínios. A Fábrica Escola de Laticínios Cândido Tostes se rejubila por lhe ter sido possível iniciar, no decorrer do décimo ano de sua existência a Primeira Semana do Laticinista, certamente que pela primeira vez se realiza no Brasil. (ALBUQUERQUE, 2008).

Em outra parte do discurso, Sebastião Andrade mencionou:

As sagradas montanhas da terra mineira foram o berço da indústria brasileira de laticínios, mas é preciso que a atual indústria compreenda a impossibilidade de continuar a embalar no mesmo berço, com cantigas sonolentas, uma indústria já crescida. (ALBUQUERQUE, 2008).

A Semana do Laticinista teve como incentivador o I Congresso Estadual da Indústria de Laticínios e Produtos Derivados do estado de Minas Gerais, realizado em 1949, da qual participaram figuras eminentes que hoje pertencem aos quadros da Galeria de Laticinistas Ilustres do ILCT, entre os quais: Sebastião Senna Ferreira de Andrade; Assis Ribeiro; Carneiro Filho; Hobbes Albuquerque; Pautilha Guimarães e Otto Frensel, seus grandes incentivadores e participantes assíduos de todas as Semanas do Laticinista, guardando fielmente os postulados ensinados, as inovações e ampliações ditadas pela evolução dos tempos.

Em 10 de julho de 1972, o maior acontecimento laticinista nacional, realizado na segunda semana do mês de julho, sempre no ILCT, teve sua transcendência importante enriquecida pela realização simultânea da XXIII Semana do Laticinista

e do I Congresso Nacional de Laticínios (Fig. 12).

A grande importância que a indústria laticinista ocupava no contexto nacional exigia do ILCT uma reformulação geral de seus ideais anteriores, além de um alargamento de suas relações industriais. Para tanto, foi criado, além da Semana do Laticinista, o já conhecido internacionalmente Congresso Nacional de Laticínios.

O atual cenário mundial apresenta-se com irreversível tendência globalizante, em que as relações econômicas, sociais e políticas deparam-se com os desafios da integração e do desenvolvimento. Com a abertura do Mercado Comum do Sul (Mercosul), depara-se com um novo espaço para a circulação de bens e fatores produtivos. A integração da América Latina ganha força com a crescente participação de seus países, permitindo maior estruturação do Mercosul. Nesse contexto, foi realizado o Encontro Lácteo do Cone Sul.

Ao considerar que esse processo deixou de ser exclusivamente governamental, para mobilizar entidades representativas dos setores público e privado, a EPAMIG-ILCT, dentro das comemorações dos 80 anos do ILCT, realizará o



Figura 11 - Primeira Semana do Laticinista em Juiz de Fora, MG - 1950

30º Congresso Nacional de Laticínios.

Além do Congresso, acontecerá a 42ª Exposição de Máquinas, Equipamentos, Embalagens e Insumos para a Indústria

Laticinista (Expomaq) – reconhecida como a principal exposição de máquinas, equipamentos, embalagens e insumos para a indústria laticinista do Brasil, tendo em

vista seu caráter participativo, a geração de negócios, a grande participação de público, e em função do seu complexo perfil promocional-institucional (Fig. 13).



Figura 12 - Congresso Nacional de Laticínios e Semana do Laticinista

NOTA: A - Primeiro Congresso Nacional de Laticínios e XXIII Semana do Laticinista em Juiz de Fora, MG - 10 a 14 de julho de 1972; B - XXVIII Congresso Nacional de Laticínios, realizado na EPAMIG-ILCT, em Juiz de Fora, MG - 2011.



Figura 13 - Exposição de Máquinas, Equipamentos, Embalagens e Insumos para a Indústria Laticinista (Expomaq)

NOTA: A - Primórdios da Expomaq, realizada no pátio do ILCT, em 1974; B e C - Expomaq nos dias atuais, realizada no Expominas de Juiz de Fora, MG - 2013.

Para tanto, a EPAMIG-ILCT promove:

- a) intercâmbio tecnológico entre empresas brasileiras de pequeno, médio e grande portes, com instituições estrangeiras;
- b) oportuniza um ambiente profissional, com um perfil mais informal, a fim de que expositores e visitantes relacionem-se, fechem negócios e fortaleçam os laços empresariais;
- c) amplia a participação de público em cerca de 20% a cada ano;
- d) gera mídia espontânea estadual e nacional em rádio, TV, internet e impressos, de modo que potencializa a imagem institucional do próprio evento e, conseqüentemente, de seus organizadores, patrocinadores e expositores;
- e) integra cientistas, docentes, empresários e estudantes, dentre outros interessados, em torno do complexo laticinista em três dias de exposição.

Acontecerá, também, a 41ª Exposição de Produtos Lácteos (Expolac), quando o público poderá conferir a tecnologia empregada pela indústria durante o pro-

cesso produtivo. A expectativa é de que 60 indústrias de todo o País apresentem cerca de 700 produtos – desde queijos, doces, bebidas lácteas e iogurtes, até produtos inovadores, que ainda serão lançados no mercado (Fig. 14).

Outro grande acontecimento será o 41º Concurso Nacional de Produtos Lácteos, que irá avaliar onze categorias: queijos Prato, Gouda, Provolone, Parmesão, Reino, Minas Padrão, requeijão cremoso, doce de leite pastoso, queijo Gorgonzola, manteiga de primeira qualidade e destaque especial (qualquer produto lácteo, que tenha pelo menos uma característica inovadora ou funcionalidade) (Fig. 15).

Tais eventos têm como objetivos cooperar técnica e cientificamente, debater ideias e buscar soluções que atendam às exigências crescentes dos consumidores dos países envolvidos. Procurar-se-á levar aos participantes, uma visão estratégica do futuro, quando predominará a competitividade empresarial.

Os mais recentes trabalhos técnico-científicos, o que há de mais moderno em máquinas, equipamentos, embalagens e ingredientes para a indústria de laticínios estarão presentes no 30º Congresso Nacional de Laticínios.

PROJETO VIA LÁCTEA MINIUSINA DE LEITE

Outro evento de grande importância é o Projeto Via Láctea Miniusina de Leite, que se apresenta todos os anos em diversas cidades brasileiras. A evolução tecnológica ocorrida no século passado 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 e 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 objetivo do Projeto é difundir tecnologias geradas ou adaptadas pelo ILCT 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 ser um instrumento facilitador do desenvolvimento econômico regional e nacional.



Figura 14 - Exposição de Produtos Lácteos (Expolac)

NOTA: A - Expolac realizada na casinha de pedra do ILCT, em 1974; B - Expolac realizada no Expominas de Juiz de Fora, MG - 2013.

Arquivo EPAMIG-ILCT



Fotos B e C: Fernando Picamo

Figura 15 - Concurso Nacional de Produtos Lácteos (CNPL)

NOTA: A - CNPL ocorrido na XXIV Semana do Laticinista em Juiz de Fora, MG - 9 a 13 de julho de 1973; B e C - CNPL realizado na EPAMIG-ILCT, em Juiz de Fora, MG - 2011.

Uma característica peculiar da Via Láctea é 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, e a apresentação das inovações tecnológicas de produtos, serviços, instalações, máquinas e equipamentos relacionados com o setor lácteo (Fig. 16).

REVISTA DO INSTITUTO DE LATICÍNIOS CÂNDIDO TOSTES

A Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes é uma publicação seriada, periódica, bimestral, de caráter técnico-

científico. É a continuação da revista Felctiano, publicada de setembro de 1946 até agosto de 1957, pela então Fábrica Escola de Laticínios “Cândido Tostes” e que, a partir de setembro de 1957, passou a ser denominada Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (Fig. 17). Constitui o único periódico exclusivo da área de leite e derivados do País. Sua principal meta é levar aos interessados no setor lácteo matérias de pesquisa e tecnologia que visam difundir as mais recentes notícias desse segmento.

É um dos mais importantes veículos de divulgação das pesquisas realizadas não

só na EPAMIG-ILCT-Centro de Ensino e Pesquisa (CEPE), mas também em universidades, fundações e empresas públicas e privadas do Brasil e exterior.

A principal matéria-prima da pesquisa é o talento e o profissionalismo do recurso humano. A pesquisa exige um tratamento refinado em todas as suas fases de execução. É por isso que a Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes mantém em seu Corpo Editorial pesquisadores e técnicos especializados em diferentes áreas, concentrados em instituições públicas e privadas de todo País e também em universidades.



Erasmoo dos Reis Pereira

Figura 16 - Projeto Via Láctea Miniúsina de Leite

NOTA: Projeto itinerante realizado pela EPAMIG-ILCT.



Figura 17 - Evolução da Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes ao longo dos anos

Em busca de soluções tecnológicas demandadas por esse nicho de mercado, que é o segmento lácteo, a Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes é a principal atividade de difusão de tecnologia da EPAMIG-ILCT. Esta publicação dá suporte técnico-científico a diversas áreas do Setor Laticinista, e publica trabalhos originais de pesquisa, com informações relevantes para a área de leite e derivados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ILCT, com 80 anos de história, é referência em ensino, pesquisa e difusão

de tecnologias lácteas. Com o passar dos anos e a alteração do cenário nacional, o Brasil consolidou-se como grande produtor de leite, com cerca de 35 bilhões de litros por ano. Essa produção é beneficiada em mais de 2 mil indústrias de laticínios. Assim, o Instituto foi-se adaptando às novas demandas e às modificações que ocorreram no cenário nacional. Isto sem, contudo, perder sua vocação inicial de atender às necessidades tecnológicas e de mão de obra qualificada da indústria nacional, com mais de 200 mil trabalhadores ligados ao setor industrial.

AGRADECIMENTO

A história do ILCT foi construída por meio da contribuição de cada aluno, funcionário, professor e pesquisador que juntos nesses 80 anos transformaram o ILCT em maior referência nacional e internacional do segmento de leite e derivados.

A participação das instituições públicas e privadas em projetos de pesquisa, no ensino e em eventos, proporcionou avanço da Ciência e da Extensão, elevando a credibilidade da Instituição.

Por esses motivos, os autores agradecem a todos que contribuíram para a construção dessa história.

Entre o passado, onde estão as mais caras recordações, e o futuro, onde estão as mais ardentes esperanças, fica o presente, para os homens que sabem construir.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, L.C. **Memorial Histórico da AEA do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora: Concorde, 2008. 345p.

BRASIL. Decreto nº 13.999, de 16 de novembro de 1943. Reconhece os cursos de laticínios da Fábrica Escola de Laticínios “Cândido Tostes”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 28 dez. 1943. Seção 1.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 dez. 1996.

MINAS GERAIS. Decreto-Lei nº 983, de 9 de dezembro de 1943. Dispõe sobre a organização da Secretaria da Agricultura, Indústria, Comércio e Trabalho e contém outros dispositivos. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, dez. 1943.

MINAS GERAIS. Lei nº 1.476, de 3 de setembro de 1956. Organiza o Instituto de Laticínios Cândido Tostes e dá outras providências. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 5 set. 1956. Diário do Executivo, p.1, col.1. Atualização em: 18 abr. 2006.

MINAS GERAIS. Lei nº 6.310, de 8 de maio de 1974. Autoriza o Poder Executivo a constituir e organizar empresa pública para o desenvolvimento e execução de pesquisas no setor da agropecuária. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 9 maio 1974. Diário do Executivo, p.5, col.4.

SARMENTO, A. de A. Subsídios para a história do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, ano 25, n.149, p.5-28, mar./abr. 1970.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALBUQUERQUE, H. O ensino especializado no setor agropecuário da micro-região do Vale do Paraíba. **Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.30, n.179, p.19-22, maio/jun. 1975.

ALBUQUERQUE, L.C.; GUIMARÃES, P. **O Brasil laticinista: um enfoque da Associação dos Ex-Alunos do ILCT**. Juiz de Fora: Associação dos Ex-Alunos do ILCT, 1995. 239p.

MANCINI, R.C. **Pedagogia da diferença: o caso do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora: EPAMIG-ILCT/CT, 2002. 232p.

Informe Agropecuário Cartilhas Folderes Circulares técnicas Boletim Técnico Série Documentos



Confira no site

www.epamig.br

Publicações/PUBLICAÇÕES DISPONÍVEIS



Exigências legais para registro de indústrias de laticínios

Vanessa Aglaê Martins Teodoro¹, Pedro Henrique Baptista de Oliveira²

Resumo - O registro de laticínios em órgão de inspeção oficial, seja na instância federal, estadual, seja na municipal, é uma exigência legal, imprescindível para quem deseja produzir alimentos com qualidade e com segurança para a população, além de sair da clandestinidade. Inúmeros são os requisitos higiênico-sanitários e muitos são os documentos e as etapas que o interessado precisa vencer até a obtenção do título de registro. As exigências legais para o registro de laticínios em órgão de inspeção oficial constam nas normas governamentais.

Palavras-chave: Laticínio. Legislação. Inspeção. Fiscalização. Instalações. Projeto de indústria.

INTRODUÇÃO

A inspeção e a fiscalização sanitária da produção de alimentos são atividades exercidas pelos governos federal, estadual e municipal em cada âmbito de atuação, seja pela Secretaria de Agricultura, seja pela Secretaria de Saúde. Especificamente, produtos de origem animal, como o leite e seus derivados, são inspecionados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio do Serviço de Inspeção Federal (SIF), pelas Secretarias de Estado – Serviço de Inspeção Estadual (SIE) ou pelos Departamentos ou Secretarias de Agricultura dos municípios – Serviço de Inspeção Municipal (SIM).

O governo deve trabalhar de forma que estabeleça controles efetivos, para que os princípios de boas práticas e higiene na manipulação e no preparo de alimentos sejam obedecidos, a fim de garantir o fornecimento de alimentos de qualidade e inócuos para a população.

Também é responsabilidade governamental padronizar a produção e ditar normas a ser cumpridas por todos os estabelecimentos que recebem, processam, industrializam, manipulam e armazenam produtos alimentícios, a fim de evitar fraudes (PUGA, 2009).

O Código de Defesa do Consumidor garante os direitos dos consumidores de exigirem que os alimentos que consomem sejam seguros. Por outro lado, a indústria tem que cumprir as normas e as exigências sanitárias antes de expor seus produtos à venda (BRASIL, 1990).

Os produtos de origem animal são potenciais veiculadores de patógenos causadores de zoonoses – doenças de animais que podem ser transmitidas aos seres humanos. Esses produtos são extremamente passíveis de contaminação em toda a cadeia produtiva, desde a sua obtenção até o seu consumo (PUGA, 2009).

Dentre os alimentos de origem animal, o leite é uma excelente fonte de nutrientes para o ser humano e, ao mesmo tempo, um meio ideal para o desenvolvimento de microrganismos potencialmente patogênicos (GIANNINO et al., 2009), que podem contaminá-lo, se o animal estiver doente ou se houver falhas durante a ordenha (FURLANETTO et al., 2009). Vários surtos e casos de intoxicação e/ou infecção têm sido reportados (RAHIMI; AMERI; MOMTAZ, 2010), muitos associados ao leite ou a seus derivados (NERO et al., 2004).

O sistema de notificação no Brasil ainda é bastante incipiente, e os registros não representam a realidade nacional. Isso ocorre porque a probabilidade de um surto ser reconhecido como tal e notificado pelas autoridades competentes depende, dentre outros fatores, da comunicação dos consumidores, do relato dos médicos, das atividades de vigilâncias sanitária e epidemiológica das secretarias municipais e estaduais de saúde (TEODORO, 2012).

Os dados epidemiológicos de surtos de origem alimentar ocorridos no País são escassos, desatualizados e de difícil acesso (TEODORO, 2012). Segundo Forsythe (2002), somente cerca de 10% do total de surtos é notificado às autoridades competentes, por falhas nos sistemas de notificação e de fiscalização.

Além dos problemas relacionados com a segurança, as fraudes em leites e derivados, que fazem diminuir seu valor nutricional e também afetam a segurança, podem ocorrer desde a produção primária até a venda ao consumidor. Tais fraudes são passíveis de cominação penal, sendo consideradas crimes hediondos, e estão previstos no Código Penal Brasileiro (BRASIL, 1998a). Além disso, segundo o Código

¹Médica-veterinária, D.Sc., Pesq./Prof^ª EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Juiz de Fora, MG, vanessa.teodoro@epamig.br

²Eng^º Alimentos, M.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, pedrohenrique@epamig.br

de Defesa do Consumidor, as operações realizadas com alimentos são circunstâncias agravantes para penas de crimes que acometem o consumidor (BRASIL, 1990).

O objetivo com este artigo foi descrever as exigências legais para o registro de laticínios em órgão de inspeção oficial. O assunto não é esgotado, uma vez que cada instância do governo possui requisitos específicos. Dessa forma, serão abordadas exigências gerais, com base, principalmente, nas normas federais e do estado de Minas Gerais.

OBRIGATORIEDADE DE REGISTRO EM ÓRGÃO DE INSPEÇÃO OFICIAL

No Brasil, a primeira menção oficial da inspeção sanitária de produtos de origem animal foi em 1909, com a aprovação do Decreto Federal nº 7.622, que criou a Diretoria de Indústria Animal. Em 1910, foi criado o Serviço de Veterinária, regulamentado em 1911. Em 1915, em virtude do aumento da demanda mundial de alimentos, principalmente carne, por causa da Primeira Guerra Mundial, foi criado o regulamento do Serviço de Inspeção de Fábricas de Produtos Animais (BRESSAN, 1999).

Em 1950, foi sancionada a Lei Federal nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950 (BRASIL, 1950), que estabelece a obrigatoriedade da prévia fiscalização, sob o ponto de vista industrial e sanitário, de todos os produtos de origem animal, comestíveis e não comestíveis, adicionados ou não de produtos vegetais, preparados, transformados, manipulados, recebidos, acondicionados, depositados ou em trânsito. Essa Lei foi regulamentada em 1952 por meio do Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952 (BRASIL, 1952), que aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA).

O Riispoa, ainda vigente, representou um grande avanço na regulamentação do processamento de produtos de origem animal. Esse Regulamento sofreu diversas

modificações ao longo dos anos, na tentativa de acompanhar o desenvolvimento da indústria.

Em 2008, esse Regulamento passou por uma consulta pública, com o objetivo de ser compatibilizado com as normas nacionais mais recentes, as orientações do Codex Alimentarius e normas do Mercosul. Além disso, era necessário incluir novas tecnologias utilizadas na produção de derivados lácteos; adequar e aprimorar as especificações técnicas dos produtos; incluir a nova organização do sistema de inspeção de leite – Sistema Brasileiro de Inspeção (Sisbi) e o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) – e caracterizar os produtos lácteos. O documento foi finalizado pelo MAPA e, até o momento, aguarda aprovação do governo para publicação.

Entre os anos de 1971 e 1989, em função da precariedade dos órgãos de inspeção estaduais e municipais, o serviço de inspeção sanitária e industrial foi centralizado no MAPA, por meio da Lei Federal nº 5.760, de 3 de dezembro de 1971 (BRASIL, 1971). Porém, o MAPA não possuía pessoal nem estrutura física suficiente para fiscalizar e inspecionar a importação de produtos e todos os estabelecimentos produtores de alimentos no Brasil. Dessa forma, em 1989 o governo federal, por meio da Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989 (BRASIL, 1989), descentralizou novamente o serviço de inspeção de produtos de origem animal, delegando competência para Estados e municípios quanto à fiscalização e inspeção de estabelecimentos que processavam alimentos de origem animal.

Cada esfera do governo atua em uma área específica de comércio. Dessa forma, laticínios que desejam realizar o comércio em âmbito nacional e/ou exportar produtos, devem ser registrados no SIF. Já aqueles que pretendem vender apenas para dentro do seu Estado de origem, devem-se registrar no SIE. Por fim, os que irão realizar o comércio municipal, ou seja, em seu município de origem, devem-se registrar no SIM (BRASIL, 1989).

A legislação federal abrange todo o País. Um Estado ou um município pode ter normas próprias, desde que não sejam conflitantes com a federal. Dessa forma, as normas que regem as inspeções municipais e estaduais podem ser iguais ou mais rigorosas do que a federal, mas nunca menos exigentes (BRASIL, 1950). Entretanto, na prática, é possível perceber que, em geral, o rigor das exigências decresce com o âmbito de comércio, ou seja, o SIF é mais exigente do que o SIE, que, por sua vez, é mais exigente do que o SIM.

Outra informação relevante é a de que uma indústria de produtos de origem animal nunca poderá ter duplicidade de registro (BRASIL, 1950). Assim, os interessados em abrir um laticínio deverão, antes de procurar um órgão de inspeção para registro, decidir onde pretendem vender seus produtos.

Em 1998 foi criado o Suasa, com a publicação da Lei Federal nº 9.712 de 20 de novembro de 1998 (BRASIL, 1998b), que alterou a Lei Federal nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, e que dispõe sobre política agrícola (BRASIL, 1991).

Como parte do Suasa, foi criado o Sisbi de Produtos de Origem Animal (Sisbi-POA), onde se inserem os produtos lácteos, além do Sisbi de Produtos de Origem Vegetal (Sisbi-POV) e de Insumos (BRASIL, 1998b).

Os Sisbis têm a responsabilidade de assegurar que os procedimentos e a organização da inspeção de produtos de origem animal e vegetal e dos insumos agropecuários sejam realizados por métodos universalizados e aplicados equitativamente em todos os estabelecimentos inspecionados (BRASIL, 2006a).

A coordenação do sistema fica a cargo do MAPA, que realiza auditorias nos serviços de inspeção que solicitam adesão (BRASIL, 2006b). Esta adesão é voluntária e, para isso, Estados, DF e municípios devem solicitar ao MAPA a verificação e o reconhecimento de sua equivalência para a realização do comércio interestadual (BRASIL, 2006a). Para esse

reconhecimento da equivalência, devem-se adequar os procedimentos de inspeção e de fiscalização, para que sigam a legislação federal ou disponham de regulamentos equivalentes, reconhecidos pelo MAPA (BRASIL, 2006a). Além disso, têm que obedecer a princípios de equivalência, como infraestrutura administrativa, que incluam recursos humanos, estrutura física, sistemas de informação e infraestrutura para desenvolvimento dos trabalhos; trabalhar para garantir a inocuidade e a qualidade dos produtos de origem animal, bem como para prevenir e combater a fraude econômica e exigir que haja controle ambiental por parte das indústrias, atendendo à legislação específica (BRASIL, 2006b).

O objetivo do Sisbi-POA é harmonizar e padronizar os procedimentos de inspeção e fiscalização dos produtos de origem animal em todo o País, tornando-os equivalentes, reduzindo, assim, as diferenças existentes entre os vários âmbitos de inspeção. Dessa forma, aumenta a abrangência de comércio das indústrias registradas nos órgãos estaduais ou municipais que se aderirem ao Sisbi e que poderão realizar comércio interestadual. Em contrapartida, aumenta o rigor das fiscalizações. Atualmente, existem quatro Estados que aderiram ao Sisbi, como MG, PR, BA e RS e o DF; dois consórcios de municípios – Consórcio Intermunicipal de Segurança Alimentar, Atenção à Sanidade Agropecuária e Desenvolvimento Local do Extremo Oeste de Santa Catarina (Consad) e Consórcio Público de Desenvolvimento do Vale do Ivinhema (Codevale), no Mato Grosso do Sul – e oito municípios, sendo estes Uberlândia, MG; Cascavel, PR; Erechim, RS; Rosário do Sul, RS; Santa Cruz do Sul, RS; Alegrete, RS; São Pedro do Butiá, RS e Santana do Livramento, RS (Fig. 1) (BRASIL, 2015).

O Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), órgão fiscalizador no estado de Minas Gerais, aderiu ao Sisbi, desde 2012, no segmento lácteo. A Portaria nº 1.323, de 8 de julho de 2013 (IMA, 2013) estabeleceu que todas as indústrias a ser registradas no

serviço de inspeção do estado de Minas Gerais serão automaticamente inseridas no Sisbi. Os estabelecimentos com registro anterior a essa Portaria serão avaliados individualmente, caso haja interesse na adesão.

A Figura 2 apresenta um resumo das instâncias de inspeção e do Sisbi-POA e do âmbito de comércio de cada uma delas.

Cada órgão de inspeção e o Sisbi/Suasa possuem seus respectivos selos de inspeção, para cada tipo de produto e conteúdo líquido. A Figura 3 apresenta os modelos de selos para leite e derivados, das instâncias federal, do estado de Minas Gerais e do município de Juiz de Fora, MG, além do Sisbi-POA.

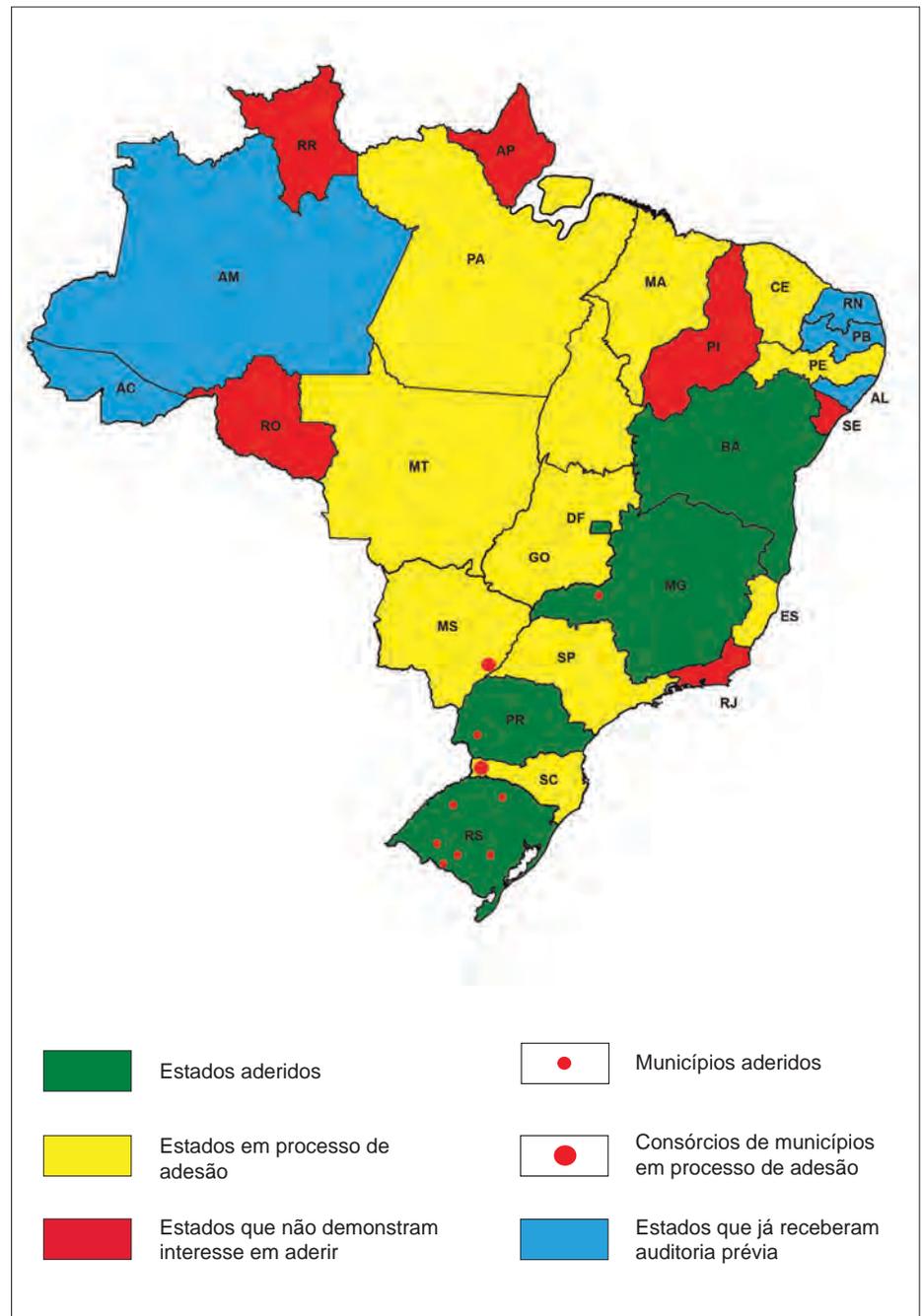


Figura 1 - Situação atual de Estados e municípios com relação ao Sisbi-POA
FONTE: Brasil (2015).

NOTA: Sisbi-POA - Sistema Brasileiro de Inspeção - Produtos de Origem Animal.

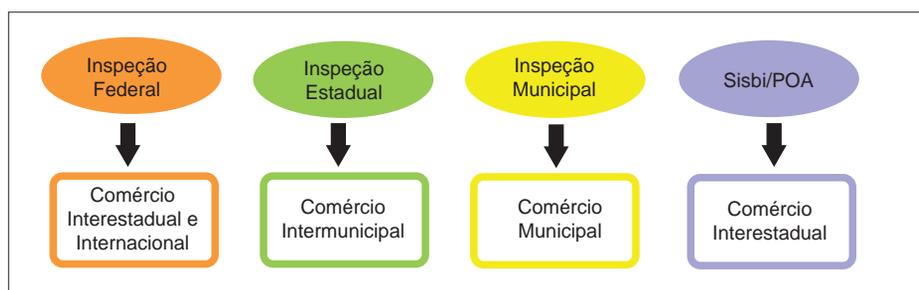


Figura 2 - Instâncias de inspeção federal, estadual e municipal e o Sisbi-POA com seus respectivos âmbitos de inspeção

FONTE: Brasil (1989, 2006a).

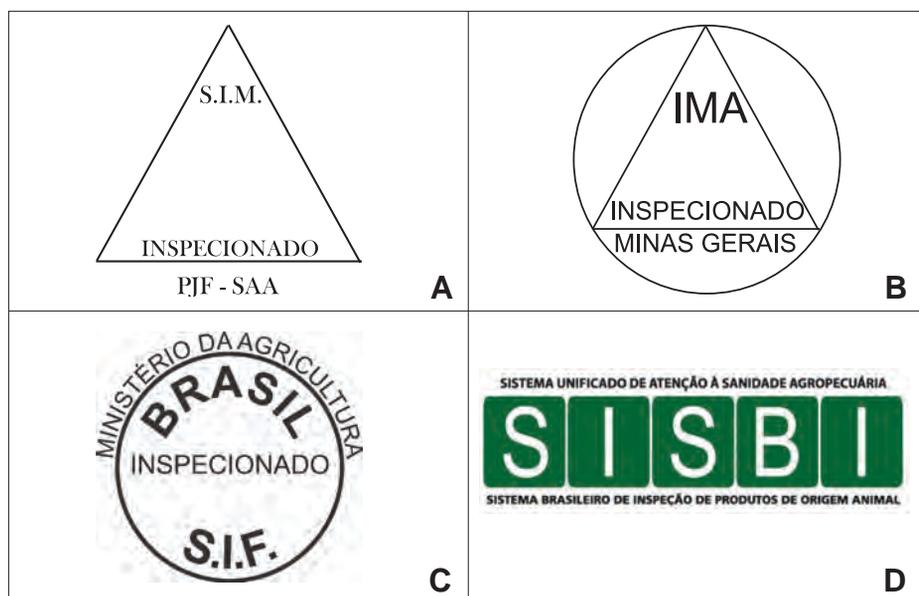


Figura 3 - Modelos de selos do órgão de inspeção para leite e derivados

FONTE: Brasil (1952, 2009), IMA (2012) e Juiz de Fora (2015).

NOTA: A - Município de Juiz de Fora, MG; B - Estado de Minas Gerais; C - Governo federal; D - Sisbi-POA.

S.I.M. - Serviço de Inspeção Municipal; P.J.F-SAA - Prefeitura de Juiz de Fora - Secretaria de Agropecuária e Abastecimento; IMA - Instituto Mineiro de Agropecuária; S.I.F - Serviço de Inspeção Federal.

ETAPAS E REQUISITOS LEGAIS PARA O REGISTRO

Existem várias etapas e requisitos legais a ser cumpridos até a obtenção do título de registro no órgão de inspeção. São descritas a seguir, de forma geral, essas etapas, com base principalmente nas exigências do MAPA e do IMA.

Estudos preliminares

Qualquer empreendimento necessita de estudos aprofundados de mercado, viabilidade econômica, etc. Neste artigo

é feita uma abordagem legal e técnica relacionada somente com a obtenção do registro.

Decisões importantes são tomadas nessa primeira etapa, como a definição do que será produzido, onde será vendido, de quem o leite será comprado, em qual região o laticínio será construído.

Empresas especializadas em consultoria ou profissionais autônomos podem ser contratados para o desenvolvimento dessa etapa inicial, fundamental para garantir a sobrevivência do empreendimento.

Escolha do terreno

A escolha do terreno consiste no primeiro passo para a obtenção de documentos que irão compor o processo de registro. Deve-se fazer um requerimento da vistoria do terreno, que culmina na emissão do laudo desse terreno pelo fiscal agropecuário. Além disso, é importante que tenha autorização da prefeitura para a construção no local escolhido, segundo o código de posturas do município e do órgão ambiental responsável.

A localização do estabelecimento poderá ser urbana ou rural, desde que sejam observadas as normas urbanísticas e outras legislações pertinentes (BRASIL, 1952; IMA, 2003). O laticínio não poderá comprometer residências e empreendimentos no seu entorno, bem como o meio ambiente.

Os estabelecimentos devem-se situar em zonas isentas de odores indesejáveis, fumaça, pó e outros contaminantes. Não devem estar expostos a inundações ou, caso estejam, deverão estabelecer controles, com o objetivo de evitar riscos de perigos de contaminação de alimentos e agravos à saúde (IMA, 2003).

A área do terreno deverá ser compatível com o projeto a ser implantado, bem como prever futura expansão. O ideal é que seja um terreno plano, não úmido, retangular e de proporções adequadas, próximo às regiões produtoras de leite e/ou venda de produtos, com fácil acesso viário, amplo fornecimento de energia elétrica (preferencialmente trifásico), água e meios de comunicação.

O abastecimento de água é fator primordial na escolha da localização do terreno, tanto em quantidade quanto em qualidade. A fonte de abastecimento deve assegurar vazão suficiente para os trabalhos industriais. Para a atividade de laticínios, o ideal é que se tenha em torno de 6 litros de água por litro de leite processado (IMA, 2003). Entretanto, sempre que possível, deverá haver reaproveitamento de água, além de projetos de otimização de processos, de forma que reduzirá o consumo.

Elaboração do projeto do laticínio

A montagem de um laticínio envolve a confecção do layout, da planta-baixa, de codificações, fluxo de pessoas e produção, situação, cortes e fachadas do prédio.

Os equipamentos devem ser dimensionados (tamanho, potência, capacidade, vazão, etc.) e alocados devidamente, a fim de evitar problemas de contrafluxo e/ou contaminação cruzada, além de criar condições futuras de expansão, sem problemas de falta de espaço e sem comprometer os princípios da ergonomia.

Esta etapa requer maior estudo e atenção, pois o tamanho e o número de salas devem ser adequados à produção prevista, para evitar superdimensionamento, o que representaria maior custo de acabamento e de instalações hidráulicas e elétricas, ou subdimensionamento, dificultando uma possível necessidade de expansão futura do laticínio.

Comumente, ocorrem erros nessa etapa por falta de orientação técnica. Nesse caso, como se trata de uma situação bastante específica, não basta apenas que seja contratado um engenheiro civil, responsável pelo projeto e pela obra. É necessário também que tenha um profissional da área de laticínios, que possua conhecimento das normas higiênico-sanitárias da construção, para evitar futuros problemas e entraves à aprovação, pela má estruturação do projeto.

Em geral, os problemas ocorrem quando o órgão de inspeção é procurado apenas após a construção do laticínio, com risco de atrasos em sua liberação ou mudanças no projeto. Por essa razão, o órgão de inspeção deverá avaliar o projeto antes de sua execução e, somente após os acertos necessários no projeto e sua aprovação pela inspeção, o laticínio poderá ser construído.

Qualquer ampliação, remodelação ou construção nos estabelecimentos registrados ou relacionados, tanto de suas dependências, como de suas instalações, apenas poderão ser feitas após aprovação prévia dos projetos (BRASIL, 1952).

Nas Figuras 4 e 5, é apresentado um exemplo simples de uma pequena agroindústria (fábrica de laticínios) de fabricação de queijos frescos, com capacidade máxima de recepção de leite de cerca de 2 mil litros por dia.

As plantas constituem apenas um demonstrativo que serve como base para considerações importantes. Cabe frisar que cada laticínio tem uma particularidade, por causa da posição do vento, produção, produtos a ser gerados (queijo, leite, iogurtes, doce, cremes), posição do sol, tipo e declividade de terreno, particularidades da legislação local, dentre outros.

A área a ser construída deve ser compatível com a capacidade do estabelecimento e o tipo de equipamentos, sendo as dependências orientadas de tal modo que os raios solares (BRASIL, 1952), o vento e as chuvas não prejudiquem os trabalhos industriais (IMA, 2003).

O laticínio deverá ser construído no centro do terreno, afastado das vias públicas, preferencialmente a um mínimo de 5 m na frente, dispondo de entradas laterais que permitam a movimentação dos veículos de transporte (BRASIL, 1952). Diante da impossibilidade do afastamento mínimo, as áreas limítrofes com a via pública deverão ser ocupadas por dependências que permitam a instalação de vitrais fixos ou paredes sem aberturas para o exterior (IMA, 2003).

A área do complexo industrial deverá ser delimitada, de modo que não permita a entrada de animais e pessoas estranhas. Além disso, é proibido residir no corpo industrial ou ter qualquer vínculo com residência (BRASIL, 1952; IMA, 2003).

As dependências de industrialização deverão ser amplas e oferecer condições higiênico-sanitárias aos produtos, a fim de facilitar os trabalhos de inspeção, manipulação de matérias-primas, elaboração de produtos e subprodutos e higienização de equipamentos, pisos, paredes e forros (IMA, 2003). Tais dependências deverão ser construídas de maneira que ofereça um fluxograma operacional e sem contrafluxo em relação à chegada da matéria-prima,

câmaras frias, câmaras de maturação, seção de embalagem e acondicionamento, armazenagem e expedição (IMA, 2003).

Nesse caso, o contrafluxo ocorre quando existe fluxo cruzado entre produtos crus, semiacabados e prontos para o consumo. Dessa forma, o sentido dentro do laticínio deverá ser único, sem retorno. Isso pode ser verificado na Figura 4, onde o sentido de produção garante que não haja contrafluxo, uma vez que a matéria-prima (que passa por controle de qualidade na recepção e laboratório) é processada, até ser estocada como queijo nas câmaras frias.

No projeto, devem ser previstas portas com dimensões suficientes para atender a todos os trabalhos, inclusive a entrada ou a retirada de equipamentos. Todas as portas e seus caixilhos devem ser de material não absorvente, de fácil higienização, com completa vedação, de modo que não permita a entrada de ar da área suja para a área limpa, bem como a entrada de pragas (IMA, 2003).

As janelas e as portas devem ser de material de fácil higienização e com completa vedação (Fig. 6). É obrigatório o uso de telas milimétricas e removíveis, para facilitar a higienização, à prova de insetos em todas as portas externas e janelas das dependências, onde serão elaborados e/ou estocados produtos comestíveis. As armações das telas deverão ser construídas de maneira que não prejudiquem a iluminação das dependências (IMA, 2003).

As janelas deverão estar no mesmo alinhamento e prumo das paredes. Deverão ser de caixilhos metálicos (IMA, 2003), de vidro ou de acrílico, principalmente quando localizadas sobre a área de fabricação. Não devem possuir peitoril e, quando existente, deverão ser inclinados (45°) e impermeabilizados (IMA, 2003). Podem ser totalmente vedadas ou permitir abertura, dependendo das condições do laticínio. O ideal é que se localizem, no mínimo, a uma altura de 2 m do piso.

O teto poderá ser de laje de concreto, de alumínio ou somente telhado com forro de PVC (Fig. 7). É imprescindível que permita fácil higienização, resistência a umidade

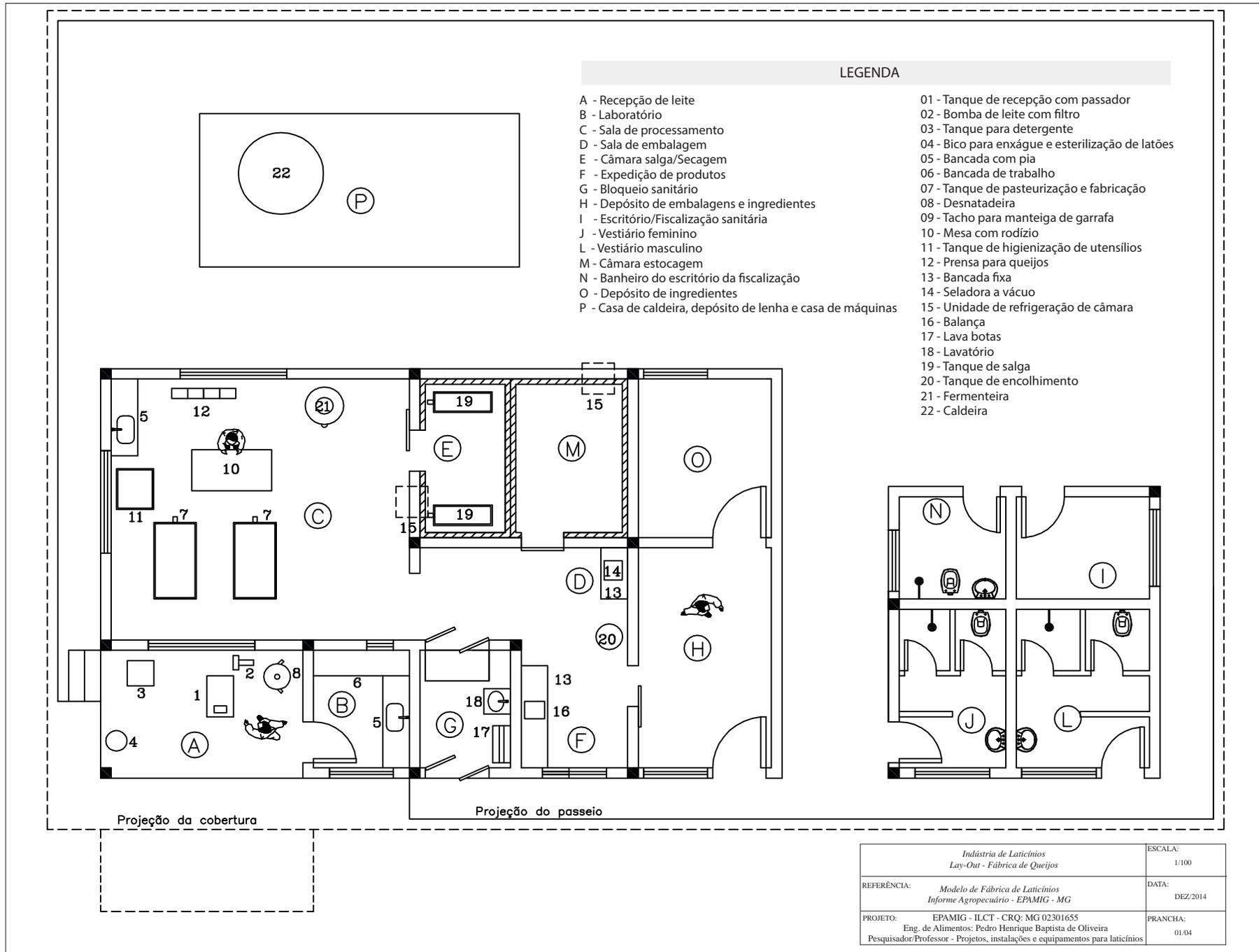


Figura 4 - Exemplo de Fábrica de Laticínios - produtora de queijos

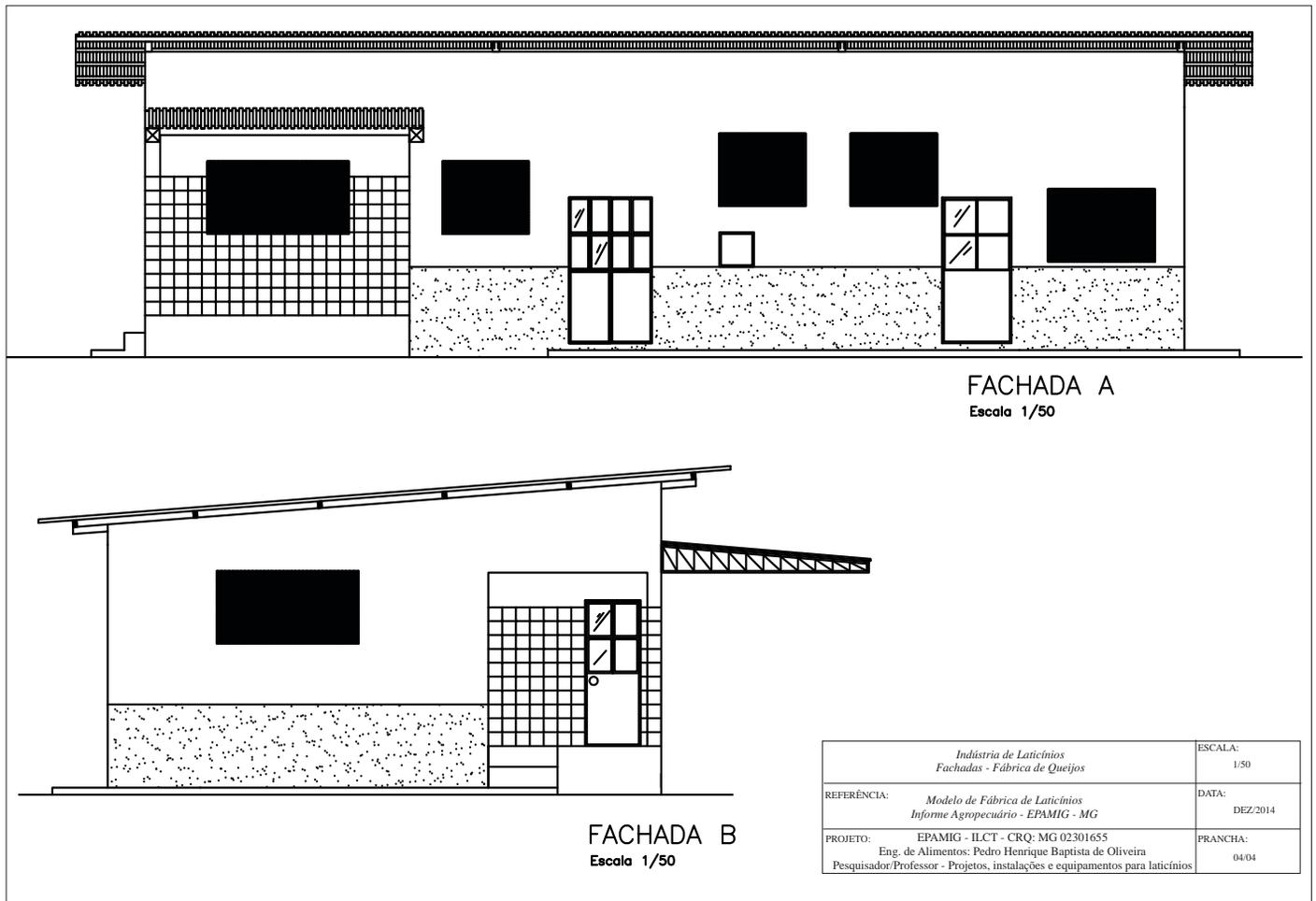


Figura 5 - Modelo de Fábrica de Laticínios - fachada



Figura 6 - Modelos de janelas e portas mais usados em laticínios

NOTA: A - Janela com tela milimetrada removível; B - Porta de alumínio; C - Porta em PVC com abertura em vaivém.

Fotos: Pedro Henrique Baptista de Oliveira



Ana Cristina Ajub

Figura 7 - Modelo de teto em laje de concreto

NOTA: Na foto ainda é possível perceber a proteção contra quedas de lâmpada.

e a vapores, vedação adequada, e que não apresente possibilidade de contaminação de produtos. É proibido o uso de pintura descamável (IMA, 2003). Além disso, nunca poderão ser utilizadas telhas de amianto.

O pé-direito da área industrial deverá ser de, no mínimo, 3,5 m, sendo sugerida essa altura para maior conforto térmico e dispersão convectiva de gases e de calor.

Tanto a plataforma de recepção do leite, quanto os laboratórios e o setor de lavagem de vasilhame devem ter, no mínimo, 3 m de pé-direito, e vestiários e sanitários, com o mínimo de 2,8 m (BRASIL, 1952).

O piso deve ser de material de cor clara, antiderrapante, de baixa ou nula capacidade de absorção de água, resistente a impactos mecânicos, a ácidos e álcalis e de fácil higienização. Recomendam-se as cerâmicas industriais como Gressit, Korodur, Uretano ou outros comprovadamente adequados à finalidade (Fig. 8). O rejunte deve obedecer às mesmas especificações do piso industrial.

As junções entre piso e parede deverão ser abauladas, para facilitar a higienização. O piso deverá ter declividade mínima de 2% para ralos sifonados ou canaletas, a fim de facilitar o escoamento de água. Águas residuais de áreas sujas jamais poderão escoar para a área limpa (IMA, 2003).

As paredes em alvenaria deverão ser impermeabilizadas com azulejos ou outro material não absorvente, de cor clara, lavável, até

a altura de 2 m na área industrial e até 1,5 m nos sanitários e vestiários. Devem ser lisas, sem fendas e de fácil higienização. É necessário que o rejunte do material de impermeabilização seja também de cor clara, que não permita acúmulo de sujidades e que as junções entre as paredes sejam arredondadas (BRASIL, 1952; IMA, 2003). É conveniente que, até a altura de 50 cm, seja usado o mesmo material do piso. As paredes poderão ser ainda de estrutura metálica, vidro, plástico rígido transparente ou outros materiais adequados à atividade. Na construção total ou parcial de paredes, não será permitida a utilização de materiais do tipo elemento vazado, exceção à sala de máquinas (IMA, 2003).

A iluminação deverá possibilitar a perfeita realização de todos os trabalhos, sem comprometer a higiene, sem alterar a cor dos produtos ou causar sombreamentos. Deverá ser instalada de forma que facilite a manutenção e possuir proteção contra quedas e rompimentos (Fig. 7) (IMA, 2003; BRASIL, 2009). Ressalte-se que a luz natural jamais dispensa a artificial (BRASIL, 2009).

O estabelecimento deverá ter ventilação suficiente para o conforto térmico dos colaboradores, evitando calor excessivo, para que não ocorra condensação no ambiente industrial. Deve proporcionar também a eliminação do ar contaminado e odores indesejáveis (BRASIL, 2009).

Especial atenção deve ser dada para impedir que haja corrente de ar de um setor

para outro, principalmente da área suja para a área limpa, a fim de evitar a contaminação cruzada (IMA, 2003).

No caso de uso de exaustores, estes deverão ser providos de telas milimetradas removíveis. Jamais poderão ser utilizados ventiladores ou circuladores de ar no ambiente industrial, qualquer que seja a sua finalidade.

As instalações elétricas deverão ser dimensionadas de acordo com os equipamentos a ser utilizados. Poderão ser internas ou externas. Se externas, deverão ser protegidas por canaletas identificadas. Jamais poderão estar expostas, pois dificulta a higienização, acumula sujidades e representa perigo para os colaboradores. A vantagem da instalação elétrica externa é a praticidade, caso seja necessária a sua manutenção.

As tubulações devem ser posicionadas para facilitar sua manutenção e inspeção. Por isso, é recomendável que sejam instaladas externamente e estejam devidamente identificadas, conforme as convenções de cores da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994), apresentadas na Figura 9.

O laticínio deve dispor de água com pressão e temperatura adequadas em todos os setores. Deve ser dotado de misturador de vapor ou água quente, com temperatura adequada à higienização, e de recursos que possibilitem a climatização ambiental,



P.H.B. de Oliveira

Figura 8 - Dois modelos de pisos
 NOTA: A - Piso tipo Gressit; B - Piso tipo Uretano.
 FONTE: (B) Revestsystem (2015).



Figura 9 - Cores básicas de pintura aplicada às tubulações em laticínios
 FONTE: ABNT (1994).

quando necessária, e o fornecimento de água em abundância (IMA, 2003).

A água utilizada no estabelecimento pode ser oriunda de abastecimento público ou de rede própria. Deve apresentar, obrigatoriamente, as características de potabilidade especificadas pelos órgãos competentes. Qualquer que seja sua origem, deverá ser compulsoriamente clorada no laticínio por cloradores, preferencialmente automáticos. São recomendados dispositivos de alerta sonoros e visual para controle da cloração (BRASIL, 2009). Tal cloração não exclui, em certos casos, o tratamento prévio completo (floculação, sedimentação, filtração, neutralização e

outras fases), tecnicamente recomendado, principalmente para as águas de superfície (IMA, 2003).

A água de recirculação, como de trocadores de calor, deve manter suas características originais de qualidade (BRASIL, 2009). A água de recuperação, utilizada na refrigeração ou água não potável, somente poderá ser utilizada para apagar incêndios e outros propósitos similares não relacionados com alimentos. Deverá ser transportada por tubulações completamente separadas, identificadas por meio de cores, sem que haja nenhuma conexão transversal, nem processo de retrossifonagem, com as tubulações que conduzem água potável (IMA, 2003).

As mangueiras existentes nas seções industriais, quando não estiverem em uso, deverão ficar em suportes próprios e fixos, sendo proibida a sua permanência sobre o piso (IMA, 2003).

Todo o vapor que entrar em contato direto com o leite, derivados e outros ingredientes, ou utilizado em processos que afetarem a qualidade do leite e seus derivados, deverá ser filtrado e originário de água potável (IMA, 2003).

A rede de distribuição de água potável deverá ser projetada, construída e mantida de forma que a pressão de água no sistema seja sempre superior à pressão atmosférica, para impedir contrafluxo e, conseqüentemente, possibilitar a entrada, por sucção, de água contaminada no sistema. Para prevenir que alguma falha permita eventuais quedas na pressão e entre água contaminada no sistema, as saídas de água nunca devem ficar submersas, por exemplo, em cubas de enxágue de fôrmas. Caso seja impossível atender a essa condição, deverão ser instalados, na planta da rede hidráulica, dispositivos eliminadores de vácuo (*vacuum breakers*), capazes de evitar a sucção de água (BRASIL, 2009).

A rede de distribuição de água deve ficar livre de pontos ou trechos de tubulação, onde a água não circule livremente, ou seja, não deverá ter fins de linha bloqueados, o que normalmente ocorre, quando se

elimina algum ponto de saída de água e a tubulação que o alimentava ainda persiste (BRASIL, 2009).

O reservatório de água deve situar-se em local de fácil acesso e permanecer tampado. Sua higienização deverá ser feita com frequência mínima semestral (IMA, 2003).

As águas residuais devem ser coletadas por tubulação própria, identificada para evitar cruzamento de fluxo e destinadas à estação de tratamento (BRASIL, 2009), de modo que o deságue não seja realizado diretamente na superfície do terreno. O seu tratamento deve seguir as prescrições estabelecidas pelo órgão competente. As bocas de descarga para o meio exterior deverão possuir grades metálicas à prova de roedores ou dispositivos de igual eficácia (IMA, 2003).

A rede de esgoto deverá ser dividida em industrial e doméstica (sanitários, vestiários, administração, sala da inspeção, etc.). Quando vestiários e sanitários fizerem divisa de parede com a área industrial, as tubulações da rede de esgoto deverão passar, preferencialmente, na parede contrária, mais distante do setor de produção, a fim de evitar problemas futuros.

A coleta das águas residuais nas áreas de manipulação deverá ser feita por meio de ralos sifonados, que impeçam a presença de resíduos sólidos e refluxo de gases (BRASIL, 2009), com dispositivo de fechamento (Fig. 10). Esses ralos deverão ser localizados de forma estratégica à declividade do piso. Também poderão ser utilizadas canaletas, dimensionadas para o volume de águas residuais a ser conduzidas, com fundo abaulado, revestidas com o mesmo material do piso (IMA, 2003), com abertura que permita sua adequada higienização interna e que seja protegida por grade (Fig. 11).

A recepção de leite cru deverá ser ampla, e a plataforma, quando existente, equipada para facilitar os trabalhos. Sua cobertura poderá ser de estrutura metálica e alumínio, com prolongamento suficiente para abrigar os veículos transportadores (IMA, 2003).

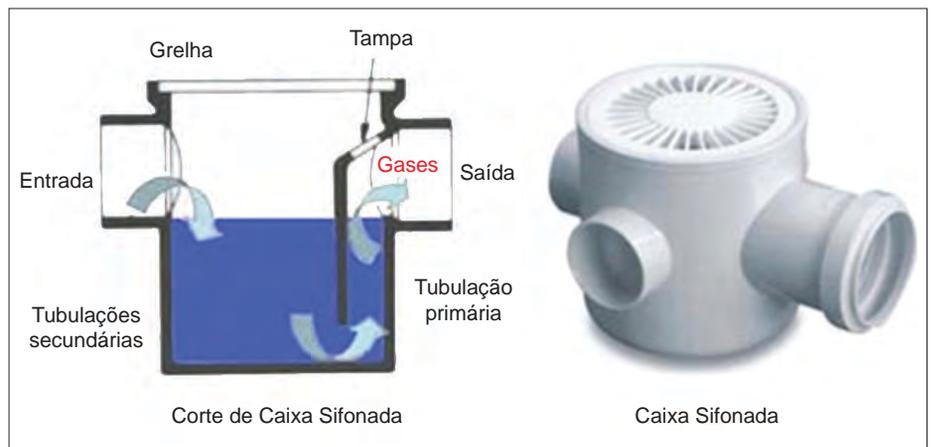


Figura 10 - Caixa sifonada

FONTE: Suzuki (2014).

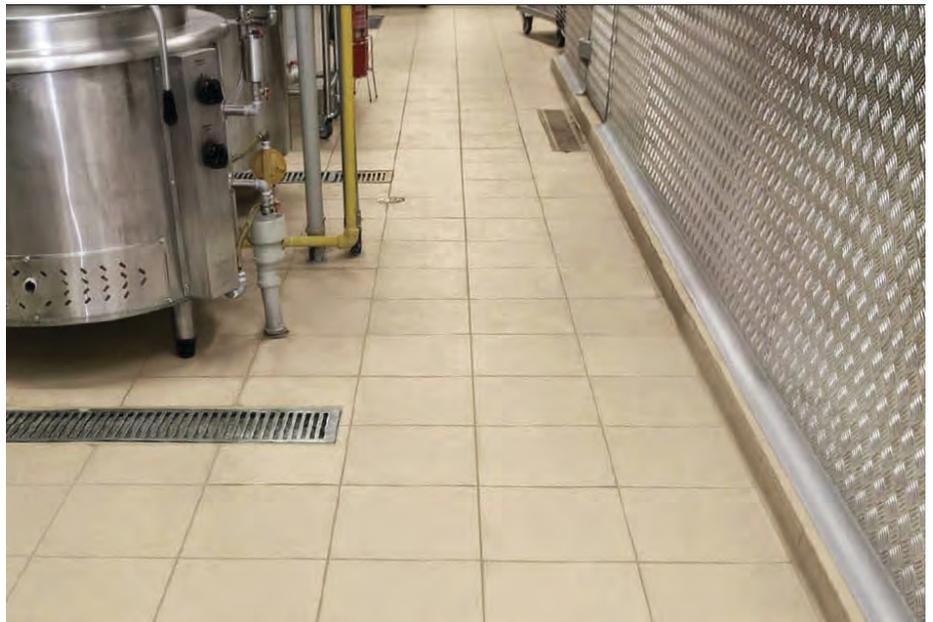


Figura 11 - Exemplos de canaletas com grade para escoamento de águas residuais

FONTE: NBK Pisos Técnicos (2014).

A indústria que ainda recebe leite em latões deverá dispor de local apropriado para a limpeza destes, que devem ser devolvidos aos produtores devidamente higienizados (IMA, 2003). Deve possuir laboratórios estratégicos para facilitar a coleta de amostras e a realização de todas as análises de rotina necessárias à seleção do leite. No caso de fazer análises físico-químicas e microbiológicas do leite no próprio laticínio, a estrutura física para estas análises deverá ser separada.

O setor de recepção do leite é considerado área suja, portanto não deve possuir acesso direto para o laticínio e deve ser separado por paredes completas. Da mesma forma, colaboradores que trabalham neste setor não podem adentrar o laticínio sem antes passar por um procedimento de troca de uniformes e assepsia.

A recepção e a seleção de produtos de retorno ao comércio, para aproveitamento condicional ou condenação, serão feitas em dependência própria, havendo necessidade de água em abundância para lavagem

externa das embalagens, dos tanques para os produtos e dos coletores para as embalagens após seu esvaziamento. Esse setor, por ser considerado área suja, deverá ser independente (IMA, 2003).

A indústria deverá possuir uma área de acesso conhecida como barreira sanitária, bloqueio ou gabinetes sanitários, onde os colaboradores irão fazer a higienização das mãos e das botas antes de adentrarem. Esse setor deverá ser provido de lava-botas; pia com torneiras sem acionamento manual; saboneteira com sabonete líquido inodoro, para lavagem das mãos, bem como sanitizante para assepsia, como álcool gel; papel toalha descartável, branco, ou seja, não reciclado, para secagem das mãos; lixeiras com tampa acionada por pedal, e tapete sanitário com sanitizante para as botas (IMA, 2003; BRASIL, 2009). O uso de pedilúvios não é recomendado, pois estes possuem manutenção mais trabalhosa, acumulam matéria orgânica (MO), reduzindo a eficácia do processo de desinfecção.

Em cada dependência de manipulação, localizada estrategicamente, deverá existir um gabinete sanitário para higienização das mãos, composto por pia com torneiras sem acionamento manual; saboneteira com sabonete líquido inodoro, sanitizante; papel toalha não reutilizável e lixeiras com tampa acionada por pedal (IMA, 2003).

Os vestiários e sanitários devem ser separados por sexo, em número suficiente e dimensões compatíveis que atendam aos colaboradores do laticínio. Devem ser localizados em ambientes separados, porém, no mesmo prédio do laticínio ou em prédio anexo, desde que haja acesso coberto para os colaboradores, e nunca poderão ter acesso direto à área de manipulação de alimentos (BRASIL, 2009).

A proporção adequada dos sanitários será de um mictório e um vaso sanitário para cada grupo de 30 e 20 homens, respectivamente. O sanitário feminino deverá obedecer à proporção de um vaso sanitário para cada 15 mulheres. Os chuveiros, providos de água fria e quente e localizados em separado dos sanitários, deverão aten-

der à proporção de um para cada grupo de 20 colaboradores. Proíbe-se a instalação de vaso sanitário tipo “turco” (IMA, 2003).

Os sanitários deverão possuir, ainda, assim como descrito para a barreira sanitária, pia sem acionamento manual, sabonete líquido inodoro, sanitizante, papel toalha não reutilizável e lixeiras com tampa articulada (BRASIL, 2009). Os pisos e as paredes devem ser impermeáveis, sendo estas até, no mínimo, 1,5 m. Os forros devem ser adequados e as janelas metálicas, para permitir ventilação e iluminação suficientes (IMA, 2003).

Os vestiários deverão ter armários individuais separados, para a guarda de roupas, uniformes e botas, constituídos de estrutura metálica ou outro material adequado de fácil limpeza e suficientemente ventilados (IMA, 2003).

Os equipamentos e utensílios deverão ser de material de fácil limpeza, que não causem alterações no produto (BRASIL, 2009), preferencialmente, de aço inoxidável, fibra de vidro ou outro material que não transfira substâncias tóxicas, odores e sabores. Não poderão ser absorventes, e terão que ser resistentes à corrosão e capazes de resistir às repetidas operações de limpeza e desinfecção, de acordo com sua finalidade. Tubulações e conexões deverão ser de aço inoxidável, não sendo permitido o uso de material plástico (IMA, 2003).

Deverão, também, possuir desenho sanitário, sem cantos vivos, e apresentar-se em ótimo estado de conservação, sem ranhuras, frestas, juntas, poros e soldas salientes ou outras imperfeições que dificultem o processo de higienização (IMA, 2003).

Jamais poderá ser utilizada madeira dentro da fábrica. Em alguns casos, os órgãos de inspeção podem autorizar o uso de prateleiras de madeira, para a maturação de queijos, caso a empresa comprove que haja controle eficaz sem interferência negativa na qualidade do produto final. Também não podem ser utilizados termômetros de vidro e/ou mercúrio, por causa do risco de quebra e contaminação física e/ou química dos produtos.

Os equipamentos devem estar localizados estrategicamente, obedecendo a um fluxograma operacional racionalizado, de forma que facilite a realização dos trabalhos, inclusive a higienização, e a circulação de pessoas e produtos. Deverão ser de fácil desmontagem e manutenção, projetados para atender à finalidade a que se destinam e com a capacidade produtiva do estabelecimento (BRASIL, 2009). Recomenda-se, como regra geral, um afastamento mínimo de 0,50 m entre tais equipamentos e as paredes, colunas e divisórias (IMA, 2003). Para que não haja problemas futuros, no momento da compra de equipamentos, especial atenção deverá ser dispensada ao tipo de processo de higienização requerido ou permitido.

Os equipamentos destinados ao pré-beneficiamento e/ou beneficiamento do leite, conforme o caso, constarão de tanques de recepção, dotados de tela milimétrica de aço inoxidável fixada em suporte metálico e tampa; bomba sanitária; filtro sob pressão; tanque de equilíbrio; resfriador e/ou pasteurizador, e, opcionalmente, homogeneizador, bem como equipamento para esterilização, quando for o caso. A máquina padronizadora, se existente, deverá ser considerada complementar ao filtro de permeação sob pressão. Em todas as unidades de processamento ou beneficiamento será obrigatória a utilização da filtração fina. Os pasteurizadores a placas deverão possuir painel de controle, termômetro e válvula de derivação em perfeito estado de funcionamento (IMA, 2003).

A produção de derivados deverá ser realizada em áreas bem dimensionadas e em número suficiente, separadas fisicamente de acordo com a quantidade e as características de processamento dos produtos e, principalmente, pelo correto fluxo de produção, evitando o contrafluxo ou fluxo cruzado, que possibilita contaminações alimentares. Da mesma forma, consideradas suas capacidades e particularidades, os estabelecimentos deverão ter número suficiente de câmaras, bem como depósitos secos e arejados, para armazenar toda a

produção, localizados de modo que ofereça sequência adequada em relação à industrialização e à expedição (IMA, 2003).

Deverá haver almoxarifado para guardar embalagens, preferencialmente em armários fechados, e demais insumos alimentícios para fabricação. O local deverá ser sempre arejado, livre de insetos, roedores e pássaros. Dentro do laticínio, poderão permanecer produtos para o uso diário, a fim de facilitar o andamento das atividades (IMA, 2003). Produtos de limpeza e demais produtos químicos deverão ser armazenados em local separado (IMA, 2003), ventilado e exclusivo para essa finalidade. Sempre que houver o armazenamento de substâncias potencialmente perigosas, deverão ser guardadas em armário com tranca. A chave deve ficar sob a responsabilidade de um funcionário de confiança.

Todas as áreas de estocagem deverão dispor de estrados removíveis, não sendo permitido o contato direto do produto com piso e/ou paredes, mesmo que embalado, envasado e/ou acondicionado. Produtos que, pela sua tecnologia, exigem a estocagem em câmaras frias, deverão ter o afastamento adequado entre si e entre as paredes, de modo que permita a necessária circulação de frio (IMA, 2003). Recomenda-se um mínimo de 30 cm de afastamento.

As câmaras deverão ser específicas para cada finalidade a que se destinam, como salga de queijos, maturação e estocagem de produtos acabados, sempre respeitando a natureza do produto, a temperatura e a umidade (UR) relativas necessárias. Deverão atingir as temperaturas exigidas, bem como o grau higrométrico desejado para cada produto. Em todos os casos serão instalados termômetros externos além de higrômetros para as câmaras de maturação de queijos (IMA, 2003).

As portas das câmaras deverão ser em aço inoxidável ou outro material, desde que o interessado comprove ser adequado às atividades desenvolvidas, dotadas ou não de cortina de ar. As paredes deverão ser convenientemente isoladas termicamente e revestidas com cimento liso ou outro

material, desde que o interessado comprove ser adequado às atividades desenvolvidas. Câmaras frias e antecâmaras jamais poderão ter ralos ou canaletas. Deverão ter desnível em direção à porta, por onde o deságue da água de higienização será feito (IMA, 2003).

O setor de expedição deverá estar localizado estrategicamente para atender um fluxograma operacional racionalizado em relação à estocagem e à saída do produto do estabelecimento. Poderá ser feito por óculo ou porta telada. Sua cobertura poderá ser de estrutura metálica, com folha de alumínio galvanizada, e prolongamento suficiente para abrigar veículos transportadores (IMA, 2003).

O escritório do laticínio não deverá ter acesso direto à área industrial (IMA, 2003). Deve ser localizado de forma estratégica para facilitar os trabalhos.

O laticínio deverá providenciar um local para a sede da inspeção provida de sanitário, vestiário com armários separados para guardar roupas e calçados, mesa, cadeira e arquivos (BRASIL, 1952). Essa sala será de uso exclusivo do fiscal agropecuário e deverá estar localizada próxima ao laticínio.

A caldeira deverá ficar em prédio específico, afastada, no mínimo, 3 m de outras construções. Deverá atender à legislação específica do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e ser operada por pessoa capacitada e habilitada. Quando alimentada a lenha, esta terá que ser depositada em local adequado (IMA, 2003), de modo que não prejudique a higiene do estabelecimento e não sirva como abrigo de pragas.

A sala de máquinas deverá dispor de área adequada, instalações e equipamentos, segundo a capacidade e a finalidade do estabelecimento. Quando localizada no prédio industrial, deverá ser separada de outras dependências por paredes completas. Recomenda-se, para melhor arejamento, que as paredes externas, quando existentes, sejam em elemento vazado (IMA, 2003).

A área externa à edificação, onde ocorrerá o trânsito de veículos, deverá ser considerada fonte potencial de contaminação que pode ser carregada para o interior da in-

dústria. Segundo Brasil (1952), a indústria de laticínios deverá ter área suficiente para circulação de veículos de carga e descarga. Deverá, também, ser pavimentada e com declividade suficiente, para que não ocorra acúmulo de água. O material a ser utilizado na pavimentação, além de não permitir a formação de pó, deverá possibilitar a limpeza do pátio (IMA, 2003).

Poderá ter áreas de jardins, as quais contribuem para melhorar o ambiente e ajudam no escoamento de água, porém deverão ser bem cuidadas, de forma que não sirvam de abrigo para pragas. As plantas devem ser mantidas podadas, limpas, sem acúmulo de lixo ou de material em desuso.

O lixo produzido no laticínio deve ser, preferencialmente, separado em orgânico e reciclável. O lixo orgânico deve ser armazenado em local isolado coberto, sem acesso a pragas.

Oficinas e dependências para higienização dos veículos deverão estar localizadas em prédio anexo, de forma que não prejudiquem os trabalhos industriais e que causem problemas de contaminação.

Veículos de transporte e contentores de produtos deverão ser projetados, construídos e dotados de equipamentos que assegurem a manutenção da temperatura. Devem possuir paredes lisas, de fácil limpeza, ser vedados, para evitar o ingresso de pragas e o escoamento de líquidos (BRASIL, 2009).

Recomenda-se a instalação de lavanderia, para que seja evitado o inconveniente da lavagem caseira dos uniformes de trabalho. Quando existente, a lavanderia deverá ser localizada, de preferência, próxima aos vestiários (IMA, 2003).

O comércio varejista é opcional. Sua comunicação não pode ocorrer diretamente com o setor industrial. Se existente, deverá localizar-se, preferentemente, próximo às vias públicas, para que o acesso de pessoas a esse setor não traga inconvenientes de ordem higiênico-sanitária (IMA, 2003).

A presença ou ausência de refeitório deverá cumprir normas específicas. Entretanto, proíbe-se a realização de refeições em dependências que não sejam para essa finalidade (IMA, 2003).

Documentação para solicitar registro

Cada órgão de fiscalização sanitária possui sua exigência em termos de documentação, para que seja dado início ao processo de registro.

Em geral, são necessários o requerimento de registro em formulário próprio; laudo de vistoria do terreno; memorial econômico-sanitário; memorial descritivo da construção; anotação de responsabilidade técnica; termo de compromisso; documentação da prefeitura que autoriza a construção; licença ambiental e plantas do futuro laticínio. Além disso, antes da emissão do registro e após a construção do laticínio, é necessário que se faça uma análise da água de abastecimento. A coleta deverá ser realizada pelo fiscal, e o laudo, anexado à documentação.

Os maiores entraves dessa etapa encontram-se na elaboração do projeto. Por isso, é importante que exista boa comunicação entre as partes interessadas. A fiscalização irá analisar se toda a documentação está de acordo com a legislação específica para a industrialização de leite e derivados.

As plantas do estabelecimento devem ser assinadas por um profissional habilitado e compreendem: planta baixa de cada pavimento, na escala de 1:100; planta de situação, contendo detalhes sobre rede de esgoto e abastecimento de água, na escala de 1:500; planta da fachada e cortes longitudinal e transversal, na escala mínima de 1:50; quando exigidos, detalhes de aparelhagem e instalações, na escala de 1:10 (BRASIL, 1952); além de planta com indicação de fluxo de pessoas e produtos.

A convenção de cores para a elaboração de plantas de laticínios, para registro ou reforma de estabelecimento, deve obedecer às especificações a seguir (BRASIL, 1952):

- a) estabelecimentos novos, cor preta;
- b) estabelecimentos a reconstruir, ampliar ou remodelar:

- cor preta para as partes a ser conservadas,
- cor vermelha para as partes a ser construídas,
- cor amarela para as partes a ser demolidas,
- cor azul para elementos construídos em ferro ou aço,
- cor cinza pontuada de nanquim, para as partes de concreto,
- cor terra de siene para as partes em madeira.

Quando o estabelecimento possuir registro em outro âmbito de inspeção e desejar mudar de órgão, deve solicitar que seja realizada uma inspeção prévia. Nesse caso, serão avaliadas todas as dependências; a situação em relação ao terreno; as instalações e equipamentos; a natureza e o estado de conservação das paredes, pisos, tetos e pé-direito, bem como das redes de esgoto e de abastecimento de água, descrevendo detalhadamente a procedência, captação, distribuição, canalização e escoadouro (BRASIL, 1952).

Satisfeitas as exigências quanto à documentação, será autorizado o início da construção. Todo o projeto deverá ser executado exatamente como foi aprovado pelo órgão de inspeção. Finalizada a obra, o fiscal realizará a vistoria e, após verificar o cumprimento de toda a legislação específica, emitirá o título de registro, onde constará o número do registro, o nome da firma, a classificação do estabelecimento, sua localização e outros detalhes necessários (BRASIL, 1952).

Registro de produtos

Concomitantemente à construção do laticínio, poderão ser trabalhados os layouts dos rótulos, para registro dos produtos. Muitas normas, de diversos órgãos, deverão ser consultadas. Por isso, nessa etapa, o interessado deverá contar com a ajuda de um profissional da área, que tenha conhecimento da legislação específica de rotulagem.

A documentação para registro do produto também irá variar com o órgão de inspeção onde se deseja fazer o registro do estabelecimento. Em geral, são exigidos o croqui do rótulo, no tamanho real de utilização no produto, além do memorial descritivo do produto, em que constarão informações como: o tipo de embalagem, o peso, os percentuais de ingredientes e aditivos, a descrição do processo de fabricação, a periodicidade de análises do leite e do produto, dentre outras.

No MAPA, toda a documentação para registro de produtos deve ser inserida no Sistema de Informações Gerenciais do Serviço de Inspeção Federal (Sigsif). O registro dos produtos ocorre em seguida ao registro do estabelecimento. Por isso, é importante que toda a documentação esteja pronta na emissão do título de registro, para que não ocorram atrasos no início da produção.

Qualquer alteração posterior ao registro, seja no layout do rótulo, seja na formulação do produto, deverá ser autorizada pelo órgão de inspeção responsável.

Testes de produção, treinamento de funcionários e implantação de programas de autocontrole

Após a construção do laticínio e antes do início da produção comercial, é importante que profissionais qualificados realizem testes nos equipamentos, nas instalações e na fabricação de produtos, para testar as formulações, a fim de padronizá-las. O ideal é que os testes de formulação sejam realizados antes do registro de produtos, para que não sejam necessárias alterações nos memoriais descritivos. Assim, poderão ser contratadas empresas que prestam esse tipo de consultoria e que disponham de local para fabricação, caso o futuro laticínio ainda não esteja pronto. Além disso, é imprescindível o treinamento dos colaboradores, cada qual em sua área

específica de atuação, sempre primando pelas boas práticas.

A implantação e a implementação dos programas de autocontrole deverão ocorrer assim que a produção comercial iniciar. Todos os colaboradores deverão conhecer e participar de todo o processo. Toda a documentação escrita deve ser apresentada ao órgão de inspeção, assim que solicitada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A regularização e o registro das indústrias de laticínios são de fundamental importância para a garantia da qualidade e do fornecimento de alimentos seguros aos consumidores.

É preciso que haja maior conscientização da população, para que não adquira produtos sem procedência e/ou sem registro.

É necessário que o governo aumente a fiscalização e atue de forma incisiva para a interdição de laticínios irregulares.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 6493**: emprego de cores para identificação de tubulações. Rio de Janeiro, 1994. 5p.

BRASIL. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Rio de Janeiro, 7 jul. 1952, Seção I, p. 10785.

BRASIL. Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006. Regulamenta os arts. 27-A, 28-A e 29-A da Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, organiza o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 31 mar. 2006a.

BRASIL. Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950. Dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Rio de Janeiro, 19 dez. 1950.

BRASIL. Lei nº 5.760, de 3 de dezembro de 1971. Dispõe sobre a inspeção sanitária in-

dustrial dos produtos de origem animal e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 7 dez. 1971.

BRASIL. 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 da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 nov. 1989.

BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 12 nov. 1990.

BRASIL. 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.

BRASIL. Lei nº 9.677, de 2 de julho de 1998. Altera dispositivo do Capítulo III do Título VIII do Código Penal, incluindo na classificação dos delitos considerados hediondos crimes contra a saúde pública, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 3 jul. 1998a.

BRASIL. Lei nº 9.712, de 20 de novembro de 1998. Altera a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, acrescentando-lhe dispositivos referentes à defesa agropecuária. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 nov. 1998b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 19, de 24 de julho de 2006. Estabelece os requisitos para adesão dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, 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 Inspeção de Insumos Pecuários, na forma dos Anexos I, II, III e IV. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 28 jul. 2006b. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 2, de 12 de fevereiro de 2009. Define o

modelo do logotipo a ser inserido na rotulagem dos produtos dos estabelecimentos registrados nos Serviços de Inspeção que aderirem ao Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 fev. 2009. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (SISBI-POA)**. [Brasília, 2015]. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_tematicas/Cooperativismo/3RO/App_SISBI-POA.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2015.

BRESSAN, M.C. **Legislação de alimentos de origem animal** Lavras: UFLA: FAEPE, 1999. 365p. Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Processamento e Controle de Qualidade em Carne, Leite, Ovos e Pescado.

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: ARTMED, 2002. 424p.

FURLANETTO, L.V. et al. Avaliação da fervura na inativação de patógenos em leite integral de vaca, cabra e búfala experimentalmente contaminados. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 63-67, 2009.

GIANNINO, M.L. et al. A DNA array based assay for the characterization of microbial community in raw milk. **Journal of Microbiological Methods**, v. 78, n. 2, p. 181-188, Aug. 2009.

IMA. **Portaria nº 600, de 23 de julho de 2003**. Aprova o Manual de Normas Higiênicas-Sanitárias e Tecnológicas para Leite e Produtos Lácteos. Belo Horizonte, 2003.

IMA. **Portaria nº 1.261, de 9 de novembro de 2012**. Dispõe sobre rotulagem de produtos de origem animal. Belo Horizonte, 2012.

IMA. **Portaria nº 1.323, de 8 de julho de 2013**. Normas aplicáveis à inclusão no Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (SISBI/POA) de estabelecimentos de produtos de origem animal. Belo Horizonte, 2013.

JUIZ DE FORA. Secretaria de Agropecuária e Abastecimento. **Serviço de Inspeção Municipal**: trabalho da SAA beneficia o

meio rural e urbano. Juiz de Fora, 2010. Disponível em: <<http://www.pjf.mg.gov.br/noticias/view.php?modo=link2&idnoticia2=24379>>. Acesso em: 9 jan. 2015.

NBK PISOS TÉCNICOS. **Fim dos problemas com ataques químicos:** piso próprio para indústrias. Blog de João Eduardo Dietrich. [S.l.], 2014. Disponível em: <<http://nbkrepresentacao.blogspot.com.br/2014/05/fim-dos-problemas-em-areas-com-ataques.html>>. Acesso em: 9 jan. 2015.

NERO, L.A. et al. Hazards in non-pasteurized milk on retail sale in Brazil: prevalence of *Salmonella* spp. *Listeria monocytogenes* and chemical residues. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 211-215, July/Sept. 2004.

PUGA, L.C.H.P. **Serviço de inspeção estadual de produtos de origem animal:** uma visão pela coordenadoria regional de Juiz de Fora - MG. 2009. 131f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

RAHIMI, E.; AMERI, M.; MOMTAZ, H. Prevalence and antimicrobial resistance of *Listeria* species isolated from milk and dairy products in Iran. **Food Control**, v. 21, n. 11, p. 1448-1452, Nov. 2010.

REVESTSYSTEM. **Revestimento uretano.** São José do Campos, [2015]. Disponível em: <[http://www.revestsystem.com.br/Produtos-e-Servi%C3%A7os/Revestimento-Uretano\(Autonivelante-Espatulado-Argamassado\)/5](http://www.revestsystem.com.br/Produtos-e-Servi%C3%A7os/Revestimento-Uretano(Autonivelante-Espatulado-Argamassado)/5)>. Acesso em: 9 jan. 2015.

SUZUKI, R.T. **Aula 14:** projeto de sistemas prediais de esgoto sanitário. [S.l.: s.n.], 2014. Disponível em: <<http://www.suzuki.arq.br/unidadeweb/aula%2014/aula14.htm>>. Acesso em: 9 jan. 2015.

TEODORO, V.A.M. **Efeito da nisina na multiplicação de *Staphylococcus aureus* e nas características físico-químicas, reológicas e microbiológicas do queijo Minas artesanal da Serra da Canastra - MG.** 2012. 138f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

Veja no próximo

INFORME AGROPECUÁRIO

Estratégias para convivência com o déficit hídrico

As variações do clima, a seca e a sustentabilidade da agricultura

Desenvolvimento de variedades resistentes à seca

Convivência do café Arábica com a seca e introdução do café Conilon em regiões alternativas

Irrigação: manejo eficiente

Convivência com o Semiárido: desenvolvimento de tecnologias para a agropecuária

Balanco de energia e produtividade da água em larga escala

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

Qualidade do leite

*Vanessa Aglaê Martins Teodoro¹, Daniel Arantes Pereira², Paulo Henrique Costa Paiva³,
Gisela de Magalhães Machado Moreira⁴, Elisângela Michele Miguel⁵*

Resumo - A normatização da produção de leite tem passado por diversas mudanças nos últimos anos. Apesar dos padrões mais rigorosos de contagens bacteriana e de células somáticas, em geral o leite cru produzido no Brasil ainda apresenta baixa qualidade. A contaminação do leite inicia-se durante a ordenha e pode ocorrer por vários fatores, como higiene de equipamentos e manipuladores, qualidade da água e sanidade do rebanho. A aplicação de boas práticas é imprescindível para minimizar os riscos de contaminação nas diferentes etapas do processo. Existe a necessidade de uma assistência técnica frequente, até que estas boas práticas sejam incorporadas na rotina dos produtores. A refrigeração do leite, por si só, não garante qualidade.

Palavras-chave: Leite cru. Ordenha. Contaminação. Boas práticas. Legislação.

INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira é uma atividade de grande relevância em diversas regiões brasileiras, pois não só complementa a renda de pequenos produtores rurais, mas também fornece um produto com alto valor nutritivo (COSTA, 2006).

O Brasil é o quinto maior produtor de leite do mundo, com produção anual de 31 bilhões de litros, ficando atrás da Rússia (32 bilhões), China (34 bilhões), Estados Unidos (91 bilhões) e Índia (129 bilhões) (ANUALPEC, 2013).

A produção de leite está presente em todos os Estados brasileiros e, na maioria, apresenta grande expressão econômica. O estado de Minas Gerais, por sua vez, é o maior produtor nacional e contribui com, aproximadamente, 30% da produção do País. A atividade leiteira nesse Estado é praticada em todos os municípios, predominantemente em pequenas propriedades (EPAMIG, 2007).

Apesar do aumento da produção nos últimos anos, o setor leiteiro brasileiro apresenta problemas de eficiência produtiva e de qualidade da matéria-prima e, por isso, perde em competitividade (VALLIN et al., 2009).

O leite in natura possui, em geral, altas contagens de microrganismos aeróbios mesófilos e coliformes, o que indica deficiência na higiene da produção (VALLIN et al., 2009) e má qualidade sanitária do rebanho (FONSECA; SANTOS, 2000). Isso ocorre porque, em sua maioria, a produção de leite é realizada por mão de obra não especializada, que não incorpora tecnologia ao processo produtivo e trabalha sob precárias condições higiênico-sanitárias. Esses procedimentos constituem risco à saúde animal e à saúde pública, principalmente quando o leite é consumido sem tratamento térmico adequado (COSTA, 2006).

Na cadeia produtiva do leite, a ordenha representa a etapa de maior vulnerabilidade para a ocorrência de contaminações por

sujidades, microrganismos e substâncias químicas que podem ser incorporados ao produto in natura. A obtenção do leite, assim como todas as suas etapas subsequentes, deve ocorrer dentro dos mais criteriosos padrões higiênicos, para garantia de sua qualidade microbiológica (COSTA, 2006).

A contaminação do leite pode ser oriunda de três fontes principais: a glândula mamária, as superfícies externas do úbere e dos tetos e os equipamentos (de ordenha, tanques e latões) (BRAMLEY; MCKINNON, 1990). Por conseguinte, a saúde da glândula mamária, a higiene antes e durante a ordenha, o manejo, a eficácia nos procedimentos de limpeza e sanitização, determinados pela qualidade da água utilizada (COSTA, 2006), além de mão de obra qualificada (VALLIN et al., 2009), são fatores que afetam diretamente as características do leite cru.

Os procedimentos higiênico-sanitários dispensados durante a obtenção e con-

¹Médica-veterinária, D.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Juiz de Fora, MG, vanessa.teodoro@epamig.br

²Zootecnista, M.Sc., Pesq. EPAMIG-FERN/Bolsista FAPEMIG, São João del-Rei, MG, daniel.arantes@epamig.br

³Eng^o Alimentos, M.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, paulohcp@epamig.br

⁴Eng^a Alimentos, Doutoranda Ciência de Alimentos, Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, giselammachado@epamig.br

⁵Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, elisangelamichele@epamig.br

servação do leite até a sua entrada no beneficiamento determinarão o tipo e a quantidade de contaminantes.

A saúde do rebanho leiteiro, as boas práticas durante a ordenha e a conservação do leite são fundamentais para evitar a multiplicação de microrganismos, que são os responsáveis pela deterioração (PRATA, 1984). Nesse sentido, esforços para garantir a qualidade e a segurança do leite têm sido recomendados. Programas como as boas práticas e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) vêm sendo implementados na produção de alimentos (BRITO et al., 2004), apesar das dificuldades para colocá-los em prática nas fazendas leiteiras.

Nesse contexto, considerando a importância econômica, social e de saúde pública da melhoria da qualidade do leite, o objetivo com este artigo é apresentar os aspectos legais e de boas práticas envolvidos na obtenção higiênica do leite.

LEGISLAÇÃO E QUALIDADE DO LEITE NO BRASIL

Na década de 1990, a produção de leite no Brasil passou por um processo de regulamentação, que contemplou a revisão dos padrões de identidade e qualidade e de fiscalização do produto, por meio da criação do Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL).

Posteriormente, houve a aprovação da Instrução Normativa nº 51, em 2002, que foi alterada pela Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011a). Ambas tiveram como objetivo

eleva a qualidade do leite brasileiro e definir limites mínimos de qualidade para o leite cru.

O leite cru refrigerado deve atender aos padrões físico-químicos listados no Quadro 1, e aos microbiológicos, apresentados no Quadro 2.

A gordura e a proteína representam os componentes do leite com maior valor econômico, sendo utilizados, por muitas indústrias, como parâmetros para a bonificação de produtores. Tais itens constituem a base para a grande diversidade de produtos que podem ser obtidos com o processamento do leite, como os diferentes tipos de queijos, o creme, a manteiga e os iogurtes (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Os teores de proteína e de gordura do leite estão diretamente relacionados com a genética e, principalmente, com a alimentação do rebanho. A composição do leite também é afetada pela mastite, que reduz a quantidade de caseína, principal proteína para a produção de queijos, e, em muitos casos, reduz também o teor de gordura do

leite (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Conforme verificado no Quadro 2, desde julho de 2014 os limites máximos de contagens de microrganismos aeróbios mesófilos e de células somáticas, estabelecidos pela Instrução Normativa nº 62, de 29/12/2011 (BRASIL, 2011a), para as Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, são de, no máximo, 600 mil UFC/mL e de 600 mil CS/mL, respectivamente. As Regiões Norte e Nordeste têm até julho de 2015 para atingir esses patamares.

A enumeração e a determinação de microrganismos aeróbios mesófilos são de grande importância, sendo empregadas tanto para o controle da qualidade do leite, como para eficiência das práticas de sanitização de equipamentos e utensílios durante a produção e o beneficiamento do produto (FRANCO; LANDGRAF, 1996).

As células somáticas são representadas pelos leucócitos (glóbulos brancos do sangue) e pelas células epiteliais que são eliminados no leite durante a lactação (GALIERO; MORENA, 2000).

QUADRO 1 - Requisitos físico-químicos para o leite cru refrigerado

Requisito	Limite
Matéria gorda (g /100 g)	Teor original, com o mínimo de 3,0
Densidade relativa a 15/15 °C g/mL	1,028 a 1,034
Acidez titulável (g de ácido láctico/100 mL)	0,14 a 0,18
Extrato seco desengordurado (g/100 g)	Mínimo 8,4
Índice crioscópico	-0,550°H a -0,530°H (equivalentes a -0,531°C a -0,512 °C)
Proteínas (g /100 g)	Mínimo 2,9

FONTE: Brasil (2011a).

QUADRO 2 - Requisitos microbiológicos e de contagem de células somáticas para o leite cru refrigerado

Limite Máximo	Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste			Regiões Norte e Nordeste		
	1 jan. 2012 a 30 jun. 2014	1 jul. 2014 a 30 jun. 2016	A partir de 1 jul. 2016	1 jan. 2013 a 30 jun. 2015	1 jul. 2015 a 30 jun. 2017	A partir de 1 jul. 2017
⁽¹⁾ CBT (UFC/mL)	600.000	300.000	100.000	600.000	300.000	100.000
⁽¹⁾ CCS (CS/mL)	600.000	500.000	400.000	600.000	500.000	400.000

FONTE: Brasil (2011a).

NOTA: CBT - Contagem bacteriana total; CCS - Contagem de células somáticas.

(1)Deve-se realizar no mínimo uma análise mensal, com média geométrica sobre o período de três meses.

A mastite, por sua vez, reduz a produção de leite e altera a sua composição, elevando a contagem de células somáticas (CCS). Dessa forma, a CCS constitui um dos mais importantes indicadores do estado sanitário da glândula mamária, sendo fator diretamente relacionado com a ocorrência de mastite no rebanho (SPEXOTO; OLIVEIRA; OLIVAL, 2005).

O leite cru deve ser resfriado na propriedade rural em tanque de expansão individual ou comunitário, podendo, ainda, ser armazenado em tanque de imersão individual. O leite deverá atingir uma temperatura de até 7 °C nos tanques de expansão individual ou comunitário e nos de imersão, em até 3 horas após o término da ordenha (BRASIL, 2011a). É necessário que o tanque de expansão seja dimensionado de forma adequada, para que consiga manter a temperatura do leite estável e não congelar o leite.

O leite deverá chegar à indústria com temperatura máxima de 10 °C.

Poderá, ainda, ser transportado em latões, em temperatura ambiente, desde que o laticínio aceite trabalhar com essa matéria-prima, atenda aos padrões estabelecidos pela Norma e chegue à indústria em até 2 horas após o término da ordenha (BRASIL, 2011a).

A estocagem do leite na propriedade, nos tanques de resfriamento, pode perdurar por 48 horas, embora o ideal seja por até 24 horas (BRASIL, 2011a). Entretanto, sabe-se que muitos laticínios não respeitam o tempo determinado pela legislação. Santos et al. (2008) observaram períodos de armazenamento do leite superiores a 48 horas. Os autores ressaltaram que a pequena produção de leite em algumas propriedades torna difícil a programação da coleta no período recomendado pela norma.

A granelização do transporte de leite faz parte de um processo que beneficia os produtores com a redução dos custos do frete, a flexibilidade nos horários de ordenha e o aumento de produtividade. Também beneficia as indústrias com a redução dos custos com insumos e mão de obra para limpeza dos latões. Por fim, beneficia os consumidores com o incre-

mento na qualidade do produto (RIBEIRO et al., 2000).

A adoção acelerada de programas de resfriamento do produto na fazenda após a ordenha, com posterior coleta e transporte do leite em caminhões-tanque isotérmicos, vem sendo amplamente incentivada pelos laticínios, uma vez que há considerável melhoria na qualidade do leite e derivados quando este é refrigerado na fazenda, em comparação com o leite não refrigerado coletado em latões (SANTOS; FONSECA, 2003).

Embora o imediato resfriamento do leite após a ordenha apresente-se como uma ferramenta eficaz para conservar sua carga microbiológica e preservar a qualidade inicial do produto, esse procedimento, isoladamente, não garante a qualidade dessa matéria-prima. Assim, é imprescindível que haja aplicação de boas práticas higiênicas durante a obtenção do leite, além do controle efetivo do tempo e da temperatura de estocagem do leite (MIGUEL, 2014).

Os principais microrganismos relacionados com a alteração da qualidade do leite compreendem os aeróbios mesófilos, que, por sua vez, incluem a maioria das bactérias patogênicas e os psicrotóxicos, que englobam vários tipos de microrganismos capazes de produzir alterações físicas, químicas e sensoriais no leite (SPEXOTO; OLIVEIRA; OLIVAL, 2005).

O resfriamento do leite e o transporte a granel são importantes medidas que visam à preservação da qualidade da matéria-prima e, conseqüentemente, à redução da deterioração do produto. Temperaturas de refrigeração inibem a multiplicação de mesófilos, diminuindo a ação acidificante desse grupo. Entretanto, tais temperaturas selecionam os microrganismos psicrotóxicos, capazes de se multiplicarem em temperatura de refrigeração, independentemente de sua temperatura ótima de multiplicação (ZENI et al., 2013; NÖRBERG et al., 2010).

A alta população de psicrotóxicos no leite constitui um agravante. Embora a maioria seja destruída pela pasteurização,

essas bactérias produzem enzimas proteolíticas e lipolíticas termoestáveis, que provocam alterações indesejáveis no leite e em seus derivados, comprometendo a qualidade e, conseqüentemente, causando prejuízos para a indústria laticinista (ZENI et al., 2013; NÖRBERG et al., 2010).

A presença de bactérias psicrotóxicas no leite cru está associada às condições higiênicas na produção e ao manuseio na propriedade rural, ao manejo sanitário do rebanho e ao tempo e à temperatura em que o leite é armazenado. A contaminação tem origem no uso de água não potável, além de deficiências nos procedimentos de higiene (ZENI et al., 2013). Esta contagem também é influenciada pela estação do ano, localização geográfica e pela distância entre a propriedade rural e o local de beneficiamento (ZENI et al., 2013).

A legislação possui alguns gargalos, como a ausência de um padrão para contagens de psicrotóxicos. Com o resfriamento do leite, aumentaram os problemas relacionados com esse grupo de microrganismos, e, por isso, deveria existir uma referência legal para limitar sua presença. Na ausência do citado padrão para a contagem, o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa) (BRASIL, 1952) traz um requisito descrito para psicrófilos de, no máximo, 10% da contagem de mesófilos que, muitas vezes, são utilizados por profissionais da área laticinista para estimar um limite para as contagens de psicrotóxicos.

Outro conflito na legislação é a temperatura elevada sob a qual se permite a estocagem do leite. Pesquisas demonstram que a temperatura de 4 °C é mais adequada para a conservação da qualidade microbiológica, quando comparada às temperaturas de 7 °C e 10 °C, estabelecidas pela legislação vigente (SANTOS et al., 2013; NÖRBERG et al., 2010).

Nörberg et al. (2010) demonstraram que a redução da temperatura de armazenamento de 7 °C para 2 °C permitiu reduzir significativamente a multiplicação de psicrotóxicos e as atividades proteolítica e lipolítica desses microrganismos.

Ressalta-se que, o grau de contaminação do leite cru com bactérias psicotróficas e a mistura do leite de diversas procedências em tanques de expansão coletivos podem aumentar o risco de contaminação e comprometer a qualidade do leite (MIGUEL, 2014).

Por último, a permissão para resfriar o leite em tanque de imersão representa manter-se à margem da qualidade, visto que, sabidamente, esses tanques possuem pouca eficácia em resfriar o leite e baixa eficiência em manter essa temperatura baixa. Além disso, a água utilizada no resfriamento constitui fonte de contaminação para o leite, na medida em que possui resíduos do próprio leite, sujidades e outras matérias orgânicas (MO).

A qualidade insatisfatória do leite no Brasil é extensivamente estudada e tem-se mostrado, em grande parte, em desacordo com padrões microbiológicos (ZENI et al., 2013). Na maior parte do País, sobretudo nas pequenas propriedades, o leite é obtido em precárias condições higiênicas, com pouca tecnologia e deficiente controle sanitário dos animais. Dessa forma, a baixa qualidade microbiológica do leite compromete a composição e a vida útil de seus derivados (CARVALHO et al., 2013).

BOAS PRÁTICAS NA OBTENÇÃO DO LEITE

De acordo com Fonseca e Santos (2000), o leite, para ser caracterizado como de boa qualidade, deve apresentar as seguintes características sensoriais, nutricionais, físico-químicas e microbiológicas: sabor agradável; alto valor nutritivo; ausência de agentes patogênicos e contaminantes (antibióticos, pesticidas, adição de água, sujidades, etc.); reduzida CCS e baixa carga microbiana.

As boas práticas constituem procedimentos que devem ser implementados em todas as etapas da produção, obtenção, armazenamento, transporte, processamento e distribuição de matérias-primas, insumos e produtos alimentícios. Além disso, devem ser mantidas em todos os elos da cadeia

produtiva, desde a produção primária até o produto final (BRASIL, 2014), para que sejam ofertados produtos seguros e de qualidade para a população.

Os custos com a qualidade do leite representam em torno de 1% do custo de produção (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012). Muitos produtores justificam a ausência de práticas higiênicas pelo adicional de despesas. Entretanto, esse acréscimo pode ser compensado pelo pagamento por qualidade, que é um sistema usado pela indústria que paga mais ao produtor que vende leite de melhor qualidade (FAGAN et al., 2005).

Segundo Fagan et al. (2005), a qualidade microbiológica do leite depende basicamente da implantação de boas práticas higiênicas na produção, mesmo quando a fazenda tem condições precárias de infraestrutura e tecnologia. Uma tecnologia, como um tanque de resfriamento, por si só, não garante a qualidade do leite, se a contaminação inicial for elevada.

Saúde do rebanho

A manutenção de um rebanho saudável é imprescindível para produção de leite de qualidade. No Brasil, doenças como aftosa, raiva, tuberculose, brucelose e mastite representam uma grande preocupação.

A sanidade do rebanho leiteiro deve ser atestada por médico-veterinário, e inclui o controle sistemático de parasitoses, mastites, brucelose (*Brucella abortus*) e tuberculose (*Mycobacterium bovis*), respeitando normas e procedimentos estabelecidos no Regulamento Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal, além do controle zootécnico do animal (BRASIL, 2011a).

O diagnóstico, a prevenção e o tratamento da mastite são de responsabilidade dos produtores. A presença de animais doentes no rebanho compromete a produção, afeta a composição e aumenta o risco de veiculação de doenças pelo leite, e, conseqüentemente, influencia no lucro do produtor (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

A mastite pode reduzir em até 20% a produção de leite de uma vaca. Isso significa que uma vaca que produz 15 L de leite por dia, por exemplo, pode ter sua produção reduzida em 3 L. Essa redução, por sua vez, representa 90 L em um mês (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

De acordo com Pereira, Machado e Teodoro (2012), os fatores importantes para a prevenção e o tratamento da mastite são:

a) fatores que ajudam na prevenção:

- realizar ordenha com higiene em todas as suas etapas,
- identificar os animais com mastite (teste da caneca telada),
- adotar linha de ordenha, de modo que animais doentes sejam ordenhados por último,
- desinfetar os tetos antes da ordenha (*pré-dipping*),
- esgotar o leite do úbere após a ordenha,
- desinfetar os tetos após a ordenha (*pós-dipping*),
- descartar as vacas que têm mastite com frequência,
- ter cuidado com a introdução de animais no rebanho;

b) fatores que influenciam na cura:

- tratar imediatamente todos os animais com mastite clínica,
- utilizar somente medicamentos recomendados por médicos-veterinários,
- realizar o tratamento da vaca seca.

Ressalta-se que o tratamento inadequado de doenças, o uso indiscriminado de medicamentos, sem a orientação de um médico-veterinário e sem respeitar o período de carência do produto, também causam prejuízos aos produtores, à indústria e aos consumidores.

Outro fator a ser considerado é a presença de resíduos de antibióticos no leite, que tem sido um dos maiores desafios impostos à indústria de alimentos no mundo, pois interfere na elaboração de

produtos lácteos fermentados, pode causar danos à saúde humana, além de selecionar bactérias resistentes à antibioticoterapia (JOHNSSON, 1993).

Além disso, fermentos utilizados para a fabricação de iogurtes e queijos são sensíveis a determinados níveis de antibióticos encontrados no leite destinado à fabricação desses produtos, causando consideráveis perdas econômicas (ALLISON, 1985).

A presença de resíduos de antibióticos no leite pode ser prevenida, respeitando o prazo de carência do medicamento, utilizando-se o medicamento de acordo com a dosagem recomendada e identificando e separando o leite do animal em tratamento (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Local de ordenha

O local onde a ordenha é realizada pode ser simples. Não são necessárias grandes construções, para obter um leite de qualidade (Fig. 1A). Para tal, é necessário que seja limpo, com boa ventilação e iluminação. O piso deve ter declividade em torno de 2%, para que facilite o escoamento de águas residuais. Toda a fiação elétrica exposta deve ser eliminada (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012), para evitar o acúmulo de sujidades e os riscos de acidentes (Fig. 1B).

A instalação do local deve dispor de torneiras com água potável, sabonete, toalhas de papel e lixeira em local acessível (Fig. 2). As mangueiras devem ser mantidas penduradas, evitando-se que fiquem jogadas no chão (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012) (Fig. 2). A sala de ordenha deve possuir um local para higienização e guarda de utensílios.

É importante impedir que outros animais como gatos, cachorros, patos, galinhas e porcos tenham acesso ao local de ordenha (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012). Uma solução seria colocar telas no entorno do local de ordenha, mantendo um isolamento que impeça a passagem desses animais.

O ambiente deverá ser limpo após cada ordenha, removendo-se as fezes dos



Figura 1 - Ambientes de ordenha

NOTA: Figura 1A - Sala de ordenha simples e limpa. Figura 1B - Presença inadequada de fiação elétrica exposta em ambiente de ordenha.



Figura 2 - Ambiente de ordenha limpo, provido de pia com papel toalha e sabonete líquido

NOTA: Inadequação: as mangueiras encontram-se no chão, enquanto deveriam estar penduradas.

animais e demais sujidades, para evitar a proliferação de moscas e outros insetos. Devem-se utilizar recipientes apropriados para descarte do lixo. As esterqueiras deverão ser localizadas distantes do local de ordenha, para que não interfiram nas condições higiênico-sanitárias. Mensalmente, deve-se realizar a desinfecção do local de ordenha, polvilhando cal virgem nos pisos após a limpeza diária (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

A Figura 3A mostra o descarte inadequado de lixo, e a Figura 3B mostra o acúmulo de esterco em local apropriado, distante da sala de ordenha.

O armazenamento de grãos ou ração deve ser feito longe do local onde o leite é manipulado, para que esses itens não atraiam ratos, pássaros e insetos e aumentem os riscos de contaminação do leite e dos utensílios (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Quando houver tanque de expansão, este deverá estar localizado em ambiente próprio e de fácil acesso ao caminhão. Portas, janelas e quaisquer outras aberturas devem estar protegidas com telas milimétricas que impeçam a entrada de pragas e insetos (BRASIL, 2011a).

O motor do tanque de expansão deve estar posicionado de forma que permita a ventilação e o resfriamento do líquido

refrigerante (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Higiene do ordenhador

O ordenhador é o primeiro profissional a ter contato com o leite. É um manipulador de alimentos, assim como o profissional da indústria. Dessa forma, o ordenhador deverá ter as mesmas práticas higiênicas, seja na ordenha manual, seja na mecânica.

As unhas deverão ser mantidas curtas e limpas. Deverá utilizar touca ou boné, para evitar a queda de cabelos no leite. É proibido fumar no ambiente de ordenha (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Mãos e antebraços deverão ser lavados antes do início da ordenha, quando trocar de atividade ou sujá-las durante o trabalho, após o uso dos sanitários e sempre que necessário (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

O ideal é que o ordenhador não esteja envolvido em mais de uma atividade, o que compromete a higiene (e não o desempenho) da ordenha.

Procedimentos para ordenha

O deslocamento dos animais até o local de ordenha deve ser feito com calma e tranquilidade. A rotina de condução, com leves ou suaves toques na traseira ou flan-

cos, favorece a descida do leite e aumenta a sua produção. Por outro lado, o estresse reduz a produção. Movimentos bruscos e situações que causem sensação de medo, ou deixem o animal acuado, comprometem a descida do leite, com conseqüente prejuízo na produção e aumento do risco de mastite (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012). As vacas que estão em sua primeira lactação deverão ser tratadas com mais cuidado até que se acostumem com a rotina da ordenha.

O ordenhador deverá estabelecer uma linha de ordenha, ou seja, uma ordenação dos animais que serão ordenhados. Essa estratégia é importante, para evitar a propagação de doenças entre os animais e a mistura de leite de animais sadios com leite de animais doentes ou em tratamento (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

O correto manejo da linha de ordenha é uma ótima medida de controle da mastite contagiosa. Os primeiros animais a ser ordenhados são as vacas mais jovens e saudáveis, que nunca apresentaram mastite. Posteriormente, as demais vacas sadias, seguidas por aquelas que apresentaram mastite e se curaram. Por último, as vacas com mastite clínica, ordenhando primeiro os tetos saudáveis, e as vacas em tratamento, que terão o leite separado e descartado (CAMPOS; LIZIEIRE, 1993).



Figura 3 - Descarte de resíduos

NOTA: Figura 3A - Descarte inadequado de lixo. Figura 3B - Esterco depositado em área distante do ambiente de ordenha.

Os passos para a execução de uma ordenha higiênica são os seguintes (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012):

- a) conduzir calma e tranquilamente os animais para a sala de ordenha;
- b) lavar bem as mãos;
- c) realizar o teste da caneca, utilizando os três primeiros jatos de leite;
- d) lavar somente os tetos;
- e) desinfetar os tetos - *pré-dipping*, deixando agir por 30 segundos;
- f) secar os tetos, individualmente, com papel toalha descartável;
- g) colocar as unidades de ordenha nas vacas;
- h) retirar as teteiras sem permitir a entrada de ar;
- i) desinfetar os tetos - *pós-dipping*, cobrindo pelo menos 2/3 do teto;
- j) alimentar as vacas após a ordenha para mantê-las em pé.

Descarte dos três primeiros jatos de leite de cada teto e teste da caneca telada

Todos os animais deverão ser submetidos ao teste da caneca de fundo preto ou teste da caneca telada, em todas as ordenhas (Fig. 4). Além de auxiliar no diagnóstico da forma clínica da mastite, estimula a descida do leite e possibilita a retirada e o descarte da porção mais contaminada do leite (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

A presença de grumos e/ou de coágulos indica que o animal está acometido de mastite e deverá ser ordenhado por último, após a ordenha dos animais saudáveis. O leite deverá ser descartado e deve-se dar início ao tratamento (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

O leite do teste da caneca deve ser sempre descartado, mas nunca no chão, para que não contamine o ambiente da ordenha (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Periodicamente deve ser realizado o teste da raquete ou *California Mastitis Test* (CMT), para identificar a ocorrência de mastite subclínica no rebanho



Figura 4 - Teste da caneca telada

(PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012) (Fig. 5).

Limpeza dos tetos

Após o teste da caneca de fundo preto, os tetos devem ser preparados para a ordenha. É importante que a higienização seja realizada após o descarte dos três primeiros jatos de leite, para que não haja contaminação dos tetos no momento da execução do teste.

O produtor deve lavar somente os tetos, nunca todo o úbere, com água potável em abundância (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012), esfregando com as mãos para auxiliar na remoção das sujidades (Fig. 6A).

Alguns profissionais da área recomendam que os tetos devam ser lavados somente em caso de adesão de sujidades visíveis, para que não aumente a umidade do ambiente e, consequentemente, a possibilidade de contaminação do leite. Entretanto, considerando que a noção de higiene é algo muito subjetivo, é imperativo que os tetos sejam sempre lavados.

Pré-dipping

Após a limpeza com água potável, os tetos deverão ser mergulhados em solução desinfetante, com o auxílio de uma caneca sem retorno. Esse procedimento constitui o *pré-dipping*. O tempo mínimo de contato da solução sanitizante com os tetos deve ser de 30 segundos (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012). É importante que não



Figura 5 - Teste California Mastitis Test (CMT)

FONTE: (A) DeLaval (2013) e (B) Garcia, Della Libera e Barros Filho (2015).

sejam utilizados recipientes com retorno, pois podem acumular sujidades que não foram removidas durante o processo de limpeza dos tetos, reduzindo a eficácia do *pré-dipping*.

O desinfetante mais empregado no *pré-dipping* é o cloro. Para preparar a solução clorada a ser utilizada na desinfecção dos tetos, é preciso conhecer a concentração do cloro comercial que será utilizado. A solução deverá conter de 800 a 1.200 mg/L de cloro ativo e deve ser preparada até 30 minutos antes da ordenha. É necessário verificar no rótulo da solução comercial a porcentagem de cloro ativo e fazer a diluição com água de boa qualidade, potável. Isso, porque, se a concentração da solução clorada ficar abaixo da recomendada, o *pré-dipping* terá seu efeito reduzido. Por outro lado, se a concentração for excessiva, pode causar lesões na pele do teto do animal (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

O volume de solução clorada preparado para o *pré-dipping* deverá ser suficiente para apenas uma ordenha. A sobra deverá ser descartada, pois o cloro é muito volátil e a concentração da solução poderá ficar prejudicada até a ordenha seguinte. A hipercloração da água garante que as sujidades que por ventura estejam presentes, pela falta de tratamento, não interfiram na eficácia do processo (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012) (Fig. 6B).

A legislação nacional apenas recomenda a realização do *pré-dipping* quando existe alta incidência de mastite no rebanho, causada por microrganismos de origem ambiental (BRASIL, 2011a). Entretanto, para que fique bem consolidada como uma rotina de ordenha, recomenda-se que seja feita em todos os casos.

O Quadro 3 apresenta uma sugestão de preparo de 5 L de solução clorada com 1.000 mg/L de cloro ativo.

QUADRO 3 - Preparo de solução clorada

Concentração de cloro comercial (%)	Volume a ser diluído em 5 L de água (mL)
2	250
5	100
10	50
12	42
15	33
20	25

FONTE: Pereira, Machado e Teodoro (2012).

Secagem dos tetos

Após a desinfecção, os tetos devem ser completamente secos, para prevenir o deslizamento das teteiras durante a ordenha. Deverá ser utilizado papel toalha descartável, não reciclado (branco) (Fig. 7A). Os papéis toalha usados devem

ser descartados em local adequado, pois são potenciais fontes de contaminação. Nunca usar toalhas de tecidos ou jornal para secagem dos tetos (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012) (Fig. 7B).

Ordenha e cuidados com o leite

Os animais deverão ser submetidos a uma rotina de ordenha, o que inclui horários previamente estabelecidos para o início. O ideal é que não haja atrasos (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

A ordenha pode ser manual ou mecânica. Porém o fundamental é que haja higiene (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012). A ordenha mecânica, realizada de forma não higiênica, pode ser mais prejudicial para a qualidade do leite e para a saúde animal do que a ordenha manual higiênica.

O conjunto de teteiras deverá ser posicionado corretamente, para evitar a entrada de ar e reduzir os riscos de contaminação do leite e dos tetos. Os casos de deslizamento ou queda de teteiras durante a ordenha devem ser atendidos rapidamente para impedir a contaminação (Fig. 8A e 8B). As teteiras devem ser removidas dos tetos assim que cessar o fluxo de leite.

A manutenção do equipamento de ordenha e a troca de peças deverão seguir as recomendações do fabricante. As teteiras devem ser trocadas sempre que as borra-



Figura 6 - Limpeza dos tetos

NOTA: Figura 6A - Limpeza com água corrente. Figura 6B - Limpeza com solução clorada em ambiente de ordenha desprovido de fonte de água (nesse caso, também funciona como um *pré-dipping*).

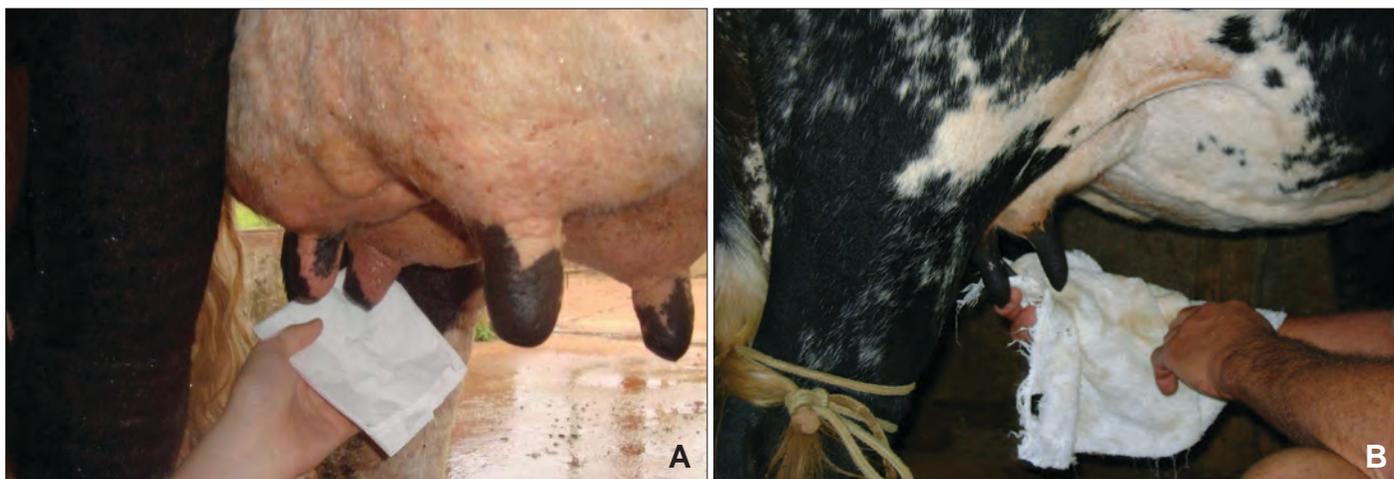
chas apresentarem-se danificadas, rachadas ou ressecadas (Fig. 8C).

Entre a ordenha de um animal e outro, as teteiras poderão ser mergulhadas em solução clorada para proceder à sua desinfecção.

Baldes e latões devem estar em ótimo estado de conservação e higiene. Esses utensílios, quando velhos, enferrujados, com fissuras e ranhuras, dentre outros problemas, constituem importante fonte de contaminação para o leite e, por esse

motivo, devem ser substituídos (Fig. 9).

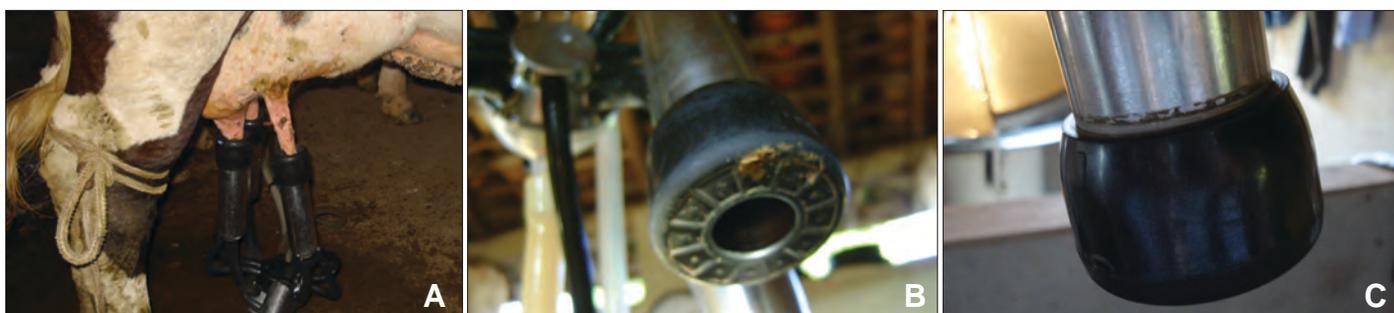
Após a ordenha, e, antes de ser resfriado, o leite deverá ser filtrado utilizando-se nylon, inox ou plástico atóxico. Nunca deverão ser empregados sacos de pano ou de ração, pois são fonte de contaminação



Fotos: Acervo EPAMIG-ILCT

Figura 7 - Secagem dos tetos

NOTA: Figura 7A - Secagem correta com papel toalha descartável, branco. Figura 7B - Secagem inadequada com pano.



Fotos: Acervo EPAMIG-ILCT

Figura 8 - Situações inadequadas durante a ordenha

NOTA: Figura 8A - Teteira malcolocada, deslizando do teto. Figura 8B - Teteira suja. Figura 8C - Teteira desgastada.



Fotos: Acervo EPAMIG-ILCT

Figura 9 - Balde e latões inadequados para o uso

para o leite, visto que não podem ser higienizados adequadamente (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012), (Fig. 10).

O leite ordenhado não deve ficar exposto ao tempo. Todo o processo de ordenha até o seu resfriamento ou sua entrega ao laticínio deverá ocorrer sem interrupções ou atrasos.

Os latões não devem ficar armazenados sob o sol, em águas de qualidade duvidosa, nem ser transportados junto com outros produtos que possam contaminá-los (Fig. 11).

Pós-dipping

A realização do *pós-dipping*, ou seja, a desinfecção dos tetos após a ordenha, é obrigatória (BRASIL, 2011a). Esse procedimento reduz o número de microrganismos aderidos à superfície do teto, reduzindo a contaminação de uma vaca para outra e, conseqüentemente, o número de novos casos de infecção no rebanho (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

O sanitizante mais empregado no *pós-dipping* é o iodo, combinado com um

composto emoliente, geralmente a glicerina, que evita a irritação da pele e melhora a adesão à superfície do teto (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

A aplicação do produto, assim como no *pré-dipping*, deverá ser feita com o auxílio de um recipiente sem retorno (Fig. 12). O produto deve cobrir, no mínimo, 2/3 da superfície do teto, sendo o ideal que se faça a completa imersão (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).



Figura 10 - Filtros utilizados para filtragem do leite

NOTA: A - Filtro de nylon; B - Filtro de inox; C - Filtro de PVC; D - Filtro de pano (método inadequado).

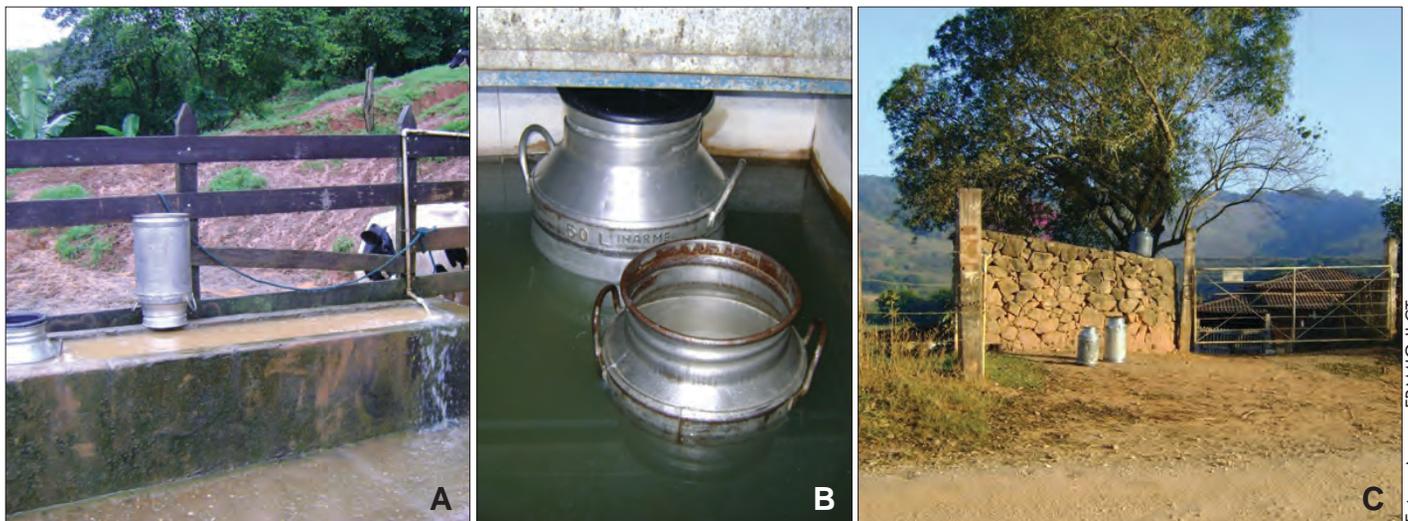
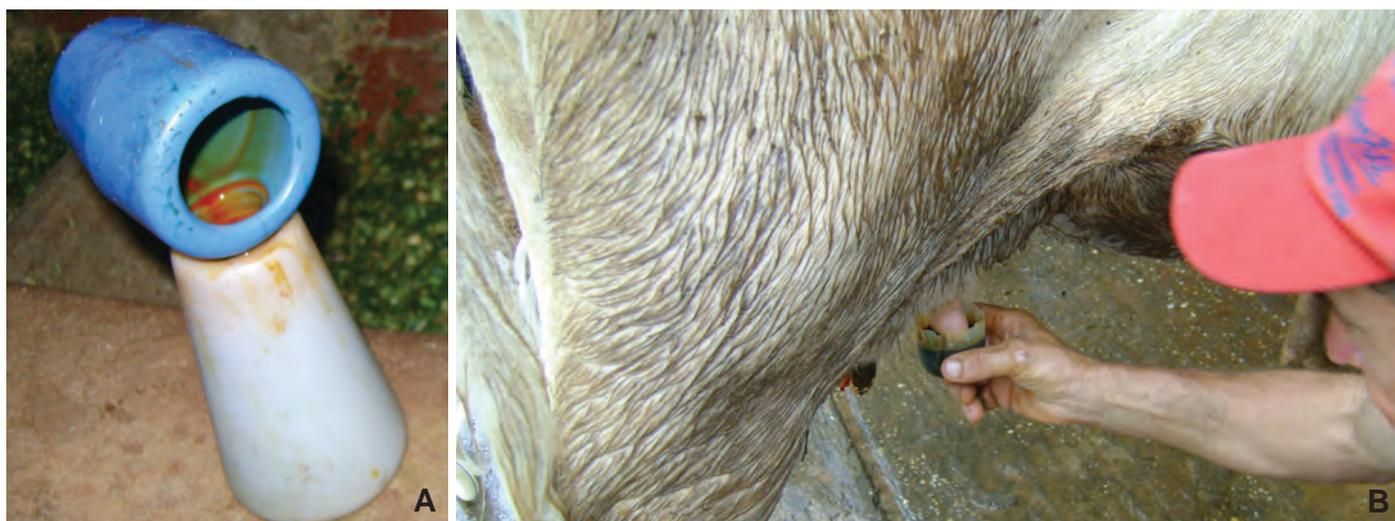


Figura 11 - Leite armazenado de forma incorreta, passível de contaminação

NOTA: A - Em cocho onde os animais tomam água; B - Tanque de imersão com água de qualidade duvidosa; C - Latão de leite sob o sol, aguardando coleta.



Fotos: Acervo EPAMIG-ILCT

Figura 12 - Desinfecção dos tetos após ordenha

NOTA: A - Caneca sem retorno, apropriada para a realização do pós-dipping; B - Pós-dipping realizado com recipiente inadequado.

Alimentação dos animais após a ordenha

A estratégia de estimular as vacas a permanecerem em pé após a ordenha, com o fornecimento de alimento, é uma prática de manejo utilizada em rebanhos leiteiros e está associada com a redução da incidência de infecções intramamárias (TOMAZI; SANTOS, 2014). Quando os animais se deitam logo após a ordenha, aumentam os riscos de contaminação e de ocorrência de mastite (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012). O ideal é que o animal permaneça em pé por, no mínimo, 30 minutos.

Esse manejo aumenta a probabilidade de o canal do teto estar fechado no momento em que as vacas se deitam, no período entre as ordenhas. O canal do teto é uma barreira física contra a invasão de bactérias patogênicas (TOMAZI; SANTOS, 2014).

Higienização de equipamentos e utensílios

O processo de higienização é composto de duas etapas: limpeza e desinfecção. Para uma boa higienização, o produtor deve ficar atento às recomendações do fabricante quanto ao tempo adequado para cada etapa, a temperatura ideal das soluções de limpeza e a concentração do detergente e do sanitizante. Além disso, a ação física

empregada para a remoção de resíduos também é muito importante, bem como as escovas e esponjas utilizadas para essa finalidade. Esses materiais não devem ser abrasivos e devem ser trocados sempre que necessário, pois, quando velhos e gastos, não limpam adequadamente e podem constituir focos de contaminação (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Protocolos de higienização ineficazes ou a execução incorreta de protocolos adequados resultam na presença de resíduos que podem levar ao desenvolvimento de biofilmes bacterianos. Além disso, a frequência inadequada de lavagem ácida pode permitir a precipitação de minerais na superfície do equipamento, o que também predispõe à formação de biofilmes (ELMOSLEMANY et al., 2010).

Latões, baldes e utensílios

Logo após o uso, deverá ser realizado um enxágue inicial dos latões, baldes e demais utensílios, com água corrente potável, removendo-se os resíduos de leite com o auxílio de buchas ou escovas macias (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

A higienização é realizada manualmente e, por isso, o detergente utilizado não deve ser agressivo à pele (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012). Deverá ser empregado detergente alcalino clorado,

na dosagem e no tempo de contato recomendados pelo fabricante.

Toda a superfície interna do balde ou latão deverá ser esfregada usando-se buchas ou escovas macias, que não riskem as superfícies, fazendo movimentos circulares do fundo para as bordas (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Nunca utilizar materiais abrasivos como escovas de cerdas duras ou palhas de aço. Isso, porque esses materiais podem causar ranhuras que favorecem a permanência de resíduos de leite e a adesão bacteriana, com posterior formação de biofilmes (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Após o tempo de ação do detergente, realizar o enxágue com água corrente potável. Esse procedimento deverá ser repetido por, no mínimo, três vezes, até que todo o resíduo de detergente seja removido. Ressalta-se que a presença de resíduos de detergente inibe a ação de sanitizantes, principalmente aqueles à base de cloro. Além disso, esses resíduos podem contaminar o leite (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

O procedimento de desinfecção poderá ser realizado logo após o processo de limpeza e imediatamente antes da ordenha, ou somente antes da ordenha. A solução à base de cloro na concentração de 200 mg/L deverá agir por, no mínimo, 15 minutos.

Finalizado o procedimento de higienização, os baldes e latões deverão ser guardados em local limpo e seco, emborcados em uma superfície limpa, evitando-se o contato com o chão (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012) (Fig. 13).

Antes da próxima ordenha, baldes e latões deverão ser banhados em solução à base de cloro na concentração de 200 mg/L, aguardando-se 15 minutos para a sua utilização. O volume de solução, assim como para o *pré-dipping*, deverá ser suficiente para uso imediato, uma vez que a sobra deve ser descartada (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Cuidado especial deverá ser tomado para que não haja resíduo de solução clorada no balde ou no latão na hora do uso, a fim de que não ocorra contaminação química do leite, bem como da água, quando for o caso, pois constitui importante fonte de contaminação microbiológica para o leite.

Os filtros devem ser de material de fácil higienização, como nylon, inox ou plástico atóxico. Devem ser lavados com detergente alcalino clorado, de acordo com recomendações do fabricante e, em seguida, deixados imersos em solução clorada na concentração de 200 mg/L de cloro livre, por, no mínimo, 60 minutos (WHO, 1993).

A quantidade de cloro a ser empregada varia com a concentração da solução comercial. No Quadro 4, encontra-se uma sugestão de preparo de 50 L de solução clorada com 200 mg/L de cloro ativo.

Ordenhadeira mecânica

A ordenhadeira mecânica deverá ser higienizada, segundo protocolo fornecido pelo fabricante, imediatamente após o uso. Em geral, o procedimento consiste em enxágue com água potável, aplicação de detergente alcalino, enxágue intermediário, aplicação de detergente ácido (duas a três vezes por semana), enxágue final e desinfecção. A desinfecção, por sua vez, poderá ser realizada logo após o processo de limpeza e imediatamente antes da ordenha ou somente antes da ordenha.

As teteiras deverão ser higienizadas imediatamente após o uso, passando por um processo de enxágue com água potável, para remoção de resíduos de leite, seguido pelo uso de detergente alcalino clorado. A aplicação do detergente deverá ser realizada com o auxílio de uma escova, para que a superfície interna das teteiras seja esfregada de forma eficaz. Após a limpeza, deverão ser deixadas de molho em solução clorada com 200 mg/L de cloro ativo, por no mínimo 60 minutos,

tempo recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (WHO, 1994), para desinfecção por imersão. Em seguida, deverão ser penduradas para que sequem até a próxima ordenha.

O Quadro 5 apresenta uma sugestão de protocolo de higienização para ordenhadeiras mecânicas.

Tanque de expansão

Os tanques de resfriamento devem ser higienizados imediatamente após a coleta do leite pelo caminhão-tanque. A demora em iniciar o processo facilita a deposição de resíduos sobre a superfície do tanque, dificultando a higienização (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012) e favorecendo a formação de biofilmes.

A primeira etapa do processo de limpeza consiste no enxágue com água potável sob pressão, de preferência morna, entre 35 °C e 43 °C. O objetivo é realizar a remoção de todo o resíduo de leite até que a água saia incolor (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Em seguida, inicia-se a lavagem alcalina. Deverá ser usado detergente alcalino clorado na dosagem e no tempo de contato recomendados pelo fabricante. Sugere-se o uso de esponjas macias acopladas a cabos longos, para remoção dos resíduos, de



Figura 13 - Teteiras e latões após a higienização

NOTA: Guardados de forma correta, ou seja, pendurados com a boca para baixo, sem contato com o chão.

QUADRO 4 - Preparo de solução clorada com 200 mg/L de cloro ativo

Concentração de cloro comercial (%)	Volume a ser diluído em 50 L de água (mL)
2	500
5	200
10	100
12	84
15	67
20	50

FONTE: Pereira, Machado e Teodoro (2012).

modo que não risquem a superfície, nem seja necessário entrar no tanque, prática não recomendada (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012) (Fig. 14A).

Especial atenção deve ser dada à tampa, ao agitador e à válvula de saída do tanque. A válvula deve ser escovada com escova de nylon apropriada e, no mínimo semanal-

mente, deve ser desmontada, para a higiene de suas peças (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012) (Fig. 14B e 14C).

Após a ação do detergente, deve-se enxaguar toda a superfície com água potável sob pressão, até a remoção completa do detergente, uma vez que seus resíduos inibem a ação de sanitizantes à base de cloro

e contaminam o leite. Ao final do processo, a água deve ser totalmente drenada (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Semanalmente, deve-se proceder à limpeza ácida para remoção, principalmente de minerais, que podem formar deposições conhecidas como pedras de leite. Para esse procedimento, utiliza-se água fria, na

QUADRO 5 - Exemplo de protocolo de higienização para ordenhadeiras mecânicas

Fatores	Enxágue inicial	Lavagem alcalina clorada	Enxágue ou lavagem ácida	Desinfecção
Tempo	Indeterminado	10 minutos	5 minutos	5 minutos
Temperatura	Água morna 35 °C a 43 °C	70 °C inicial 50 °C final	Água fria ou morna 35 °C a 43 °C	Água fria ou morna 35 °C a 43 °C
Volume	Suficiente para ter contato com todo o equipamento	Em média de 5 a 7 L por unidade de ordenha	Em média de 5 a 7 L por unidade de ordenha	Suficiente para ter contato com todo o equipamento
Concentração	Água pura livre de minerais e bactérias	pH 10 a 11,5 80 ppm de cloro ativo	pH 4	100 ppm de cloro ativo
Procedimento	Succionar água em abundância	Escovar as unidades de ordenha canalizada	Escovar as unidades de ordenha canalizada	Succionar a solução de desinfecção previamente preparada
Drenagem	Drenar rapidamente não recircular	Recircular enquanto a solução mantiver na temperatura ideal, após drenar rapidamente	Recircular por 5 minutos e depois drenar	Recircular por 5 minutos e depois drenar
Observações	As impurezas residuais são solúveis em água e de fácil remoção, assim, boa parte do equipamento já estará limpo	A lavagem alcalina deve ser feita sempre antes da ácida	Enxágue diário, lavagem ácida semanal	Deve ser feito 30 minutos antes da ordenha e não enxaguar

FONTE: Pereira, Machado e Teodoro (2012).



Figura 14 - Procedimento de higienização do tanque de expansão

NOTA: Figura 14A - Higienização com utensílio de cabo longo. Figura 14B - Higienização da superfície interna da tampa e do agitador. Figura 14C - Higienização da saída do tanque.

dosagem e no tempo recomendados pelo fabricante. Especial atenção deve ser dada ao enxágue com água corrente, para remoção dos resíduos de detergentes ácidos, pois, quando em contato com produtos à base de cloro usados na desinfecção, promovem a liberação de gás cloro, que não pode ser inalado (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

A última etapa é a desinfecção, em que o sanitizante à base de cloro deve ser empregado na concentração de 200 mg/L. A solução deve entrar em contato com toda a superfície do tanque por, pelo menos, 5 minutos. Em seguida, a solução deve ser totalmente drenada, para que não fiquem resíduos que contaminarão o leite. O tanque não deve ser enxaguado (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Qualidade da água

Água de qualidade é essencial para a higienização dos equipamentos e utensílios. É importante que seja livre de impurezas e de contaminação (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

O abastecimento de água na propriedade rural é um fator crítico na obtenção do leite. A água pode ser oriunda de diversas fontes, como abastecimento público, poço, nascente e rios. Em muitos casos, a água utilizada durante a ordenha não passou por um tratamento prévio, sendo imprópria para consumo.

Se a água que abastece a propriedade não for tratada, deverá ser, no mínimo, filtrada, para a retirada de sujidades e impurezas, e clorada. A cloração pode ser realizada por meio do emprego de cloro orgânico em pó, pastilhas ou água sanitária. Os produtos empregados para a desinfecção da água devem ter registro nos órgãos competentes e um responsável técnico (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

A água, quando não clorada adequadamente, veicula grande número de microrganismos alteradores e patogênicos, como *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens* e *Escherichia coli*. Dentre os alteradores, incluem-se várias espécies esporulantes

e psicrotróficas, dentre outras capazes de aderir a superfícies, formando biofilmes (ANDRADE, 2008).

No Brasil, o padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano é a ausência de coliformes totais e de *E. coli*, em 100 mL de água. Essas bactérias são indicadoras da eficiência do tratamento da água e de contaminação fecal, respectivamente (BRASIL, 2011b).

A água utilizada nas propriedades leiteiras deve ter características de potabilidade (BRASIL, 2011a). Já a água para consumo humano deve conter de 0,2 a 2 mg/L de cloro residual livre em toda a extensão do sistema de distribuição (BRASIL, 2011b). Essa água também deverá ser empregada para o consumo dos animais (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

No Quadro 6, apresenta-se sugestão de preparo de uma solução clorada na concentração de 1 mg/L.

QUADRO 6 - Preparo de solução clorada com concentração final de 1 mg/L de cloro ativo

Concentração de cloro comercial (%)	Volume a ser diluído em 500 L de água (mL)
2	25
5	20
10	5
12	4
15	3
20	2,5

FONTE: Pereira, Machado e Teodoro (2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contaminação microbiana do leite pode ser oriunda de diversas fontes, durante todas as etapas de produção, em decorrência, principalmente, de más condições higiênicas na ordenha, de manipuladores, de equipamentos e de utensílios, além da água e do próprio animal.

A aplicação de boas práticas na produção de leite é a única solução que permite minimizar os riscos de contaminação nas diferentes etapas do processo. Assim, todos os procedimentos descritos neste artigo são imprescindíveis para reduzir a contaminação do leite, e devem ser empregados em conjunto, nunca de forma isolada, sob pena de não atingir os resultados desejados.

Há necessidade de uma assistência técnica mais frequente, até que as boas práticas sejam incorporadas à rotina dos produtores. Além disso, são necessários treinamentos continuados, para informar e conscientizar os produtores sobre a importância da melhoria do processo de higienização, para que haja o cumprimento dos padrões legais e a garantia da qualidade da matéria-prima. A qualidade microbiológica do leite depende, necessariamente, da implantação e implementação de boas práticas na produção.

REFERÊNCIAS

- ALLISON, J.R.D. Antibiotic residues in milk. **British Veterinary Journal**, v.141, n.1, p.9-16, Jan./Feb. 1985.
- ANDRADE, N.J. de. **Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos**. São Paulo: Varela, 2008. 412p.
- ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira 2013. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2013.
- BRAMLEY, A.J.; MCKINNON, C.H. The microbiology of raw milk. In: ROBINSON, R.K. **Dairy microbiology: the microbiology of milk**. 2nd ed. London: Elsevier, 1990. p.163-207.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Boas Práticas Agropecuárias**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/producao-integrada-cadeia-pecuaria/boas-praticas-agropecuarias>>. Acesso em: 18 dez. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 7 jul. 1952. Seção 1, p.10785.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 dez. 2011a. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2011b.
- BRITO, J.R.F. et al. Adoção de Boas Práticas Agropecuárias em propriedades leiteiras da Região Sudeste do Brasil como um passo para a produção de leite seguro. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.32, n.2, p.125-131, 2004.
- CAMPOS, O.F. de; LIZIEIRE, R.S. **Gado de leite**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: EMBRAPA-SPI; Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1993. 213p.
- CARVALHO, T.S. et al. Qualidade do leite cru refrigerado obtido através de ordenha manual e mecânica. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.68, n.390, p.5-11, jan./fev. 2013.
- COSTA, F.F. da. **Interferência de práticas de manejo na qualidade microbiológica do leite produzido em propriedades rurais familiares**. 2006. 64f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboaticabal, 2006.
- DELAVAL. Productions & Solutions. **California Mastitis Test CMT**. Tumba, Suécia, [2013]. Disponível em: <<http://www.delaval.com/en/-/Product-Information1/Milking/Products/Milk-test-treatment/California-Mastitis-Test-CMT/California-Mastitis-Test-CMT/>>. Acesso em: 18 dez. 2014.
- ELMOSLEMANY, A.M. et al. The association between bulk tank milk analysis for raw milk quality and on-farm management practices. **Preventive Veterinary Medicine**, v.95, n.1/2, p.32-40, June 2010.
- EPAMIG. **Diagnóstico da pecuária leiteira do município de Barroso**. Belo Horizonte, 2007. 24p. (EPAMIG. PRODESAG).
- FAGAN, E. P. et al. Evaluation and implementation of good practices in main points of microbiological contamination in milk production. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.26, n.1, p.83-92, jan./mar. 2005.
- FONSECA, L.F.L. da; SANTOS, M.V. dos. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos, 2000. 175p.
- FRANCO, B.D.G. de M.; LANDGRAF, M. Microrganismos indicadores. In: FRANCO, B.D.G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. p.27-31.
- GALIERO, G.; MORENA, C. The meaning of the somatic cell count in buffalo milk. **Bubalus bubalis**, v. 1, n. 4, p. 26-27, 2000.
- GARCIA, M.; DELLA LIBERA, M. M. P.; BARROS FILHO, E. R. **Guia on line de clínica buiátrica**: afecções da glândula mamária. [S.l.: s.n., 2015]. Disponível em: <<http://www.mgar.com.br/clinicabuiatrica/aspMamaria.asp>>. Acesso em: maio 2015.
- JOHNSSON, G. Swedish scheme for the control of inhibitory substances. **Bulletin of International Dairy Federation**, n.283, p.59- 60, 1993.
- MIGUEL, E.M. **Os microrganismos psicrotróficos e a IN 62**. Piracicaba: MilkPoint Indústria, 2014. Disponível em: <<http://m.milkpoint.com.br/industria/radar-tecnico/microbiologia/os-microrganismos-psicrotróficos-e-a-in-62-90565n.x?pgComment=1#comentarios>>. Acesso em: 18 dez. 2014.
- NÖRBERG, M.F.B.L. et al. Proteolytic activity among psychrotrophic bacteria isolated from refrigerated raw milk. **International Journal of Dairy Science**, v.63, n.1, p.41-46, 2010.
- PEREIRA, D. A.; MACHADO, G. de M.; TEODORO, V.A.M. **Boas práticas de ordenha**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2012. Cartilha produção do leite.
- PRATA, L. F. **Aplicação do método de contagem microscópica no controle microbiológico do leite cru**. 1984. 85f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1984.
- RIBEIRO, A.R. et al. Análise microbiológica da qualidade da água utilizada na ordenha em propriedades leiteiras do estado de São Paulo e Minas Gerais. **Napagama**, São Paulo, v.3, n.3, p.3-6, 2000.
- SANTOS, A.S. et al. Crescimento de microrganismos psicrotróficos em leite cru refrigerado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.24, n.3, p.297-300, 2013.
- SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. Granelização e resfriamento do leite e seu impacto sobre a qualidade. **Leite & Derivados**, São Paulo, n.71, p.35-44, 2003.
- SANTOS, P.A. et al. Qualidade do leite cru refrigerado estocado por diferentes períodos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.63, n.364, p.36-41, 2008.
- SILVA, M.A.P. da et al. Qualidade do leite cru refrigerado obtido através de ordenha manual e mecânica. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.68, n.390, p.5-11, 2013.
- SPEXOTO, A.A.; OLIVEIRA, C.A. F.; OLIVAL, A. de A. Aplicação do Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de controle em propriedade leiteira tipo A. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p.1424-1430, dez. 2005.
- TOMAZI, T.; SANTOS, M.V. dos. **Manter as vacas em pé após a ordenha reduz o risco de mastite**. Piracicaba: MilkPoint, 2014. Disponível em: <<http://www.milkpoint.pt/secao-tecnica/qualidade-do-leite/manter-as-vacas-em-pe-apos-a-ordenha-reduz-o-risco-de-mastite-89979n.aspx>>. Acesso em: 18 dez. 2014.
- VALLIN, V. M. et al. Melhoria da qualidade do leite a partir da implantação de boas práticas de higiene na ordenha em 19 municípios da região central do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.181-188, 2009.
- WHO. **Guidelines on cleaning disinfection and vector control in Salmonella enteritidis infected poultry farms**. Genève, 1994. 33p.
- ZENI, M.P. et al. Influência dos microrganismos psicrotróficos sobre a qualidade do leite refrigerado para produção de UHT. **Unoesc & Ciência-ACET**, Joaçaba, v.4, n.1, p.61-70, jan./jun. 2013.

Tendências, inovações e atualidades na área de queijos

Denise Sobral¹, Renata Golin Bueno Costa², Junio César Jacinto de Paula³

Resumo - O mercado de queijos está sempre em busca de inovações e tendências. Neste contexto, os queijos análogos, os com redução de sódio e os com redução de lactose destacam-se, seja pela versatilidade, seja para atendimento a necessidades específicas dos consumidores. Os queijos análogos, por apresentarem na sua composição gordura e/ou proteína de origem não láctea, permitem que a indústria produza produtos com redução de custo e com boas propriedades funcionais. Já aqueles com redução de sódio, vêm ao encontro de políticas públicas para redução do consumo de sódio pela população e, também, para atender ao mercado consumidor composto por hipertensos. Os queijos com redução de lactose também são destinados a um consumidor específico, intolerante a esse nutriente, que é um açúcar natural do leite, e, por isso, fica impossibilitado de consumir produtos que apresentam em sua composição a lactose.

Palavras-chave: Queijos análogos. Redução de sódio. Intolerância à lactose. Amido. Gordura vegetal. Lactase. Substituto de sódio. Mercado lácteo.

INTRODUÇÃO

As variedades de queijo, que vão dos frescos aos maturados, possuem diversos sabores e agradam a diversos paladares. Além de nutritivos, ricos em proteína, gordura, minerais, vitaminas e oligoelementos (como cálcio, zinco e potássio), podem ser utilizados para consumo direto, à mesa ou como ingredientes em receitas alimentícias (CRUZ et al., 2009).

O mercado brasileiro de queijos, que, segundo estatísticas, deve ter movimentado, aproximadamente, R\$ 19 bilhões em 2014, tem avançado de forma consistente nos últimos anos. Essa expansão está aliada ao crescimento da indústria de alimentos, ao aumento da preferência dos consumidores por uma culinária com mais queijos, da renda disponível e da população (MILK-POINT INDÚSTRIA, 2014).

Somados a esse crescimento do mercado de alimentos, estão as novas demandas de consumo no Brasil e no mundo, em consequência do aumento

da escolaridade, mudança na estrutura familiar e envelhecimento da população, dentre outros motivos. Isso também faz com que a indústria adapte-se a esses novos estilos de vida e de consumo da população (FIESP; ITAL, 2010). Para este novo mercado de queijos, notam-se movimentos e tendências de produtos que tenham apelo de alimento saudável e gerem bem-estar, que sejam convenientes e tenham praticidade, que sejam sustentáveis, que tenham atributos sensoriais agradáveis e tragam sensação de prazer, além da facilidade de consumo.

Sendo assim, alguns assuntos vêm sendo estudados, para atender às necessidades tanto da população quanto do mercado de queijos. Como exemplo, citam-se os queijos análogos, que possuem funcionalidade e propriedades específicas de forneamento e frita, as quais facilitam seu uso em comida pronta congelada, como pizzas, salgados e lasanhas, além de ter custo reduzido de produção.

Outras tendências são os queijos fabricados com redução do teor de sódio, como forma de contribuir para a diminuição da ingestão de sódio pela população e queijos com teor reduzido de lactose, para pessoas intolerantes a este componente e que ficam impossibilitadas de consumir queijos.

ANÁLOGOS DE QUEIJO

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Queijos (BRASIL, 1996) denomina queijo como um produto cuja base láctea não contém gordura e/ou proteína de origem não láctea. Dessa forma, os queijos análogos são definidos como aqueles em que a proteína e/ou a gordura do leite foram substituídas total ou parcialmente por outras fontes não lácteas (BACHMANN, 2001). Essas substituições são realizadas para atender a necessidades específicas, como a do consumidor vegetariano, a da indústria de *food service* ou, até mesmo, com a finalidade de reduzir custos,

¹Eng^a Alimentos, D.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Juiz de Fora, MG, denisesobral@epamig.br

²Eng^a Alimentos, D.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Juiz de Fora, MG, renata.costa@epamig.br

³Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Juiz de Fora, MG, junio@epamig.br

tendo em vista o alto valor da proteína e da gordura de origem animal. Sendo assim, o mercado de queijos análogos aparece de forma atrativa para a indústria.

Segundo Oliveira (1984), já na década de 1980, nos Estados Unidos, a maioria dos queijos artificiais ou análogos era queijo processado e produzido para ser utilizado como ingrediente em diferentes produtos alimentícios, como pizzas, molhos, enlatados e congelados, por suas características funcionais como boa propriedade de derretimento, fatiamento e forneabilidade (LUCEY; JOHNSON; HORNE, 2003).

Outra vantagem da tecnologia de produção de análogos de queijos é a obtenção de produtos com qualidade constante, sem variações sazonais. Além disso, modificações na manipulação dos ingredientes e nos parâmetros de processo permitem a fabricação de produtos dirigidos para aplicações específicas e necessidades da indústria que utilizam o queijo análogo como ingrediente.

Os análogos de produtos representam o resultado do desenvolvimento tecnológico e tendências do mercado. Por sua vez, os análogos de queijo oferecem uma boa oportunidade para o desenvolvimento de um produto com sabor e aroma similares ao queijo natural, e, ao mesmo tempo, com as mesmas ou até melhores propriedades nutricionais e funcionais (BACHMANN, 2001; ABOU EL-NOUR; SCHEURER; BUCHHEIM, 1998).

Os produtos análogos têm sido desenvolvidos não só para ser semelhantes aos produtos naturais, mas também para possuir vantagens sobre estes. Algumas dessas vantagens são fácil manipulação, shelf-life estendido, resistência a temperatura e bactérias esporuladas, controle nutricional, além da vantagem econômica (O'BRIEN, 2003). A aceitação dos produtos lácteos análogos pode ser atribuída, na maioria das vezes, aos avanços na tecnologia de óleos e gorduras e de emulsões e formulações de alimentos, o que os torna cada vez melhores em suas propriedades reológicas e de sabor.

Gordura vegetal e gordura do leite

Segundo Cavalcante, Pinheiro e Mosquim (1992), a principal diferença entre o queijo natural e o tipo imitação reside no tipo de gordura. O queijo natural contém somente gordura do leite, enquanto a gordura do queijo imitação é de origem vegetal, insaturada e, muitas vezes, hidrogenada, apresentando insignificantes níveis de colesterol.

A substituição da gordura pode modificar o produto final, proporcionando boas propriedades de mastigação, melhora da aparência física e aumento da estabilidade e funcionalidade do produto acabado, mas diminui o aroma e o sabor lácteos (O'BRIEN, 2003). A gordura é empregada na forma hidrogenada, por possuir um maior ponto de fusão (36 °C a 39 °C) e, assim, influenciar na consistência mais firme, quando o produto é refrigerado, além de ser mais estável (RODRIGUES, 2006).

Pela alta incidência de doenças cardiovasculares no Brasil e no mundo, sempre existiu uma preocupação da população e dos órgãos governamentais com a saúde, aliada a uma alimentação saudável, o que envolve o aumento de colesterol, advindo da ingestão de produtos de origem animal e derivados do leite. O uso de gordura vegetal em substituição à gordura do leite, no queijo, há alguns anos, era um apelo para esse tipo de consumidor, que queria evitar o consumo de colesterol (GIGANTE; ROIG, 1992). Nesse contexto, acreditava-se que a utilização de gorduras e óleos não saturados oferecia certos benefícios à saúde, e passou a ser utilizada pela indústria de alimentos, inclusive na produção dos queijos análogos (SAXELIN; KORPLA; MÄKINEN-MÄYRÄ, 2003). Isso, porque o nível de colesterol nos queijos artificiais fabricados sem adição da gordura de leite é praticamente zero (OLIVEIRA, 1984; LOBATO-CALLEROS et al., 1999). No entanto, esse conceito mudou depois que pesquisas comprovaram que as gorduras vegetais trans, produzidas em consequência do processo de hidrogenação de ácidos graxos, poderiam causar danos à saúde, como

câncer, doença arterial coronária, obesidade e diabetes (GAGLIARDI; MANCINI FILHO; SANTOS, 2009). Sendo assim, a substituição de gordura com o apelo de saúde passou a não ser mais utilizado.

A vantagem do uso de gordura vegetal em queijos, em substituição à gordura do leite, dá-se por causa de seu baixo custo, funcionalidade e maior estabilidade à oxidação (GAGLIARDI; MANCINI FILHO; SANTOS, 2009).

Por sua vez, a gordura do leite, pelo custo relativamente elevado e pela suscetibilidade à oxidação, torna os derivados lácteos menos competitivos em relação ao tipo imitação, obtido com gordura vegetal, além de apresentar uma vida útil relativamente curta (CAVALCANTE; PINHEIRO; MOSQUIM, 1992).

A gordura vegetal pode ser fabricada de acordo com a demanda do produto, por meio da hidrogenação, mistura de diferentes tipos de gordura, fracionamento de diferentes porções da gordura e por meio da reorganização molecular (OLIVEIRA, 1984).

O Quadro 1 demonstra as principais diferenças entre a gordura vegetal e a gordura do leite.

Cavalcante, Pinheiro e Mosquim (1992) estudaram a utilização de gordura vegetal, em substituição ao creme de leite, em requeijões análogos em diferentes proporções (0%, 20%, 40%, 60%) e concluíram que se obtêm bons resultados, quando a substituição não excede valores de 40%. Para os atributos cor, aroma, textura, consistência, gosto ácido, salgado e amargo, não houve diferença significativa ($p>0,05$) na aceitação sensorial, apenas maior preferência quanto ao atributo sabor pelo produto sem gordura vegetal (controle), em relação aos demais.

As gorduras vegetais utilizadas em queijos análogos podem ser óleo de soja, de coco, de algodão, de palma e de girassol, dentre outros. A solidez e a consistência do queijo processado estão determinadas pelo seu conteúdo de matéria seca (MS), pela relação de gordura, pelo conteúdo de

proteína no extrato seco e pela natureza das proteínas (BERGER et al., 1998). Desse modo, a gordura vegetal é selecionada de acordo com fatores, tais como disponibilidade, preço, resistência à oxidação e, ocasionalmente, por fatores nutricionais. Por causa do conteúdo inferior de ácidos graxos poli-insaturados, as gorduras vegetais hidrogenadas têm a vantagem de ser menos suscetíveis à oxidação da gordura que causa a rancidez, o que pode ser um benefício (BERGER et al., 1998).

Alguns queijos tipo imitação podem não encontrar aceitação favorável no mercado, pelo fato de possuírem aroma e sabor inferiores aos queijos naturais, que contêm gordura do leite. Os compostos voláteis e outros compostos produtores de aroma e sabor dependem, em grande parte, dos ácidos graxos de cadeia curta presentes no creme de leite. Por isso, quando a gordura do leite é substituída por gordura vegetal em queijos análogos ocorre perda no aroma e no sabor característicos dos produtos feitos a partir de gordura do leite. A adição de sabor e de aroma sintéticos é utilizada na intenção de repor o sabor e o aroma perdidos nos queijos fabricados com grande porcentagem de substituição de creme de leite por gordura vegetal (GIGANTE; GARRUTI; ROIG, 1987; RODRIGUES, 2006).

Amido

O amido é um dos carboidratos mais abundantes da biosfera e é a principal reserva de energia das plantas, além de ser excelente fonte de energia para consumo humano (ELIASSON, 2004). Os amidos são compostos exclusivamente de resíduos de glicose ligados unicamente por dois tipos de ligações: α -1,4 e α -1,6. São encontrados na forma de grânulos e composto, principalmente por dois polissacarídeos: a amilose e a amilopectina (Fig. 1).

A utilização do amido depende, em grande parte, de suas propriedades coloidais. Quando uma dispersão de amido é aquecida, os grânulos absorvem água,

QUADRO 1 - Comparação entre a gordura láctea e a gordura vegetal

Gordura láctea	Gordura vegetal
Rica em ácidos graxos de cadeia curta	Rica em ácidos graxos de cadeia longa
Contém colesterol	Não contém colesterol
Baixa quantidade de ácidos graxos insaturados	Maior quantidade de ácidos graxos insaturados
Alto teor de ácidos graxos saturados	Menor quantidade de ácidos graxos saturados
Promove paladar e possui aroma e sabor	Sabor neutro, não promove aroma nem sabor
Degradação mais rápida	Melhor estabilidade
Menor disponibilidade	Maior oferta
Torna o produto mais característico	Promove maior rigidez no produto, quando comparada à gordura láctea
Permitida e/ou obrigatória no requeijão	Não permitida para requeijão ou queijo processado

FONTE: Rodrigues (2006).

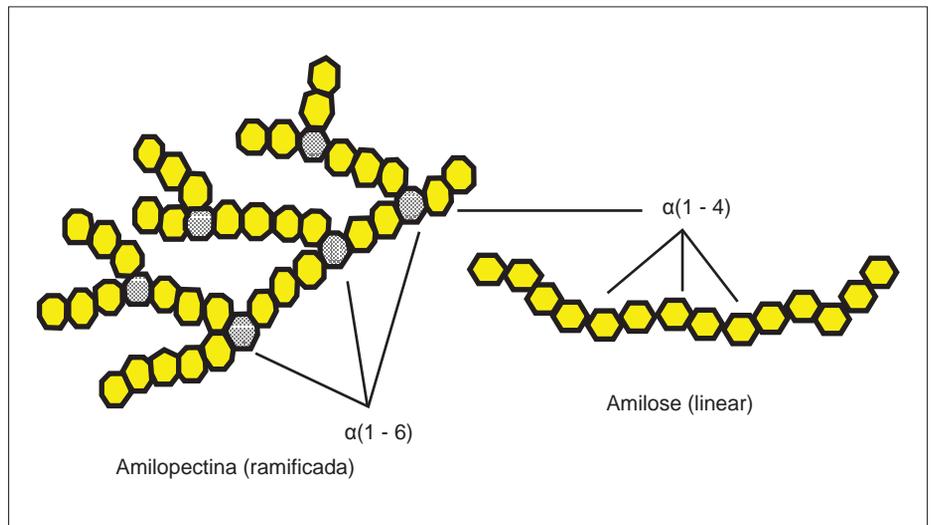


Figura 1 - Estrutura do amido

FONTE: Carboidratos (2009).

incham e produzem pastas viscosas que, ao resfriarem, formam géis industriais (CRUZ; CIACCO, 1985).

Os amidos utilizados no setor de alimentos devem possuir características específicas, como resistirem à retrogradação (termo dado às transformações que ocorrem durante o resfriamento e armazenamento de pastas de amido gelatinizado, com liberação de água) e a tratamentos industriais estressantes, que deterioram a estrutura do gel. Algumas dessas características injuriantes são

temperaturas altas (causam hidrólise do gel de amido e diminuição da viscosidade), temperaturas baixas (que ocasionam sinérese nos produtos), condições de acidez alta (desnaturação da estrutura do gel de amido), e fortes tensões mecânicas, como corte, homogeneização (CEREDA, 2001).

Entretanto, o comportamento do amido pode ser modificado pela introdução de certos compostos em sua estrutura ou por meio de tratamentos físicos. Essas modificações moldam o amido de acordo com

a finalidade desejada e possibilitam seu emprego nos mais diversos setores industriais (CRUZ; CIACCO, 1985).

Os amidos utilizados em queijos processados e requeijões análogos devem ser modificados, principalmente para que resistam à retrogradação, característica que faz o produto ser rejeitado pelo consumidor. Frequentemente, a evolução da retrogradação é acompanhada de exsudação de umidade, encolhimento e endurecimento de géis e separação de fases do produto (CRUZ; CIACCO, 1985).

Na fabricação de requeijões análogos, a principal função do amido é absorver água quando aquecido, produzindo pastas viscosas, que se mantêm estabilizadas quando resfriadas (RODRIGUES, 2006). A retenção de água aumenta o rendimento do requeijão análogo e proporciona mudanças desejáveis em suas características funcionais, como controle da textura e do derretimento.

Em estudo realizado por Mounsey e O’Riordan (1999), foi comprovado que o derretimento de queijos processados análogos pode ser controlado pela adição de amido. O amido adicionado ao processo diminui a água disponível do produto, diminuindo, assim, seu escoamento, quando aquecido. Nesse caso, a adição de 2% de amido reduziu em 33% a capacidade de derretimento e com a adição de 9% de amido, o derretimento do queijo processado análogo foi praticamente nulo. Essa vantagem evita que o requeijão ou o queijo processado escorra, quando utilizado em produtos assados ou fritos que devem ser consumidos quentes.

A Figura 2 demonstra testes realizados no Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT) da EPAMIG, com a utilização de diferentes tipos de amido modificados, em diferentes concentrações, na fabricação de requeijões análogos para pizza. A intenção desses testes era fabricar requeijões análogos que não escorressem quando aquecidos, que fossem de fácil manuseio quando envasados em bisnagas para confeitar e que possuíssem sabor o mais próximo do requeijão natural.



Figura 2 - Testes realizados em requeijões culinários análogos para pizza

O amido recomendado para ser utilizado em queijos análogos deve ser estável ao pH do produto, faixa de 5,2 a 5,8; suportar a temperatura de processamento; absorver água, formando pasta viscosa; ser estável pelo período de vida útil do produto (60 a 90 dias); suportar congelamento e descongelamento; suportar assamento (mantendo a pasta intacta); promover custo reduzido e não influenciar negativamente no sabor (RODRIGUES, 2006).

QUEIJOS COM REDUÇÃO DE SÓDIO

Atualmente, a redução do consumo de sódio na alimentação tornou-se foco de políticas públicas de saúde em todo o mundo. Os produtos industrializados, principalmente pães, laticínios e carnes, são aqueles que apresentam maior contribuição na ingestão de sódio pelo consumidor (WYNESS; BUTRISS; STANNER, 2012).

O cloreto de sódio é usado com várias finalidades na fabricação de alimentos, principalmente, para conservação, pela redução da atividade de água (Fig. 3).

Nos queijos, a adição de cloreto de sódio tem como propósito melhorar o sabor, a textura e a cor, inibir o crescimento de microrganismos contaminantes que podem provocar sérios defeitos, promover a sinérese da massa e ajudar no ajuste do teor de umidade final (MCCMAHON, 2010).

O sódio é essencial nas funções metabólicas do corpo humano e na manutenção do balanço hídrico dentro das células (DOYLE; GLASS, 2010). No entanto, o consumo elevado de cloreto de sódio contribui para a hipertensão e o cálculo renal, além de prejudicar a absorção de cálcio no metabolismo humano (CRUZ et al., 2011a).

O consumo de sódio pelos brasileiros, segundo dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), é estimado em cerca de 12 g de sal por dia. A Organização Mundial da Saúde (OMS)–World Health Organization (WHO) recomenda que o consumo de sódio não exceda 2.000 mg, o que corresponde a, aproximadamente, 5 g diárias (WHO, 2011).

A maior preocupação com relação ao consumo excessivo de sal é a hipertensão arterial, que atinge 23,3% dos brasileiros,

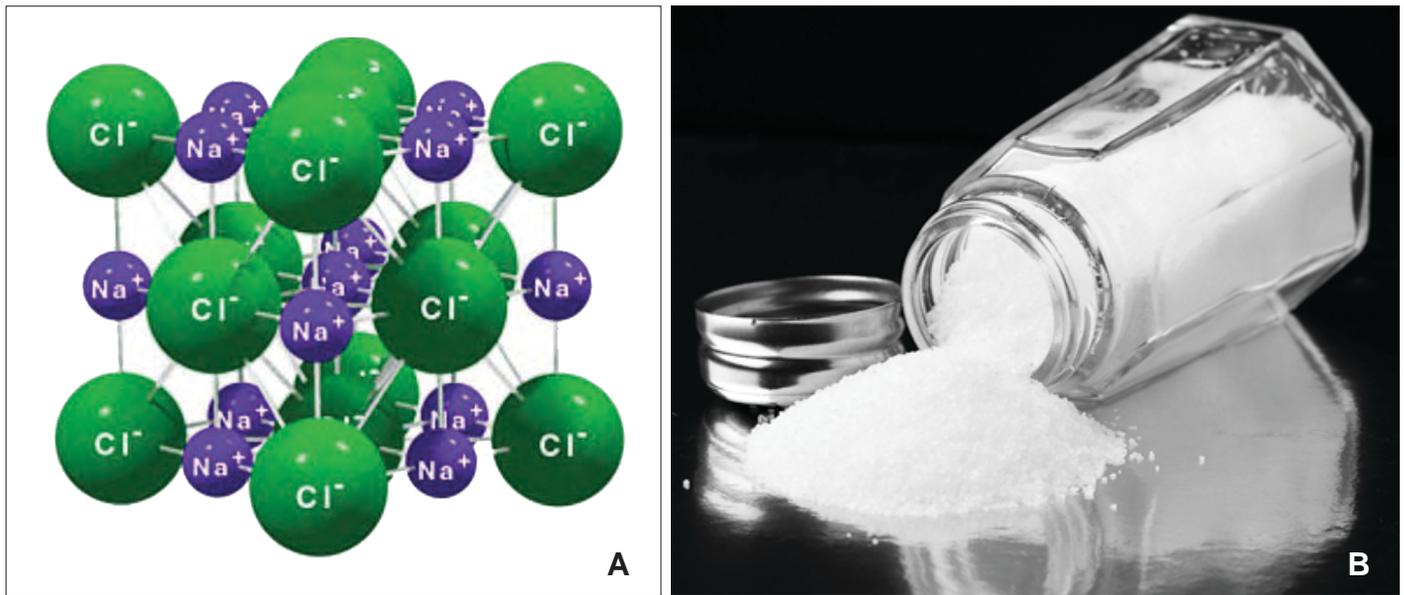


Figura 3 - Estrutura do sal (NaCl)

FONTE: (A) Sólidos... (2015) e (B) OPS; OMS (2013).

segundo pesquisa divulgada em fevereiro de 2011, pelo Ministério da Saúde. A proporção de brasileiros diagnosticados com hipertensão arterial, de acordo com o levantamento, aumentou em cinco anos, passando de 21,6%, em 2006, para 23,3%, em 2010 (HIPERTENSÃO..., 2011).

Em abril de 2011, o Ministério da Saúde firmou um acordo com a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (Abia) e outras associações desse setor, para reduzir o teor de sódio em 16 categorias de alimentos processados, como massas instantâneas, pães e bisnagas, nos próximos quatro anos (BRASIL, 2011c). Em parceria com a Anvisa, esse Ministério comprometeu-se a elaborar o Plano Nacional de Redução do Consumo de Sal, que irá monitorar o teor de sódio nos alimentos processados, acompanhar as tendências de consumo alimentar da população e avaliar o impacto da redução desse consumo nos custos do Sistema Único de Saúde (SUS) e na incidência de doenças crônicas (BRASIL, 2011a).

O setor de laticínios contribui com 11,8% da ingestão diária de sódio na alimentação da população brasileira, permanecendo atrás do pão (25,2%), embutidos (15,3%) e carnes bovinas (13,3%) (BRASIL, 2011b).

Em experimento com 36 amostras de queijo Prato, 30 de queijo Muçarela e 30 de requeijão cremoso verificou-se que 80%, 75% e 88% das amostras, respectivamente, apresentaram teor de sódio superior a 400 mg para cada 100 g. Segundo o estudo, o consumo de duas fatias de queijo Prato (com 30 g cada) contribui com uma ingestão diária de 17,6% do consumo máximo de 2.000 mg de Na/pessoa/dia (WHO, 2011). Na Muçarela, duas fatias de 30 g correspondem a 17,2% de Na/pessoa/dia, enquanto que, no requeijão cremoso, o consumo de 60 g corresponde a 19,5% de sódio por dia (FELICIO et al., 2013).

Esses queijos são utilizados em preparo de pratos culinários, como ingrediente, e também em sanduíches, o que contribui para o aumento do consumo de sódio entre os principais queijos brasileiros (CRUZ et al., 2011b).

Em uma pesquisa no Reino Unido sobre o consumo de queijo de forma indireta, verificaram-se altos teores de sódio em várias pizzas, com variação de 1,32-1,65 g de cloreto de sódio por 100 g de pizza, e o principal contribuinte para esse teor de sódio era o queijo (JAWOROWSKA et al., 2012).

Na fabricação de queijos, de acordo com Cruz et al. (2011a), a simples re-

dução do cloreto de sódio influencia de forma negativa, pois a redução na atividade de água permite um crescimento descontrolado da microbiota do queijo e também o aumento da proteólise. Por isso, a redução do sódio em queijo deve ser realizada pela substituição do cloreto de sódio por outro sal, como o cloreto de potássio.

Vários trabalhos estão sendo realizados com redução de sódio em queijos Muçarela (AYYASH; SHAH, 2011ab), Haloumi, processados, Cottage, Cheddar (CRUZ et al., 2011a), Minas Frescal (GOMES et al., 2011). Geralmente, a substituição do cloreto de sódio pelo cloreto de potássio é parcial e encontra-se entre 25% e 50%, dependendo do queijo e do seu teor de sal, sem que ocorram alterações bioquímicas, microbiológicas, de textura e aceitação sensorial (CRUZ et al., 2011a).

Queijos com maior teor de sal permitem uma redução maior, em torno de 50% de substituição do sódio pelo potássio. No entanto, o cloreto de potássio (KCl) e outros substitutos como cloreto de magnésio ($MgCl_2$) e cloreto de cálcio ($CaCl_2$) não causam a mesma sensação de salgado que o sódio e provocam um gosto ácido no queijo (CRUZ et al., 2011a).

Queijos com substituição por KCl, $MgCl_2$ ou $CaCl_2$ em uma concentração de 1,5% provocam gosto extremamente ácido no queijo, com alteração de textura, maior proteólise e lipólise, o que torna o queijo inaceitável sensorialmente (CRUZ et al., 2011a).

Alguns substitutos utilizam o glutamato monossódico, que confere em 1 g do produto 123 mg de sódio, enquanto que 1 g de cloreto de sódio fornece 388 mg de sódio. O glutamato monossódico aumenta o gosto salgado e realça o sabor do alimento. Podem ser utilizados outros sais de glutamato, tais como o glutamato monopotássico ou diglutamato de cálcio, que permitem maior redução do sódio (HENNEY; TAYLOR; BOON, 2010).

O extrato de levedura também pode ser utilizado em queijos como substituto de sódio, além de compostos, como 5'-monofosfato, DHB (ácido 2,4-di-hidroxibenzoico) adenosina, a lactose e o gluconato de sódio, que reduzem o gosto amargo provocado pelo cloreto de potássio. Esses podem ser utilizados como misturas em combinação com cloreto de potássio, para a redução parcial do teor total de sódio (HENNEY; TAYLOR; BOON, 2010). Alguns produtos estão disponíveis no mercado para uso em queijos, como o Salona™, da fabricante ICL Performance Products, um sal marinho com baixo teor de sódio, originado de Israel, cuja composição apresenta cloreto de magnésio (31%-35%), cloreto de potássio (21%-26%) e cloreto de sódio (máximo 7%).

Outro substituto é o Sub4salt® da empresa Jungbunzlauer Suisse AG, que permite a redução de 30%-50% de sódio, com características sensoriais semelhantes às do produto tradicional (JUNGBUNZLAUER, 2015). A redução pode ser verificada pela quantidade de sódio, em que 1 g sub4salt® contém 0,26 g de sódio, enquanto que 1 g de cloreto de sódio apresenta 0,4 g.

Nos queijos processados e requeijão, a origem do sódio pode ser do próprio queijo (28%-37%), do sal fundente (44%-48%) e do sal adicionado (15%-24%). Na fabrica-

ção de queijo processado, é possível fazer a redução do sódio em mais de um dos três ingredientes que originam o sódio (CRUZ et al., 2011a).

No mercado existem sais fundentes com substitutos para o sódio. Dender et al. (2010) produziram requeijão cremoso sem alteração da textura e de aceitação sensorial, com a substituição parcial do cloreto de sódio pelo potássio e também pela substituição parcial de sal fundente à base de sódio, pelo sal composto por fosfato de sódio e potássio.

Alguns estudos já foram realizados em queijo Prato com redução de sódio, utilizando cloreto de potássio (KCl) (RAPACCI; ANTUNES; FURTADO, 1996), cloreto de magnésio ($MgCl_2$) (ANTUNES; COSTA, 1995) e outros compostos com a mesma função do cloreto de sódio, como o lactato de potássio (CRUZ et al., 2011a).

Antunes e Costa (1995) avaliaram que o queijo Prato salgado com uma mistura contendo 60% de NaCl e 40% de $MgCl_2$ apresentou melhor aceitabilidade dentre os tratamentos, ocorrendo uma redução do teor de sódio de 16%, em relação ao salgado com 100% de NaCl.

Lindsay, Hargett e Bush (1982) desenvolveram um queijo Cheddar com baixo teor de sódio e boa aceitabilidade pelos consumidores, substituindo-o por misturas de KCl e NaCl. Katsiari et al. (2001) também não encontraram diferença significativa na textura dos queijos Kefalogriaviera maturados, salgados com misturas de NaCl/KCl (3:1 e 1:1) e o controle.

O maior desafio para a redução de sódio está na aceitação pelo consumidor. Sabe-se que o aumento do consumo de sódio provoca uma supressão nos receptores do paladar, com uma redução na sensibilidade do gosto salgado, o que leva ao aumento da proporção de sal na alimentação, para que esse gosto seja percebido (CRUZ et al., 2011a). Por isso, é necessário que o paladar do consumidor acostume com uma ingestão cada vez menor de sódio nos alimentos. A redução de 10% a 25% de sódio no alimento processado, como o

queijo, é pouco percebida pelo consumidor e não causa muito impacto tecnológico. A estratégia da indústria, aplicada pelos programas de redução de sódio do governo, é a redução gradual e contínua do teor de sódio nos alimentos (CRUZ et al., 2011a).

QUEIJOS COM REDUÇÃO DE LACTOSE (LACFREE)

A lactose, principal açúcar do leite, é um dissacarídeo composto por glicose e galactose. Essa molécula é muito importante para nutrição como fonte de energia para o recém-nascido.

A lactose está presente nos leites de todas as espécies de mamíferos, em quantidades variadas, e, dependendo da espécie, pode chegar a até 10% do teor total dos constituintes do leite.

No leite de vaca, representa 30% do valor calórico, constituindo a principal fonte de galactose. É uma molécula que favorece o desenvolvimento da bactéria probiótica *Bifidobacterium bifidus*, que se desenvolve no intestino de lactentes, muito importante no equilíbrio da microbiota intestinal. A lactose também ajuda a aumentar a absorção de cálcio e vitamina D no organismo dos mamíferos (WALSTRA et al., 1999).

A quantidade de lactose no leite de diferentes espécies pode variar de 0,4% a 10,2%, sendo, em média, 4,8% e 7,0% para os leites de vaca e de humano, respectivamente. Aproximadamente, metade do extrato seco desengordurado do leite de vaca é composto por lactose.

Produtos lácteos concentrados, como leite condensado e soro em pó, possuem, em média, teores de 16% e 73% de lactose em sua composição, respectivamente.

Os queijos são produtos que apresentam quantidades muito baixas de lactose, principalmente aqueles que utilizam fermento láctico. Em geral, os lácteos fermentados possuem baixas quantidades de lactose. Nos leites fermentados e na bebida láctea fermentada, o processo de fermentação pode proporcionar diminuição de até 25%, em relação ao teor inicial desse açúcar no leite (WALSTRA; JENNESS, 1984).

A fermentação da lactose com produção de ácido láctico e consequente redução do pH constitui a base para a elaboração de queijos e leites fermentados, pois permite a conservação dos produtos e aumento considerável da vida de prateleira, se comparado ao leite fluido pasteurizado. Durante a fermentação da lactose, também são produzidos outros produtos secundários, como CO_2 , ácido acético, diacetil e acetaldeído, importantes para a formação do sabor e aroma característicos (FOX; MCSWEENEY, 1998; WALSTRA et al., 1999).

A lactose é uma molécula grande que não é absorvida nas mucosas intestinais. Precisa ser hidrolisada enzimaticamente, para ser metabolizada. Para a hidrólise da lactose, é necessária a enzima lactase, que, normalmente, está presente nas células da mucosa do intestino. Essa enzima é específica na quebra da ligação β -1,4 da lactose em glicose e galactose (Fig. 4).

Pessoas com intolerância à lactose não possuem a enzima lactase no intestino e a molécula de lactose não é metabolizada, sendo fermentada pelas bactérias presentes no cólon, produzindo gás e modificando a pressão osmótica intestinal. Consequentemente, ocorre acúmulo de água no intes-

tino, o que provoca sintomas de diarreia, perda de peso, desnutrição, desidratação e desconforto intestinal, com dores, cólica e flatulência (WALSTRA et al., 1999).

As pessoas que apresentam sintomas após a ingestão de 10 g de lactose são consideradas intolerantes. Essa intolerância também pode ser decorrente da baixa produção de lactase, sem sinais crônicos, bem como da ausência de produção, com sinais crônicos. A intolerância pode também, ser causada pela diminuição da produção de lactase no duodeno, pela idade e/ou pela diminuição do consumo de produtos lácteos. Existe também a predisposição de origem genética, principalmente entre pessoas negras, asiáticas e indígenas, e a intolerância adquirida, provocada por infecções intestinais ou verminoses.

As soluções para evitar problemas de intolerância à lactose são: abstinência de produtos lácteos, ingestão de pílulas de lactase e de produtos lácteos delactosados, que é a forma mais adequada, pela importância nutricional desse alimento.

Assim, o mercado de produtos para pessoas com restrições ao consumo de lactose é considerado um nicho a ser explorado, tendo em vista a quantidade de pessoas que sofrem com esse problema, e, também, pelo aumento da população idosa no Brasil (FARKYE; VEDAMUTHU, 2002).

Redução de lactose em queijos

Na fabricação de queijos, cerca de 96% da lactose do leite, são perdidos no soro durante a dessoragem. Já a coalhada possui uma quantidade considerável de lactose que será metabolizada para a produção de ácido láctico e abaixamento do pH, pelas bactérias do fermento adicionado, durante a fabricação do queijo ou durante os primeiros estádios da maturação (FARKYE; VEDAMUTHU, 2002).

Em alguns tipos de queijos frescos, como o de Coalho e o Minas Frescal, na maioria das vezes, não se adiciona fermento durante sua fabricação. Nesses casos,

a lactose não é totalmente fermentada, permanecendo na massa até o seu consumo, o que poderia provocar reações em pessoas com intolerância a esse açúcar. Na coalhada fresca, a concentração de lactose depende do teor de umidade, da extensão da fermentação antes da enformagem e da presença de etapas, como lavagem ou não da massa (FARKYE; VEDAMUTHU, 2002).

A redução da lactose do leite é muito simples e pode ser implementada em uma pequena indústria de laticínios. Todo o processo baseia-se na adição da enzima ao leite pasteurizado gelado e no acompanhamento do processo de hidrólise, por meio da crioscopia eletrônica do leite até o nível de redução desejado. O leite estará delactosado, quando mais de 90% da lactose for quebrada. Após essa etapa, o processo de fabricação segue etapas semelhantes àquelas de produção de um queijo convencional, com leite sem hidrólise de lactose.

O controle da delactosagem é feito pela subtração da crioscopia final pela inicial, dividindo-se o valor encontrado por 2,74. O processo de hidrólise pode ser influenciado pela temperatura, que não pode ultrapassar 40 °C.

Nas indústrias de pequeno e médio portes, a delactosagem é feita sob refrigeração, pois isso ajuda a manter a qualidade microbiológica do leite pasteurizado.

Outro fator a ser considerado na delactosagem é a concentração de enzima, que deve ser de 0,5 a 1 g/L de leite trabalhado ou conforme recomendações do fornecedor. A maior eficiência de hidrólise ocorre em valores de pH entre 6,5 e 7,0;

Mercado de queijos com redução de lactose

Existe hoje, no Brasil, um mercado muito grande para os produtos com redução de lactose, principalmente em queijos que são utilizados na culinária em pratos, como pizzas, congelados, lanchonetes e restaurantes. A disponibilidade desses produtos permitiu que indivíduos intolerantes

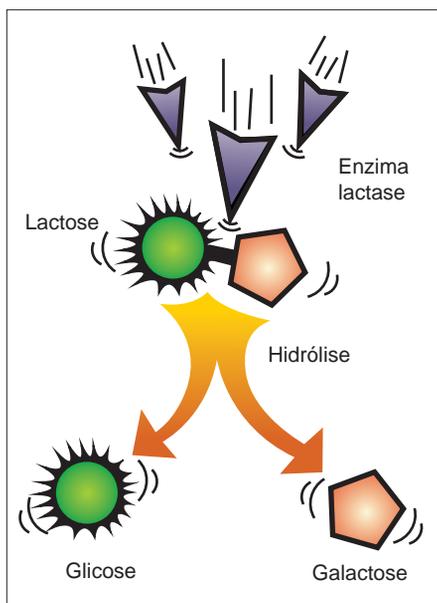


Figura 4 - Mecanismo de ação da enzima lactase

FONTE: Acácia (2015).

tivessem acesso a uma grande diversidade de alimentos que aplicam queijos em sua formulação.

Por outro lado, tem-se observado aumento da procura por esses produtos, por falta de informação de pessoas que confundem produtos “zero lactose”, com produto light de baixa caloria, bem como a indicação de forma equivocada em dietas de indivíduos saudáveis.

Outro ponto de grande importância para o mercado de queijos com redução de lactose é o fato de que o consumo do queijo Minas Frescal há muitos anos faz parte do hábito alimentar do brasileiro, o que pode ser associado a características diferenciadas desse queijo, como alta aceitabilidade, preços mais acessíveis a uma maior faixa da população, facilidade de fabricação, rendimento e rapidez no preparo.

Com alto teor de umidade, o Minas Frescal é o queijo que possui o maior teor de lactose e, na maior parte das vezes, não se utiliza fermento em sua tecnologia de fabricação.

No mercado brasileiro, tem-se observado crescimento no lançamento de diversas marcas de queijos Minas Frescal, além de queijos Minas Padrão, Ricota, queijo ralado, Prato fatiado e Prato bola para pessoas com restrições à lactose.

O consumo de produtos com lactose reduzida no Brasil está aumentando. Essa linha de produtos pode ser lançada a preços bastante competitivos, por se tratar de uma tecnologia simples e de fácil implantação na indústria. No entanto, é importante que esta tecnologia seja mais divulgada, bem como os benefícios que ela traz aos consumidores intolerantes, para que o consumo de produtos livres de lactose seja aumentado e as indústrias sintam-se mais motivadas a explorar esse nicho de mercado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Novas tendências na área de queijos estão surgindo, com a utilização de queijos análogos em pratos prontos e conge-

lados; queijos com redução do sódio e de lactose. Muitos desses produtos são específicos para um nicho de mercado composto por pessoas hipertensas ou intolerantes à lactose, ou, ainda, por aquelas preocupadas com a saúde. No entanto, apesar dos esforços da indústria laticinista, muitas pesquisas precisam ser realizadas com queijos tipicamente brasileiros, como o Minas Frescal, Prato e Minas Padrão. Embora exista grande disponibilidade de resultados de pesquisas, geralmente estas são realizadas com queijos que não são produzidos e consumidos no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABOU EL-NOUR, A.; SCHEURER, G.J.; BUCHHEIM, W. Use of rennet casein and milk protein concentrate in the production of spread-type processed cheese analogue. *Milchwissenschaft*, v.53, n.12, p.686-690, 1998.

ACÁCIA. Farmácia de manipulação. **Lactose no tratamento da intolerância à lactose**. Americana, [2015]. Disponível em: <<http://www.acaciadeamericana.com.br/lactase-60-capsulas.html>>. Acesso em: fev. 2015.

ANTUNES, L.A.F.; COSTA, F.R.F. Queijo Prato salgado com NaCl e/ou Mg Cl₂: I-maturação e aceitabilidade. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v.50, n.296, p.13-22, nov./dez. 1995.

AYYASH, M. M.; SHAH, N. P. Proteolysis of low-moisture Mozzarella cheese as affected by substitution of NaCl with KCl. *Journal of Dairy Science*, v.94, n.8, p.3769-3777, 2011a.

AYYASH, M. M.; SHAH, N. P. The effect of substitution of NaCl with KCl on chemical composition and functional properties of low-moisture Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, v.94, n.8, p.3761-3768, 2011b.

BACHMANN, H.P. Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal*, v.11, n.4/7, p.505-515, July 2001.

BERGER, W. et al. **Processed cheese manufacture: a Joha guide**. Landenburg: BK Giu- lini Chemie, 1998. 238p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos produtos lácteos. **Diário Oficial [da] República**

Federativa do Brasil, Brasília, 11 mar. 1996. Seção 1, p.3977.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de redução do sódio em alimentos processados**. Brasília, 2011a. Disponível em: <<http://www.abia.org.br/anexos/criteriosparamonitoramento/evaluacaodoplano27jan.pdf>>. Acesso em: 9 fev. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde e indústria assinam acordo para reduzir teor de sódio em alimentos**. Brasília, 2011b. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/noticias/default.cfm?pg=dspDetalheNoticia&id_area=124&CO_NOTICIA=12402>. Acesso em: 8 fev. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Termo de Compromisso nº 004/2011, de 7 de abril de 2001. Termo de Compromisso que firma entre si a União, por intermédio do Ministério da Saúde, e a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA), a Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias (ABIMA), a Associação Brasileira da Indústria de Trigo (ABITRIGO) e a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP), com a finalidade de estabelecer metas nacionais para a redução do teor de sódio em alimentos processados no Brasil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 8 abr. 2011c. Disponível em: <http://189.28.128.100/nutricao/docs/geral/termo_de_compromisso_abril_2011.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2013.

CARBOIDRATOS. [S.l.:s.n.], 2009. Disponível em: <http://www.oocities.org/edu043869/Cursobio_cap1.htm>. Acesso em: fev. 2015.

CAVALCANTE, A.B.D.; PINHEIRO, A.J.R.; MOSQUIM, M.C.A.A.V. Requeijão: uso de gordura vegetal como substituto parcial da gordura do leite na fabricação do requeijão tradicional. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de fora, v.47, n.279/281, p.62-65, jan./jun. 1992.

CEREDA, M.P. (Coord.). **Propriedades gerais do amido**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. 814p. (Fundação Cargill. Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 1).

CRUZ, A. G. et al. Cheeses with reduced sodium content: effects on functionality, public health benefits and sensory properties. **Trends in Food Science & Technology**, v.22, n.6, p.276-291, 2011a.

- CRUZ, A. G. da et al. Probiotic cheese: health benefits, technological and stability aspects. **Trends in Food Science & Technology**, v.20, n.8, p.344-354, Aug. 2009.
- CRUZ, A.G. et al. Processed cheese: relevance for low sodium cheese development. In: FOSTER, R.D. (Org.). **Cheese: types, nutrition and consumption**. New York: Nova Publisher, 2011b. p.1-14.
- CRUZ, R.; CIACCO, F. C. **Fabricação de amido e sua utilização**. São Paulo: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, 1985.152p. (Série Tecnologia Agroindustrial).
- DENDER, A. G. F. van. Optimisation of the manufacturing of processed cheese without added fat and reduced sodium. **Australian Journal of Dairy Technology**, v.65, n.3, p.217-221, 2010.
- DOYLE, M.E.; GLASS, K. A. Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.9, n.1, p.44-56, 2010.
- ELIASSON, A. **Starch in food: structure, function and applications**. Cambridge: Woodhead; Boca Raton: CRC Press, 2004. 582p.
- FARKYE, N.Y.; VEDAMUTHU, E.R. Microbiology of soft cheese. In: ROBINSON, R. K. **Dairy Microbiology Handbook**. 3rd ed. New York: Wiley Interscience, 2002. p.479-513.
- FELICIO T.L. et al. Cheese. What is its contribution to the sodium intake of brazilians? **Appetite**, v.66, n.1, p.84-88, July 2013.
- FIESP; ITAL. **Brasil Food Trends 2020**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.brazilfoodtrends.com.br/Brasil_Food_Trends/index.html>. Acesso em: 3 nov. 2014.
- FOX, P.F.; MCSWEENEY, P.L.H. **Dairy chemistry and biochemistry**. London: Blackie Academic & Professional, 1998. 478p.
- GAGLIARDI, A.C.; MANCINI FILHO, J.; SANTOS, R.D. Perfil nutricional de alimentos com alegação de zero de gordura trans. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.55, p.50-53, 2009.
- GIGANTE, M.L.; GARRUTI, R. dos S.; ROIG, S. M. Uso da gordura vegetal alimentar na fabricação de queijo tipo imitação. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.42, n.249, p.30-37, jan./fev. 1987.
- GIGANTE, M.L.; ROIG, S.M. Substituição de gordura láctea por gordura vegetal em queijo Minas frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.47, n.279/281, p.77-84, jan./jun. 1992.
- GOMES, A. P. et al. Manufacture of low-sodium Minas fresh cheese: effect of the partial replacement of sodium chloride with potassium chloride. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.6, p.2701-2706, June 2011.
- HENNEY, J.E.; TAYLOR, C.L.; BOON, C.S. **Strategies to reduce sodium intake in the United States**. Washington: National Academic Press, 2010. 506p.
- HIPERTENSÃO arterial atinge 23,3% dos brasileiros, diz Ministério. São Paulo: Globo, 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2011/04/hipertensao-arterial-atinge-233-dos-brasileiros-diz-ministerio.html>>. Acesso em: 9 mar. 2012.
- JAWOROWSKA, A. et al. Determination of salt content in hot takeaway meals in the United Kingdom. **Appetite**, v.59, n.2, p.517-522, 2012.
- JUNGBUNZLAUER. Sub4salt®. Basel, 2015. Disponível em: <<http://www.jungbunzlauer.com/en/products/specialties/sub4salt.html>>. Acesso em: fev. 2015.
- KATSIARI, M.C. et al. Proteolysis in reduced sodium Kefolograviera cheese made by partial replacement of NaCl with KCl. **Food Chemistry**, London, v.73, n.1, p.31-43, Apr. 2001.
- LINDSAY, R.C.; HARGETT, S.M.; BUSH, C.S. Effect of sodium/potassium (1:1) chloride and low sodium chloride concentrations on quality of Cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, v.65, n.3, p.360-370, Mar. 1982.
- LOBATO-CALLEROS, C. et al. Textural characteristics of cheese analogs incorporating fat replacers. **Journal of Texture Studies**, v.30, n.5, p.533-548, Nov. 1999.
- LUCEY, J. A.A.; JOHNSON, M. E.; HORNE, D.S. Invited review: perspectives on the base of the rheology and texture properties of cheese. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.2725-2743, Sept. 2003.
- MCMAHON, D. J. Issues with low and lower salt cheeses. **Australian Journal of Dairy Technology**, v.65, n.3, p.200-2005, 2010.
- MILKPOINT INDÚSTRIA. **Mercado de queijos cresce no país e atrai estrangeiros**. Piracicaba, 2014. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/giro-lacteo/mercado-de-queijos-cresce-no-pais-e-atrai-estrangeiros-91686n.aspx>>. Acesso em: 3 nov. 2014.
- MOUNSEY, J. S.; O'RIORDAN, E. D. Empirical and dynamic rheological data correlation to characterize melt characteristics of imitation cheese. **Journal of Food Science**, v.64, n.4, p.701-703, July 1999.
- O'BRIEN, R. D. **Fat and oils: formulations and processing for applications**. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2003. 670p.
- OLIVEIRA, C. S. Queijos artificiais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.39, n.235, p.49-51, set./out. 1984.
- OPS; OMS. **"iMenos sal, por favor!"** Buenos Aires, 2013. Disponível em: <http://www.paho.org/arg/index.php?option=com_content&view=article&id=1129:semana-mundial-concientizacion-sobre-sal-%C2%A1menos-sal-favor&Itemid=234>. Acesso em: fev. 2015.
- RODRIGUES, F. **Requeijão, fondue, especialidade, queijo processado**. Juiz de Fora: Templo, 2006. 172p.
- SAXELIN, M.; KORPLA, R.; MÄKINEN-MÄYRÄ, A. Introduction: classifying functional dairy products. In: MATTLA-SANDHOLM, T.; SAARELA, M. (Ed). **Functional dairy products**. Cambridge: CRC Press, 2003. cap.1, p.4-16.
- SÓLIDOS iônicos. In: EXPLICATORIUM. [S.l.], 2015. Disponível em: <http://www.explicatorium.com/quimica/Estrutura_solidos_ionic.php>. Acesso em: fev. 2015.
- WALSTRA, P.; JENNESS, R. **Química y física lactológica**. Zaragoza: Acribia, 1984. 423p.
- WALSTRA, P. et al. **Dairy technology: principles of milk properties and processes**. New York: Marcel Dekker, 1999. 727p.
- WHO. **Review and updating of current WHO recommendations on salt/sodium and potassium consumption**. Geneva, 2011. 8p. Disponível em: <http://www.who.int/nutrition/events/NUGAG_dietandhealth_subgroup_call_public_comment_scope_of_Na_K.pdf>. Acesso em: fev. 2013.
- WYNESS, L. A.; BUTRISS, J. L.; STANNER, S. A. Reducing the population's sodium intake: the UK Food Standards Agency's salt reduction programme. **Public Health Nutrition**, v.15, n.2, p.254-261, Feb. 2012.

MINAS LÁCTEA 2015

14 A 16
JULHO
2015

JUIZ DE FORA
MINAS GERAIS
BRASIL



30°

CONGRESSO NACIONAL
DE LATICÍNIOS



41°

CONCURSO NACIONAL
DE PRODUTOS LÁCTEOS



42ª

EXPOMAQ



41ª

EXPOLAC

www.minaslactea.com.br



O tema central do **Congresso Nacional de Laticínios** deste ano será: "A indústria de laticínios do Brasil em tempos de crise: desafios e perspectivas". Referência na América Latina para apresentação de pesquisas e difusão de tecnologias sobre leite e derivados, o Congresso oferece também minicursos e palestras.



No **Concurso Nacional de Produtos Lácteos**, laticínios de diversos estados apresentam produtos para concorrerem em diversas categorias. A avaliação é feita por profissionais de universidades, indústrias e dos serviços de inspeção governamentais, que julgam aspectos como cor, textura, odor, aroma, sabor e consistência.



Na **Expomaq**, empresas do Brasil e do exterior apresentam novidades em máquinas, embalagens e insumos para a indústria de laticínios. O público da exposição é segmentado, composto por empresários, técnicos, professores e estudantes interessados no funcionamento e na aplicabilidade das inovações.



A **Expolac** promove a interação entre fabricantes e representantes comerciais interessados em novidades no setor lácteo. É tida como vitrine nacional para apresentação de produtos derivados do leite, como queijos, doces, bebidas lácteas, iogurtes, e produtos inovadores que ainda serão lançados ao mercado consumidor.

Lácteos concentrados e desidratados: princípios tecnológicos

Ítalo Tuler Perrone¹, Arlan Caldas Pereira Silveira², Pierre Schuck³,
Rodrigo Stephani⁴, Antônio Fernandes de Carvalho⁵

Resumo - As principais tecnologias associadas a produtos lácteos concentrados e desidratados são responsáveis pela produção de leite evaporado, leite condensado, doce de leite, leite e soro em pó, concentrados de proteínas lácteas do leite e do soro em pó. As principais tecnologias apresentadas são as de evaporação a vácuo, separação por sistemas de membranas, cristalização e secagem por atomização.

Palavras-chave: Produto derivado do leite. Evaporação. Separação por membranas. Cristalização. Secagem. *Spray dryer*. Atomização.

INTRODUÇÃO

Os produtos lácteos concentrados e desidratados originaram-se no início dos anos de 1800, com o avançar do projeto de equipamentos e patentes impulsionados pela Revolução Industrial.

Inicialmente, estudos com a evaporação a vácuo possibilitaram o desenvolvimento de leite evaporado e condensado. A secagem contra uma corrente de ar quente evoluiu para a secagem em *spray dryer*, estabelecendo, a partir daí, a base tecnológica para o desenvolvimento dos lácteos desidratados. Destacam-se, nesse período, os trabalhos e patentes realizados por Nicolas Appert, Gail Borden e Henri Nestlé.

O primeiro produto lácteo concentrado, produzido em escala industrial, a ser comercializado no Brasil foi o leite condensado, em 1890, vindo por navios da Europa.

Quanto aos livros, um dos primeiros que aborda a tecnologia dos lácteos concentrados e desidratados, intitulado “Dairy Technology”, foi publicado em 1913, pelos

autores Larsen & White, professores do South Dakota State College. Destaca-se, também, o importante livro publicado em 1914, intitulado “Condensed Milk and Milk Powder: Prepared for the use of Milk Condenseries”, pelo professor Otto Frederick Hunziker.

O Brasil somente veio a possuir uma fábrica de lácteos concentrados e desidratados em 1921, instalada na cidade de Araras, SP.

Os primeiros trabalhos técnicos e científicos sobre lácteos concentrados e desidratados no Brasil, em especial sobre doce de leite, datam de 1948, tendo sido publicados na Revista Felctiano (atual Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes).

O avançar da indústria de evaporação e secagem no País culminou com a realização do 1º Simpósio sobre Produtos Lácteos Concentrados e Desidratados, realizado em 1984, tendo sido idealizado e organizado pela Associação dos Ex-alunos da EPAMIG-Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT).

Ressalta-se que a disciplina de Produtos Lácteos Concentrados e Desidratados é ministrada como cadeira independente há muitos anos no ILCT e na Universidade Federal de Viçosa (UFV), contribuindo para a formação de profissionais para a indústria e para a pesquisa.

A industrialização e as pesquisas na área de lácteos concentrados e desidratados desenvolveram-se com o passar dos anos no Brasil e no mundo, o que acarretou, a partir de 2001, a realização de um Congresso Mundial Trienal sobre a Secagem de Produtos Lácteos e do 2º Simpósio sobre Produtos Lácteos Concentrados e Desidratados – Simpósio 30 anos, realizado em 2014. A Federação Internacional de Laticínios (FIL) organizará, em 2016, a próxima edição do Congresso Internacional de Lácteos Desidratados.

Dentro desse cenário de constantes evoluções tecnológicas e científicas, o objetivo com este artigo é apresentar as principais tecnologias relacionadas com a tecnologia de lácteos concentrados e desidratados.

¹Bacharel Química, D.Sc., Prof. UFV - Depto. Tecnologia de Alimentos, Viçosa, MG, italo.perrone@ufv.br

²Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, Doutorando co-tutela UFV/INRA-STLO, Viçosa, MG, arcpsi@yahoo.com.br

³Bacharel Ciências Naturais, Ph.D., Research Engineer INRA-STLO, Rennes, França, pierre.schuck@rennes.inra.fr

⁴Bacharel Química, M.Sc., Doutorando Química, Gerente de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Tate & Lyle Gemacom Tech, Juiz de Fora, MG, rodrigo@gemacomtech.com

⁵Farmacêutico-bioquímico, Ph.D., Prof. UFV - Depto. Tecnologia de Alimentos/Bolsista CNPq, Viçosa, MG, antoniofernandes@ufv.br

LÁCTEOS CONCENTRADOS E DESIDRATADOS

A produção de lácteos concentrados e desidratados consiste basicamente em duas etapas distintas, denominadas evaporação e secagem. O primeiro passo é a remoção de, aproximadamente, 50%-80% da água em um evaporador. O segundo passo é a remoção de grande parte da umidade remanescente em um secador. A retirada de água do leite e do soro implica na redução do seu volume e na sua conservação, pela modificação na atividade de água que limita as possibilidades de desenvolvimento dos microrganismos.

Classicamente a evaporação ocorre em evaporadores a pressão atmosférica (tachos) ou em evaporadores a vácuo. Contudo, pelas grandes vantagens energéticas, são amplamente utilizados, nos dias atuais, os sistemas de concentração por membranas, com destaque para os de osmose inversa e nanofiltração. A secagem ocorre em *spray dryer* para a quase totalidade dos produtos. Todavia, trabalhos atuais apontam para a utilização de sistemas de secagem em rolos sob vácuo e por liofilização, dependendo do valor agregado ao produto desenvolvido.

Evaporação

Os evaporadores ou concentradores a vácuo configuram o principal equipamento na tecnologia de produção dos lácteos concentrados. A rigor, esses equipamentos deveriam ser denominados evaporadores ou concentradores com pressão de trabalho inferior à pressão atmosférica, pois, fisicamente, não estão sob condições reais de vácuo. Dessa forma, tanto a literatura da área de engenharia de alimentos como as indústrias e os profissionais da área empregam largamente o termo evaporador a vácuo, o que será mantido neste artigo.

Os evaporadores a vácuo apresentam grande vantagem econômica em relação aos tachos normalmente empregados para a produção de doce de leite. Um tacho gasta entre 1,20 e 1,40 kg de vapor para evaporar 1,0 kg de água do leite, enquanto

um evaporador com cinco efeitos e dois termostatos gastam 0,11 kg de vapor para evaporar 1,0 kg de água do leite. Além de implicar diminuição do custo de evaporação, acarreta em menor capacidade instalada para a produção de vapor, o que se torna determinante em fábricas com grande volume de leite.

Os evaporadores empregados nas tecnologias de produção de lácteos podem trabalhar com o leite ou o soro como matérias-primas de alimentação ou com a mistura de leite e sacarose, denominada calda, no caso de produção de doce de leite e de leite condensado.

Uma linha para evaporação e produção deve ser composta por diversas partes no intuito de:

- promover o tratamento térmico da matéria-prima ou da matéria-prima com a sacarose;
- promover a concentração/evaporação do leite/soro ou da calda até o teor de sólidos ou densidade final desejada;
- promover o resfriamento rápido do produto e a adição da lactose em pó, no caso de leite condensado e de soro concentrado;
- promover a cristalização da lactose, caso seja necessário.

Dessa forma, são partes características das linhas de evaporação de lácteos:

- Unidade trocadora de energia na forma de calor: consiste de um trocador tubular, a placas ou por injeção direta de vapor, no qual a intensidade do tratamento térmico e o tempo de retenção podem ser alterados, objetivando características específicas no produto, como cor ou viscosidade mais pronunciadas. Os tratamentos térmicos consistem do binômio tempo e temperatura, sendo que o tempo de retenção é ponto fundamental do processo.

Uma célula de retenção externa usualmente consiste de uma tubulação em arranjo espiral ou zigzague,

podendo ser coberta por uma proteção metálica. O comprimento da tubulação e o fluxo podem ser calculados pelas Equações 1 e 2, no intuito de que a célula de retenção possibilite o tempo desejado.

Equação 1:

$$L = v \cdot 4 \cdot \pi \cdot d^2$$

Equação 2:

$$v = \frac{(V1 \cdot Tr)}{3600 \cdot Fe}$$

em que:

VI = vazão de leite no trocador de calor (L/h);

Tr = tempo de retenção (s);

Fe = fator de eficiência (0,8 a 0,9);

L = comprimento dos tubos da retenção (dm);

d = diâmetro interno dos tubos da retenção (dm);

v = volume de leite (L).

A quantidade de energia na forma de calor que pode ser transferida por unidade de tempo para elevar a temperatura de um líquido de T_1 a uma temperatura T_2 , desconsiderando-se que ocorram processos de mudança dos componentes de energia potencial nos sistemas, é dada pela Equação 3.

Equação 3:

$$Qt = (T2 - T1) \cdot V \cdot c \cdot d$$

em que:

Qt = Quantidade de energia transferida na forma de calor por unidade de tempo (J/s);

V = vazão de leite (m³/s);

c = calor específico do leite (J/kg/K);

d = densidade do leite (kg/m³);

- evaporador ou concentrador: normalmente evaporadores tubulares de

película descendente, com múltiplos efeitos e com termocompressores (TVR) ou com recompressão térmica (MVR) instalados;

- c) finalizador ou finisher: objetiva controlar o teor de sólidos ou a densidade do produto ao final da concentração;
- d) sistema de resfriamento do produto concentrado: trocadores de energia na forma de calor a placas ou empregando-se câmara a vácuo, conhecidos como *flash cooler*;
- e) tanques para cristalização: tanques em aço inox, de parede dupla, para circulação de água gelada que possam trabalhar assepticamente.

Princípios e tipos de trocadores de energia na forma de calor

Segundo a termodinâmica, calor é a energia transferida entre dois sistemas ou um sistema e suas vizinhanças, quando existe diferença de temperatura entre os diferentes pontos do espaço. A partir dessa definição, duas importantes observações podem ser feitas:

- a) a força motriz para a transferência de energia na forma de calor é a existência de um diferencial de temperatura entre dois sistemas ou entre o sistema e as vizinhanças;
- b) calor é a energia em trânsito, ou seja, os sistemas possuem energia interna (proveniente do somatório das componentes potenciais e cinéticas das energias atômica, eletrônica, de interação química, rotacionais, vibracionais e translacionais), que pode ser transferida, por meio de choques intermoleculares entre os sistemas. Quando esta transferência de energia tem como força motriz a diferença de temperatura, a energia em trânsito é chamada calor.

O primeiro efeito de evaporação, também conhecido como calandra, consiste em uma carcaça em aço inox que envolve os tubos nos quais o leite/soro ou calda

descem passando por evaporação. No interior dos tubos, há o escoamento do produto após a passagem pelo distribuidor, localizado na parte interna superior da calandra e anterior à entrada dos tubos.

Por sua vez, o distribuidor estático, que se baseia na ação da gravidade, encarrega-se da distribuição uniforme do líquido, na forma de gotas ou de filetes, com uma placa distribuidora localizada logo acima dos tubos da calandra.

Já no distribuidor dinâmico, consegue-se uniformidade das películas com um bico de pressão especial que pulveriza o líquido, formando um cone cheio sobre o espelho da calandra. Para que esses sistemas funcionem eficientemente, é fundamental que os tubos estejam perfeitamente perpendiculares ao piso da fábrica. Caso contrário, em alguns pontos dentro do tubo, o leite não irá passar, implicando em superaquecimento e queima do produto.

Os tubos são dispostos perpendicularmente ao piso da fábrica e podem chegar a 15 m de altura com, aproximadamente, duas polegadas de diâmetro interno e estar em número próximo a 250 por efeito. Sabe-se que estas especificações variam muito de acordo com o projeto e a capacidade de evaporação do equipamento. Isso porque os tubos não trabalham completamente cheios de leite, pois a coluna de leite geraria diferentes temperaturas de ebulição no decorrer do tubo e dificuldade para evaporação. Assim, apenas um filete de leite ou calda escorre pelas paredes internas dos tubos, cujo interior fica reservado à expansão do evaporado. Externamente aos tubos, é empregado vapor à baixa pressão, no intuito de promover a evaporação.

A quantidade de energia que pode ser transferida para a evaporação pode ser calculada pela Equação 4.

Equação 4:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

em que:

Q = quantidade de energia que pode ser fornecida para evaporação;

U = coeficiente global de transferência de energia na forma de calor;

A = área de evaporação ou área interna dos tubos;

ΔT = diferença de temperatura entre o vapor à baixa pressão (parte externa aos tubos de leite e interna da carcaça da calandra) e o leite ou calda em ebulição.

Conhecem-se os coeficientes da película de vapor condensado tanto no interior como sobre bancos de tubos, que são da ordem de 5 a 15 $\text{kw/m}^2/^\circ\text{C}$.

A interpretação da Equação 4 é importante do ponto de vista de projeto e investimento e de qualidade do produto final. Considerando-se que o coeficiente global de transferência de energia na forma de calor é praticamente constante entre os equipamentos, então os dois fatores que podem aumentar a capacidade de evaporação de um equipamento ($\uparrow Q$) são um incremento na área ou na diferença de temperatura. Aumentar a área significa aumentar o número de efeitos do equipamento e da mesma forma o investimento inicial. Como regra, se um equipamento com um efeito consome X kg de vapor para evaporar 1 kg de água do leite, então um evaporador com n efeitos consumirá X/n kg de vapor para evaporar a mesma quantidade de água. Dessa forma, se um evaporador de um efeito consome 1 kg de vapor para evaporar 1 kg de água do leite, então um equipamento com quatro efeitos consumirá 1/4, ou seja, 0,25 kg de vapor para evaporar a mesma quantidade de água.

O número de tubos por evaporador implica em maior ou menor área de evaporação. Ao ser considerado um evaporador com 200 tubos, de 15 m de altura cada tubo e com diâmetro interno de duas polegadas, a área disponível para evaporação poderá ser calculada pela Equação 5.

Equação 5:

$$A = Nt \cdot (h \cdot 2 \cdot \pi \cdot r)$$

em que:

A = área disponível para evaporação no efeito;

Nt = número total de tubos no efeito;
 h = altura dos tubos no efeito;
 r = raio interno dos tubos.

Empregando a Equação 5 para o exemplo apresentado, tem-se:

$$A = 200 \cdot (15 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 0,0254) = 478 \text{ m}^2$$

A opção por aumentar a diferença de temperatura entre o meio de aquecimento e o produto em ebulição acarreta maior consumo de vapor pela fábrica, maior intensidade de modificações causadas pelo aquecimento nos constituintes do leite e maior deposição de sujidades no equipamento. Este último ponto é vital para as indústrias, pois acarreta em maior número de paradas para limpeza do equipamento, comprometendo a capacidade de evaporação da planta.

Se forem considerados dois evaporadores com a mesma capacidade de evaporação, ou seja, possuindo o mesmo valor para Q, tem-se que um equipamento com pequena área/poucos efeitos (menor investimento inicial) consumirá maior quantidade de vapor (maior investimento operacional), enquanto um evaporador com grande área/muitos efeitos (maior investimento inicial) consumirá menor quantidade de vapor (menor investimento operacional). O limite prático para os números de efeitos fica entre seis e sete efeitos.

Ressalte-se que, a partir destes números a economia em consumo de vapor não justifica o investimento inicial.

Cristalização

A concentração do leite para a obtenção de doce de leite, leite condensado, soro e leite em pó implica na saturação e supersaturação da lactose na solução. O aparecimento de cristais perceptíveis ao paladar caracteriza um dos principais problemas na conservação de lácteos concentrados.

Na tecnologia de fabricação do leite condensado, emprega-se a microcristalização ou cristalização forçada/induzida,

para obter cristais de lactose com tamanho inferior a 16 µm, tornando-se etapa fundamental no controle da textura do produto. Na Figura 1, observam-se microfotografias de leites condensados comerciais.

Já para a produção do doce de leite, controla-se o tamanho dos cristais por meio do aumento da viscosidade, o que pode ser realizado pela adição de agentes espessantes ao produto. Esta técnica não evita a cristalização, somente dificulta a formação de cristais perceptíveis ao paladar. A utilização da enzima lactase impossibilita a cristalização, entretanto, acarreta modificações nas tecnologias de produção.

Em lácteos desidratados, teores elevados de lactose na composição do produto acarretam na formação de lactose amorfa durante a secagem em *spray dryer*, o que causa diminuição na temperatura de transição vítrea dos pós e dificuldade para armazenamento desses produtos. A cristalização prévia da lactose anteriormente à secagem é a tecnologia mais empregada na produção de soro ou permeado de ultrafiltração em pós.

A cristalização forçada ou induzida, também conhecida como nucleação secundária, consiste em três ações:

- a) resfriamento controlado dos produtos concentrados;
- b) adição de núcleos de cristalização (lactose em pó);
- c) agitação constante.

O resfriamento controlado e rápido dos produtos concentrados intensifica a força motriz da etapa de cristalização e favorece a formação de núcleos dentro do produto. A adição de lactose em pó (núcleos) é determinante para a obtenção de grande número de cristais pequenos, o que é desejado, pois dificulta a percepção sensorial dos cristais pelo consumidor.

Jāncić e Grootsholten (1984) definem a nucleação como o processo no qual pequenos agregados cristalinos estáveis se formam na solução, dividindo-a em duas etapas:

- a) nucleação primária: um número de partículas em fluxo, de tamanho superior ao limite crítico, é gerado, a maioria em regiões de elevada supersaturação, como ao redor das superfícies de resfriamento e nas zonas de ebulição. A formação de cristais em uma nova fase diminuirá

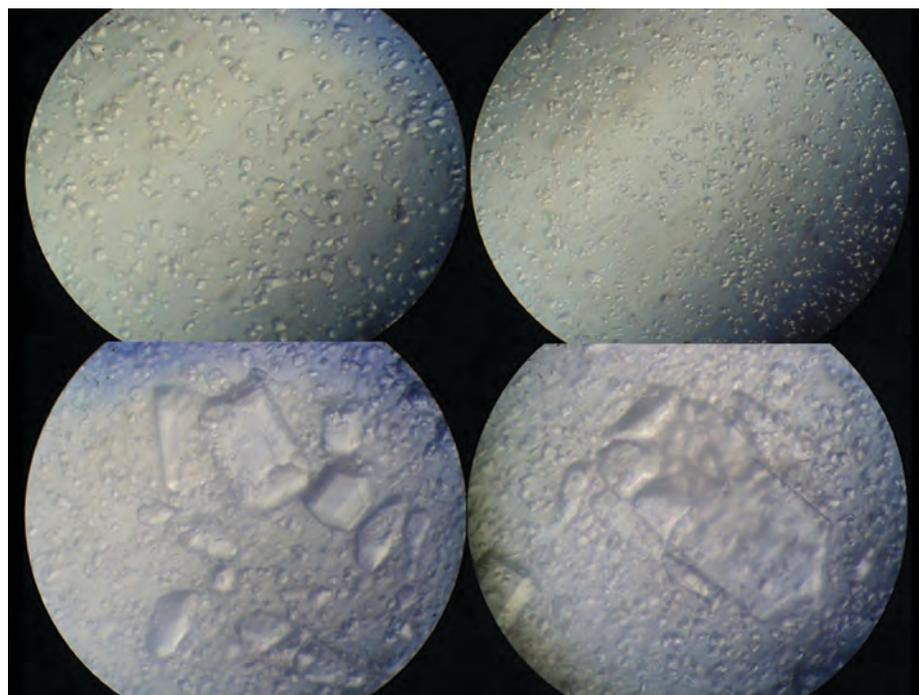


Figura 1 - Amostras de leites condensados comerciais levadas ao microscópio com aumento de 400x

Italo T. Perrone

a energia livre de Gibbs da solução. Contudo demandará energia para a estabilização dessa nova fase cristalina.

O balanço entre estas duas energias é apresentado na Equação 6, que apresenta a variação total de energia livre de Gibbs para o processo de cristalização por nucleação primária.

Equação 6:

$$\Delta G = \frac{4}{3}\pi r^3 \Delta G_v + 4\pi r^2 \gamma$$

em que:

ΔG = variação total de energia livre de Gibbs para o processo de cristalização por nucleação primária;

r = raio da partícula cristalina de lactose;

ΔG_v = variação da energia livre de Gibbs volumétrica para o processo de cristalização por nucleação primária;

γ = tensão interfacial entre a superfície do cristal de lactose e a solução concentrada do produto lácteo.

O raio crítico (r_c) pode ser calculado pela Equação 7.

Equação 7:

$$r_c = \frac{-2\gamma}{\Delta G_v}$$

b) nucleação secundária: uma quantidade de partículas geradas, como resultado da presença do crescimento de cristais matrizes, induz à formação de novos cristais.

A cristalização em soro concentrado anteriormente ao processo de secagem pode ser calculada pela Equação 8.

Equação 8:

$$\% \text{crist.} = \frac{(B_i - B_f) \cdot 9500 \cdot 100}{\% \text{Lac.} \cdot \text{EST} \cdot (95 - B_f)}$$

em que:

$\% \text{crist.}$ = porcentual de cristalização da lactose em soro concentrado;

B_i = teor de sólidos solúveis após a evaporação a vácuo e anteriormente ao resfriamento e cristalização;

B_f = teor de sólidos solúveis durante a cristalização do produto resfriado sob agitação no tanque de cristalização;

$\% \text{Lac.}$ = teor de lactose no extrato seco total do soro concentrado;

EST = teor de extrato seco total do soro concentrado após a evaporação a vácuo.

Princípios da secagem por atomização

A primeira patente que descreve o processo de secagem por *spray* data de 1872. Foi realizada por Percy, nos Estados Unidos, sendo considerado o inventor dessa tecnologia de secagem (CARIĆ et al., 2009). Objetivando melhorar as características de solubilidade do leite em pó desnatado, Pebles depositou patentes nos anos de 1936, 1955 e 1958. Essas patentes descreviam a umidificação controlada da superfície de partículas de leite em pó desnatado em correntes turbulentas de ar, o que causava a colisão das partículas úmidas e a consequente formação de aglomerados, que, por sua vez, tinham o seu teor de umidade reduzido pela posterior passagem de ar quente. Os

produtos tratados por esse sistema receberam o nome de leite em pó instantâneo.

A introdução do processo de secagem em dois estádios ocorreu na década de 1970, tendo importância significativa no aumento da capacidade de evaporação dos equipamentos e na melhoria da qualidade dos pós oriundos de produtos termosensíveis (MASTERS, 2002).

A secagem dos líquidos por atomização ou pulverização, frequentemente chamada secagem por atomização ou *spray drying*, consiste em dispersar o produto a ser seco sob forma de pequenas gotículas em uma corrente de ar quente, a fim de obter um pó (Fig. 2). Quando um alimento é colocado em uma corrente de ar com baixa umidade relativa (UR), (pressão de 1554 Pa), e elevada temperatura (em média 200 °C), é formada espontaneamente uma diferença de temperatura e pressão parcial de água entre o alimento e o ar. Isso resulta em uma transferência de energia na forma de calor do ar para o produto e uma transferência de água do produto para o ar, sendo que o ar em contato com a partícula láctea atomizada possui temperatura de 45 °C e pressão de 9583 Pa (SCHUCK; JEANTET; CARVALHO, 2010). De acordo com Refstrup (apud SCHUCK, 2009), as pequenas gotículas formadas e a grande área superficial destas resultam em uma rápida evaporação da água a uma temperatura relativamente baixa, minimizando os danos térmicos ao produto.

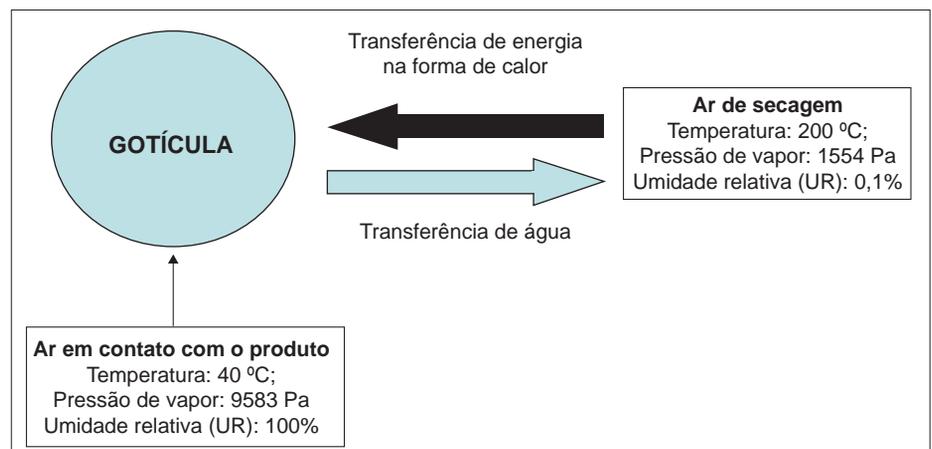


Figura 2 - Princípio de secagem por atomização

FONTE: Schuck (2009).

Segundo Carić et al. (2009), a taxa de variação infinitesimal da massa de água evaporada durante a secagem pelo tempo é expressa pelas Equações 9 e 10.

Equação 9:

$$\frac{dW}{dt} = A \cdot K \cdot (p_{vk} - p_v)$$

Equação 10:

$$dW = \frac{A \cdot h \cdot (T_v - T_{vk})}{dt \cdot r}$$

em que:

dW/dt = taxa de variação infinitesimal da massa de água evaporada durante a secagem pelo tempo (kg/s);

A = área superficial da partícula atomizada (m^2);

K = coeficiente de transferência de massa (kg/s/N);

p_{vk} = pressão parcial da água na saturação na temperatura de bulbo úmido (Pa);

p_v = pressão parcial da água no ar que envolve a partícula atomizada (Pa);

h = coeficiente de transferência de calor ($W/m^2/K$);

r = calor latente de evaporação da água (J/kg);

T_v = temperatura do ar de secagem (K);

T_{vk} = temperatura de bulbo úmido (K).

A velocidade de secagem é ligada a três fatores: a superfície de evaporação, a diferença da pressão parcial de água entre a gotícula e o ar e a velocidade de migração de água na gotícula (SCHUCK; JEANTET; CARVALHO, 2010).

De acordo com a lei de Fourier, quanto maior a área de troca, mais rápida será a transferência de energia na forma de calor e, portanto, maior será a velocidade de secagem. Acontece o mesmo para a cinética de secagem. Com base na Equação 1, conclui-se que a transferência de água do produto para o ar é causada pela diferença da pressão parcial da água entre as gotículas e o ar seco, e, quanto maior

a diferença, mais rápida será a secagem. Uma desidratação do ar e/ou um aumento da temperatura permite uma diminuição de pressão parcial da água.

Atomização

A atomização é uma etapa do processo de secagem por *spray* na qual ocorre, a partir de um líquido de partida, a produção de gotículas com grande relação superfície-massa, e que, após a evaporação da água, cria as partículas do pó que serão descarregadas da câmara de secagem (MASTERS, 2002).

Os parâmetros de atomização influenciam importantes propriedades dos pós, como densidade, formato, distribuição de tamanho, quantidade de ar ocluso e teor final

de umidade. Dessa forma, segundo Schuck, Dolivete e Jeantet (2012), as funções básicas da atomização são proporcionar uma elevada taxa de evaporação e produzir partículas com formato, tamanho e densidade com magnitudes controladas e desejadas.

Ao empregar atomizadores centrífugos, as rotações do disco variam entre 10 mil e 20 mil por minuto e a pressão nos bicos varia entre 17 e 25 MPa (SKANDERBY et al., 2009). Dessa forma, pequenas partículas com tamanho uniforme são obtidas, com diâmetro que varia entre 20 e 150 μm (WESTERGAARD, 2004).

No Quadro 1, são apresentadas algumas características dos sistemas de atomização e, no Quadro 2, as vantagens e desvantagens desses sistemas.

QUADRO 1 - Características dos sistemas de atomização

Atomizador rotativo		Atomizador tipo bico de pressão		Atomizador tipo bico pneumático	
Velocidade periférica (m/s)	Tamanho médio das partículas atomizadas (μm)	Pressão (bar)	Tamanho médio das partículas atomizadas (μm)	Proporção ar-líquido (kg/g)	Tamanho médio das partículas atomizadas (μm)
> 180	20 a 40	> 100	20 a 40	> 3:1	5 a 20
150 a 180	40 a 80	50 a 100	40 a 75	1,5 a 3:1	20 a 30
125 a 150	80 a 120	25 a 50	15 a 150	1 a 1,5:1	30 a 50
75 a 125	120 a 225	15 a 25	150 a 350	0,5 a 1:1	50 a 125

FONTE: Masters (2002).

QUADRO 2 - Vantagens e desvantagens dos sistemas de atomização

Tipo	Vantagens	Desvantagens
Atomizador centrífugo ou disco de atomização	Flexibilidade; alta taxa de fluxo; possibilidade de trabalhar com produtos de elevada viscosidade e alto teor de sólidos.	Elevado investimento e custo de manutenção dos aparatos de atomização; aumenta a quantidade de ar ocluso e diminui a densidade do pó.
Bico de pressão	Diminui a quantidade de ar ocluso e aumenta a densidade do pó; melhora a fluidez do pó; possibilita aglomerações intensas e possui baixo investimento no bico.	Elevado custo de manutenção da bomba de alta pressão; desgaste das partes que compõem os bicos (principalmente ao trabalhar com cristais de lactose); limitações quanto à viscosidade e ao teor de sólidos do produto de alimentação.
Bico de dois fluidos	Adequado a produtos sensíveis e elevadas pressões.	Aumenta a quantidade de ar ocluso e diminui a densidade do pó.

FONTE: Schuck, Dolivet e Jeantet (2012), Westergaard (2004) e Masters (2004).

Secagem em estádios

A secagem por atomização evoluiu de um simples estádio até três estádios (Quadro 3). A torre de secagem simples estádio (Fig. 3) tem um tempo de estadia na câmara de secagem muito curto, de 20 a 60 segundos em média. Dessa forma, não existe um equilíbrio real entre a umidade das partículas ou aglomerados do pó e do ar. A temperatura de saída do ar é, portanto,

mais elevada, enquanto o rendimento térmico é diminuído (SCHUCK, 2009; MASTERS, 2002).

A torre de secagem dois estádios ou dois tempos (Fig. 4) é, por sua vez, construída para obter um tempo de secagem mais longo, de até vários minutos e, portanto, mais próximo do equilíbrio termodinâmico. Por este tipo de instalação, um leito fluidizado externo vibrante é necessário

para obter a umidade residual requerida (WESTERGAARD, 2004; MASTERS, 2002).

A secagem três estádios ou três tempos ou *Multistage drying* (MSD) (Fig. 5) é o maior progresso realizado nessa área desde o início da secagem por atomização. Para reduzir os custos de secagem e melhorar as performances das instalações, tem-se que transferir a maior parte possível da

QUADRO 3 - Características dos diferentes processos de secagem

Característica	Secagem em único estádio	Secagem em múltiplos (dois e três) estádios
Câmara de secagem	Responsável por toda evaporação da água	Responsável pela evaporação parcial da água
Fluidizador	Caso presente, realiza resfriamento	Realiza evaporação e resfriamento
Temperatura do ar de entrada	170 °C a 200 °C	200 °C a 230 °C
Temperatura do ar de saída	85 °C a 90 °C	60 °C a 75 °C
Eficiência térmica	1.595 kcal/kg de H ₂ O evaporada	960 a 1.350 kcal/kg de H ₂ O evaporada
Vazão de produto concentrado na câmara	Menor	Maior
Tempo de residência das partículas nos secadores	20 a 60 segundos	Alguns minutos
Busca pelo equilíbrio entre o ar de saída e o pó	Não há tempo de residência suficiente	O maior tempo de residência possibilita este estado
Aglomeramento do pó	Espontânea	Espontânea e intencional
Tipo de pó produzido	Particulado	Particulado e aglomerado

FONTE: Dados básicos: Písecký (1997) e Schuck (2009).

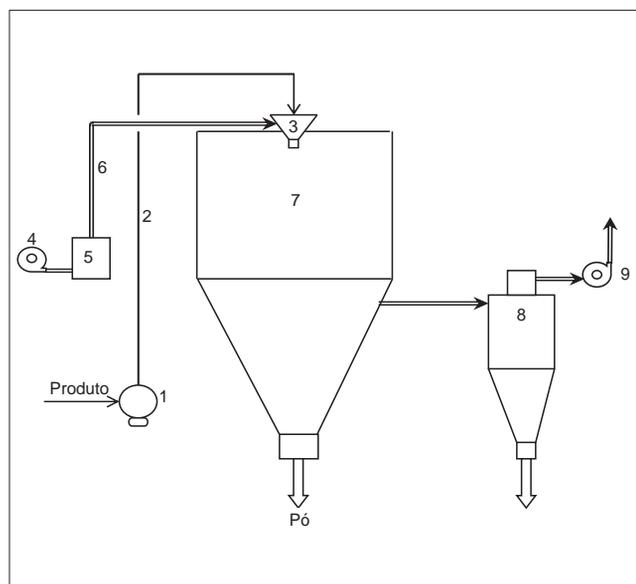


Figura 3 - Esquema do princípio da torre de secagem simples estádio

FONTE: Silveira et al. (2013).

NOTA: 1 - Bomba de alimentação; 2 - Circuito de alimentação; 3 - Atomizador; 4 - Ventilador de ar de entrada; 5 - Aquecedor de ar; 6 - Canalizador de ar quente; 7 - Câmara de secagem; 8 - Ciclone; 9 - Ventilador de ar de saída.

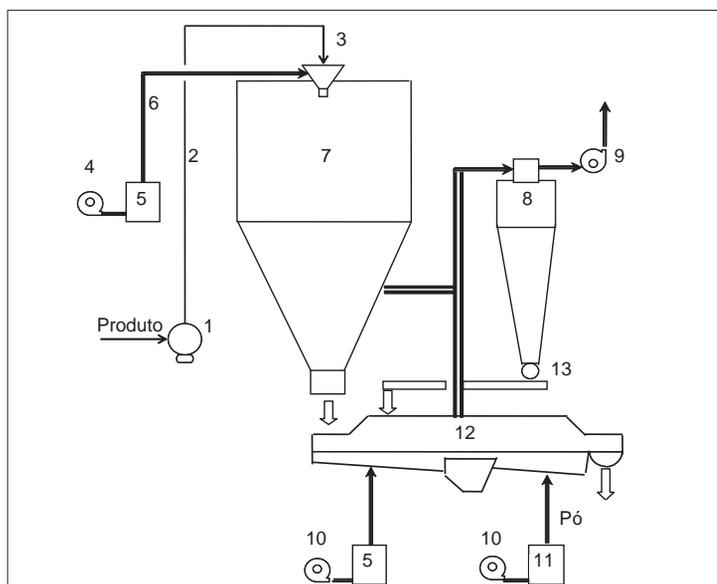


Figura 4 - Esquema do princípio da torre de secagem dois estádios
FONTE: Silveira et al. (2013).

NOTA: 1 - Bomba de alimentação; 2 - Circuito de alimentação; 3 - Atomizador; 4 - Ventilador de ar de entrada; 5 - Aquecedor de ar; 6 - Canalizador de ar quente; 7 - Câmara de secagem; 8 - Ciclone; 9 - Ventilador de ar de saída; 10 - Ventilador de leito fluidizado externo; 11 - Resfriamento de ar; 12 - Leito fluidizado externo; 13 - Válvula rotativa.

secagem da fase atomização para a fase fluidização. O limite é o início da aderência entre o produto úmido e a parede da torre. Para evitar esse inconveniente, um leito fluidizado no interior da unidade (leito fluidizado interno ou estático) é instalado para secar o produto úmido (CARÍĆ et al., 2009; WESTERGAARD, 2004; MASTERS, 2002).

A temperatura do ar de entrada e saída varia de acordo com as diferentes torres de secagem. Para as unidades três tempos, aproxima-se o meio do equilíbrio termodinâmico. Em decorrência da melhora do rendimento térmico, a temperatura de entrada desse tipo de torre pode ser mais elevada, e, ao contrário, a temperatura de saída é mais baixa. Uma melhora da qualidade do

produto em nível de aglomeração, solubilidade, dispersibilidade e molhabilidade é igualmente observada sobre as torres de secagem de três estádios (SKANDERBY et al., 2009; PÍSECKÝ, 1997).

Existem, ainda, outras instalações de secagens (tallform, filtermat, secagem a bandas) destinadas aos produtos que têm propriedades específicas, alto teor em matérias gordas, amidos, dentre outros (WESTERGAARD, 2004; MASTERS, 2002).

Agglomeração

Segundo Masters (2002), um aglomerado é formado por duas ou mais partículas de pó aderidas entre si por meio da umidade superficial, de estrutura friável, na qual as formas das partículas originais são perceptíveis. A aglomeração possui uma influência direta nas propriedades físicas do leite em pó, uma vez que partículas grandes tornarão o pó mais fluido, sendo uma demanda solicitada pelos consumidores e pelas indústrias (SKANDERBY; WESTERGAARD; PARTRIDGE, 2009).

A aglomeração afeta positivamente as propriedades de dissolução dos pós, porém apresenta como desvantagem produzir um pó com baixa densidade (*bulk density*), o que, por sua vez, acarreta maiores custos logísticos e de embalagem (WESTERGAARD, 2004).

O Quadro 4 define os tipos de aglomeração existentes nos processos de secagem por *spray*.

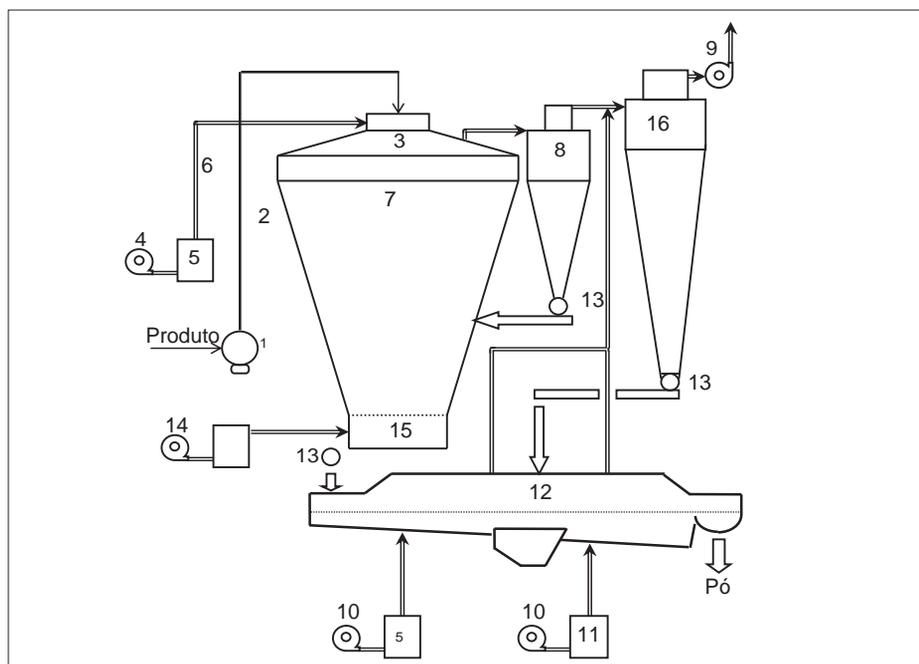


Figura 5 - Esquema do princípio da torre de secagem três estádios

FONTE: Silveira et al. (2013).

NOTA: 1 - Bomba de alimentação; 2 - Circuito de alimentação; 3 - Atomizador; 4 - Ventilador de ar de entrada; 5 - Aquecedor de ar; 6 - Canalizador de ar quente; 7 - Câmara de secagem; 8 - Ciclone; 9 - Ventilador de ar de saída; 10 - Ventilador de leito fluidizado externo; 11 - Resfriamento de ar; 12 - Leito fluidizado externo; 13 - Válvula rotativa; 14 - Ventilador do ar do leito estático; 15 - Leito fluidizado interno; 16 - Ciclone secundário.

QUADRO 4 - Definições dos diferentes tipos de aglomeração

Tipo de aglomeração	Definição	Exemplos
Espontânea e primária	Aleatória, colisões entre as partículas após a atomização	Todos os tipos de atomização
Forçada e primária	Intencional, colisões provocadas entre as partículas provenientes de diferentes dispositivos de atomização	Colisões causadas por sistemas de atomização do tipo bico
Espontânea e secundária	Aleatória, colisões entre as partículas atomizadas e os finos	Sistemas de secagem de múltiplos estádios
Forçada e secundária	Intencional, colisões entre partículas atomizadas e os finos que são forçados a retornar para a zona de atomização	Sistemas de secagem com retorno de finos para a câmara de secagem

FONTE: Skanderby, Westergard e Patridge (2009).

RESULTADOS DE PESQUISAS

Diversas pesquisas são realizadas atualmente na área de produtos lácteos desidratados, contando com fortes equipes de pesquisadores em diferentes países. As principais linhas de pesquisa nesta área são:

- a) avanços na tecnologia de produção de lácteos desidratados: separação por membranas, evaporação a vácuo, secagem por *spray*, fluidização e estocagem;
- b) soro e seus derivados: principalmente sobre lactose e sua cristalização;
- c) engenharia de processo e tecnologias alternativas, visando à economia e ao reaproveitamento de energia;
- d) propriedades dos lácteos desidratados e reatividade: análises da caracterização e do comportamento durante a granulação e reidratação;
- e) aspectos nutricionais de lácteos desidratados: propriedades físico-funcionais e valor nutricional de lácteos desidratados.

A Federação Internacional de Laticínios (FIL), desde o ano de 2001 realizou cinco simpósios internacionais (Rennes-França, 2001; Cork-Irlanda, 2004; São Francisco-Estados Unidos, 2007; Melbourne-Austrália, 2009; Saint Malo-França, 2012) sobre produtos lácteos desidratados por *spray dryer*, e um específico sobre a lactose e seus derivados (Moscou-Rússia, 2007), o que indica um cenário internacional favorável à produção e à pesquisa na área em questão.

O avanço na aplicação e nas tecnologias de membranas impulsiona as pesquisas e os desenvolvimentos nessa área de pesquisa.

A obtenção de produtos lácteos desidratados com funcionalidades específicas para a aplicação industrial implica no desenvolvimento de novos produtos a partir do fracionamento dos constituintes do leite e do soro.

O *cracking* do leite em diferentes formas desidratadas e estáveis levou a um aumento súbito no uso de produtos lácteos intermediários.

A Figura 6 ilustra as principais tecnologias empregadas na produção de lácteos desidratados.

Parisot e Remond (2012) estudaram o tempo de residência em evaporadores como uma ferramenta no desenvolvimento de novos equipamentos. O tempo de residência é a chave para a aplicação de modelos cinéticos e, dessa forma, prevê as propriedades dos produtos concentrados. O objetivo do estudo é proporcionar melhores condições de processamento para o controle da desnaturação proteica, da digestibilidade dos pós, da reação de Maillard, dentre outros. Vignolles et al. (2010) analisaram a estrutura supramolecular da gordura em lácteos desidratados e determinaram que esta propriedade pode ser empregada para ajustar as temperaturas empregadas durante o processo de secagem por *spray*.

Gaiani et al. (2010) pesquisaram o efeito da temperatura de secagem na composição superficial de lácteos proteicos desidratados. Os resultados indicam uma concentração de lipídios na superfície das partículas para todos os pós e uma concentração de proteínas para alguns tipos de produtos. Independentemente da temperatura empregada, os lipídios e as proteínas concentraram-se na superfície, e a lactose concentrou-se no interior das partículas. O enriquecimento dessa superfície é altamente afetado pelas temperaturas de secagem. Foi encontrada uma correlação direta entre a concentração de lipídios na superfície dos pós e a sua molhabilidade.

Patel et al. (2010) estudaram as vantagens e desvantagens do processo de simulação unidimensional da secagem por atomização cocorrente. Esse método é uma técnica empregada para avaliar os parâmetros de operação e as propriedades dos produtos, anterior à realização de testes em escala industrial, possuindo a grande vantagem de fazer os cálculos rapidamente, com relativa simplicidade. O trabalho

apresenta um exemplo de aplicação dessa técnica no processamento do leite em pó. O aproveitamento do soro corresponde à grande parte da rentabilidade do processo de fabricação dos queijos. A secagem de soro e de seus derivados implica em desafios à ciência e à tecnologia, uma vez que o comportamento dos produtos durante a secagem e o armazenamento é distinto do comportamento do leite.

Jelen (2012) descreve o comportamento e as aplicações industriais da cristalização da lactose durante o processamento de soro e de seus derivados. Neste trabalho, esse autor apresenta as principais propriedades físico-químicas que afetam a cristalização da lactose, em especial o equilíbrio mutarrotacional, a solubilidade, o perfil e a forma dos cristais. Perrone et al. (2012) estudaram a cristalização da lactose em soro concentrado com gordura e apresentaram as equações empíricas que descrevem a cristalização da lactose no soro concentrado a, aproximadamente, 59 °Brix, objetivando uma cristalização mínima de 70%, o que configura importante e vital propriedade de controle na produção de soro em pó.

No intuito de minimizar os efeitos da cristalização da lactose durante a secagem e o armazenamento de soro, buscam-se empregar substâncias com capacidade de elevar a temperatura de transição vítrea da matriz láctea, dentre as quais pode-se destacar a maltodextrina.

Potes e Roos (2012) estudaram a cristalização e a fluidez de sistemas formados por lactose e maltodextrina. A formulação de produtos infantis é um grande mercado para as indústrias de produtos desidratados. O entendimento dos efeitos da formulação e do processamento sobre as características desses produtos constitui importante e necessária linha de pesquisa.

Dupont et al. (2010) investigaram o efeito do aquecimento, durante a produção de alimentos infantis, sobre a estrutura da caseína e, principalmente, sobre a resistência dessa fração proteica a condições simuladas de digestão. Concluíram que o tratamento térmico do leite, antes do

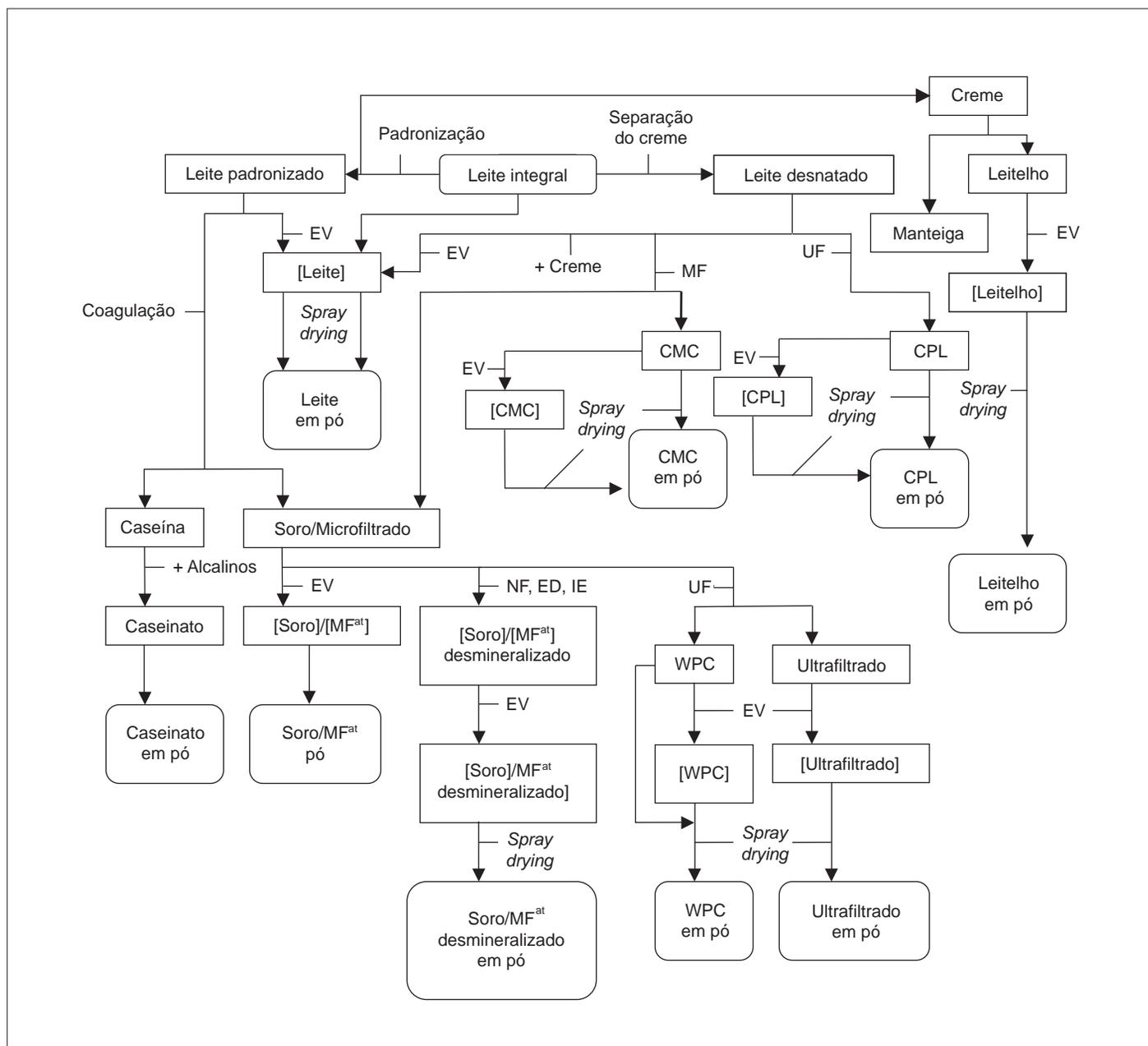


Figura 6 - Cracking do leite

FONTE: Schuck (2002).

NOTA: [] - Concentração a vácuo; CMC - Concentrado de micelas de caseína; WPC - Concentrado de proteínas solúveis; CPL - Concentrado de proteínas do leite; ED - Eletrodíálise; IE - Troca iônica; EV - Evaporação a vácuo; MF - Microfiltração 0,1 μm; MF^{at} - Microfiltrado; NF - Nanofiltração; UF - Ultrafiltração.

processo de secagem por *spray*, aumentou significativamente a resistência dessa fração proteica ao processo de digestão em condições simuladas da digestão por crianças. Segundo esse estudo, as áreas da proteína que apresentavam modificações pós-translacionais e elevada hidrofobicidade foram as de maior resistência à digestão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento das tecnologias e princípios científicos aplicados ao leite concentrado e desidratado, assim como o real entendimento das necessidades do mercado, configura importante oportunidade para o desenvolvimento econômico, científico e tecnológico no Brasil.

REFERÊNCIAS

CARIĆ, M. et al. Technology of evaporators, membrane processing and dryers. In: TAMIME, A.Y. (Ed.). **Dairy powders and concentrated products**. Chichester: J. Wiley, 2009. cap.3, p.99-148.

DUPONT, D. et al. Heat treatment of milk during powder manufacture increases casein resistance to simulated infant diges-

tion. **Food Digestion**, v.1, n.1/2, p.28-39, Dec. 2010.

GAIANI, C. et al. How surface composition of high milk proteins powders is influenced by spray-drying temperature. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, Oxford, v.75, n.1, p.377-384, Jan. 2010.

JĀNCIĆ, S.J.; GROOTSCHOLTEN, P.A.M. Introduction industrial crystallization: aims and problems. In: JĀNCIĆ, S.J.; GROOTSCHOLTEN, P.A.M. **Industrial crystallization**. Delft: Delft Universit, 1984. cap.1, p.1-14.

JELEN, P. Crystallization of lactose: behavior and industrial applications. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPRAY DRIED DAIRY PRODUCTS, 5., 2012, Saint Malo, França. **Proceedings...** Saint Malo: INRA, 2012. p.39-40.

MASTERS, K. **Spray drying**. 6th ed. London: Longman, 2002. 725p.

PARISOT, C.; REMOND, B. Residence time distribution: a new approach for the design of dairy evaporators. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPRAY DRIED DAIRY PRODUCTS, 5., 2012, Saint Malo, França. 2012. **Proceedings...** Saint Malo: INRA, 2012. p.29-30.

PATEL, K. et al. One-dimensional simulation of co-current, dairy spray drying systems: pros and cons. **Dairy Science & Technology**, v.90, n.2/3, p.181-210, Mar./June 2010.

PERRONE, I.T. et al. Crystallization in concentrated whey. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPRAY DRIED DAIRY PRODUCTS, 5., 2012, Saint Malo, França. **Proceedings...** Saint Malo: INRA, 2012. p.41-42.

PÍSECKÝ, J. **Handbook of milk powder manufacture**. Copenhagen: NIRO A/S, 1997. 261p.

POTES, N.; ROOS, Y.H. Crystallization and fluidness of lactose-maltodextrin systems. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPRAY DRIED DAIRY PRODUCTS, 5., 2012, Saint Malo, França. **Proceedings...** Saint Malo: INRA, 2012. p.43.

SCHUCK, P. Spray drying of dairy products: state of the art. **Lait**, Rennes, v.82, n.4, p.375-382, 2002.

SCHUCK, P. Understanding the factors affecting spray-dried dairy powder properties and behavior. In: CORREDIG, M. **Dai-**

ry-derived ingredients. Boca Raton: CRC, 2009. cap.2, p.24-50.

SCHUCK, P.; DOLIVET, A.; JEANTET, R. **Analytical methods for food and dairy powders**. Chichester: J. Wiley, 2012. 248p.

SCHUCK, P.; JEANTET, R.; CARVALHO, A.F. **Lactose crystallization and drying of whey**. In: CURSO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE LATICÍNIOS – UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Notas...** Viçosa, MG, 2010.

SILVEIRA, A.C.P. et al. Secagem por spray: uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.68, n.391, p.51-58, mar./abr. 2013.

SKANDERBY, M. et al. Dried milk products. In: TAMIME, A.Y. (Ed.). **Dairy powders and concentrated products**. Chichester: J. Wiley, 2009. cap.5, p.180-234.

VIGNOLLES, M.L. et al. Fat supramolecular structure in fat-filled dairy powders: a tool to adjust spray-drying temperatures. **Dairy Science & Technology**, v.90, n.2/3, p.287-300, Mar./June 2010.

WESTERGAARD, V. **Milk powder technology: evaporation and spray drying**. Copenhagen: NIRO A/S, 2004. 337p.

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**



Produtos lácteos fermentados: iogurte e bebida láctea

Junio César Jacinto de Paula¹, Maximiliano Soares Pinto²,
Marco Antonio Sloboda Cortez³

Resumo - O mercado de produtos lácteos fermentados no Brasil está em pleno desenvolvimento. O iogurte é um alimento tradicional e muito consumido em todo o mundo, não só por seu elevado valor nutricional, sensorial, mas também pelos benefícios que traz à saúde. A bebida láctea fermentada é o produto resultante da fermentação da mistura do leite e do soro de leite. A produção de bebidas lácteas tem ganhado mercado em razão do baixo custo de fabricação, do aproveitamento do soro e por ter preços mais atrativos para o consumidor. Ambos os produtos possuem tecnologia de fabricação relativamente simples e são os que apresentam maior versatilidade para lançamentos e inovações. No entanto, na maioria das vezes, as tecnologias de fabricação utilizadas são variadas, o que gera produtos com bastante irregularidades, sem a padronização adequada.

Palavras-chave: Produto derivado do leite. Tecnologia de fabricação. Fermentação láctica. Cultura láctica. Probiótico.

INTRODUÇÃO

A fermentação é um dos métodos mais antigos empregados pelo homem para transformar os alimentos e, conseqüentemente, aumentar o prazo de validade. No entanto, não se sabe exatamente a origem do leite fermentado. Acredita-se que possa ter surgido em virtude da domesticação de animais (vaca, ovelha, cabra e búfala).

Tamime e Robinson (2007) relatam que, nos primórdios da fabricação, o produto obtido da fermentação do leite sem separação do soro era uma coalhada com textura, viscosidade, aroma e gosto variados, em função da total ausência de controle fermentativo e de obtenção da matéria-prima. O leite era fermentado pela microbiota endógena e também pela contaminante, o que resultava na falta de padronização das características físicas, físico-químicas e sensoriais do produto final.

O isolamento das culturas lácticas possibilitou o uso específico no processo

de fermentação do leite. Além disso, com o surgimento da refrigeração, foi possível o desenvolvimento de várias tecnologias, utilizando-se culturas distintas para a fabricação de diversos leites fermentados. Atualmente, podem ser encontrados mais de 400 tipos de leites fermentados, nos mais diversos países.

Este artigo apresenta uma discussão sobre a tecnologia de fabricação, equipamentos, legislação, tendências e mercado, para auxiliar as indústrias na padronização, no desenvolvimento e na melhoria de produtos lácteos.

IOGURTE

O iogurte é definido, segundo a legislação brasileira, como “produto obtido pela fermentação láctica por meio da ação do *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* sobre o leite integral, desnatado ou padronizado”. Essa fermentação pode ser acompanhada

de outras bactérias lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto acabado (BRASIL, 2007).

A fermentação do leite é feita, em muitos países do mundo, utilizando diferentes métodos, o que resulta em diversos produtos de leite fermentado. O iogurte é o mais comum e o mais consumido.

Os produtos elaborados a partir da fermentação variam em composição, aroma, sabor e textura, de acordo com a natureza dos microrganismos fermentadores, do tipo de leite e do processo usado na fabricação. O iogurte sempre esteve presente na dieta alimentar humana desde os tempos remotos, quando a fermentação era utilizada como forma de preservação do leite (RODAS et al., 2001).

Durante a fermentação, a lactose transforma-se em ácido láctico, o pH do leite aproxima-se do ponto isoelétrico das proteínas que se precipitam, formando,

¹Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Juiz de Fora, MG, junio@epamig.br

²Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Prof. UFMG - Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, MG, maxonze@yahoo.com.br

³Médico-veterinário, D.Sc., Prof. UFF - Faculdade de Veterinária, Niterói, macortez@vm.uff.br

assim, a massa característica do iogurte. A contagem total de bactérias lácticas viáveis deve ser de, no mínimo, 10^6 UFC/g⁽⁴⁾, no produto final, para o(s) cultivo(s) láctico(s) específico(s) empregado(s), durante todo o prazo de validade (BRASIL, 2007).

A Figura 1 apresenta os fluxogramas de três tipos de iogurtes, comumente comercializados nos diversos países.

Aproximadamente 20% a 30% da lactose presente no leite é consumida pelos microrganismos que compõem a cultura termofílica para a produção de ácido láctico e uma pequena parte de compostos voláteis, como acetaldeído e diacetil, que são responsáveis pelo aroma do iogurte (TARI; USTOR; HARSA, 2009).

No processamento do iogurte firme, a quebra da massa é feita após 10 a 12 horas de resfriamento sob temperatura de refrigeração. A adição de polpa é opcional em todos os tipos de iogurte apresentados e deve ser adicionada após a quebra da massa nos iogurtes líquido e viscoso. Quando a polpa é adicionada ao fundo da embalagem, antes da fermentação, denomina-se iogurte tipo sundae (FERREIRA, 2008). Nesse tipo de iogurte, em que a fermentação é feita na própria embalagem, normalmente adicionam-se quantidades suficientes de sólidos não gordurosos do leite, para que o teor atinja valores superiores a 12%.

O teor de sólidos não gordurosos também tem grande importância na viscosidade e estabilidade do gel, durante todo o prazo de validade do iogurte. Adicionando-se de 6% a 12% de sólidos não gordurosos do leite na forma de leite em pó desnatado, não há interferência no crescimento das culturas lácticas presentes na cultura de iogurte (REIS; BRANDI; PINTO, 2011). A estabilidade do gel, segundo Ferreira (2008), está ligada à absorção de água pelas cavidades de pontes de hidrogênio formadas entre os aminoácidos e a cadeia proteica.

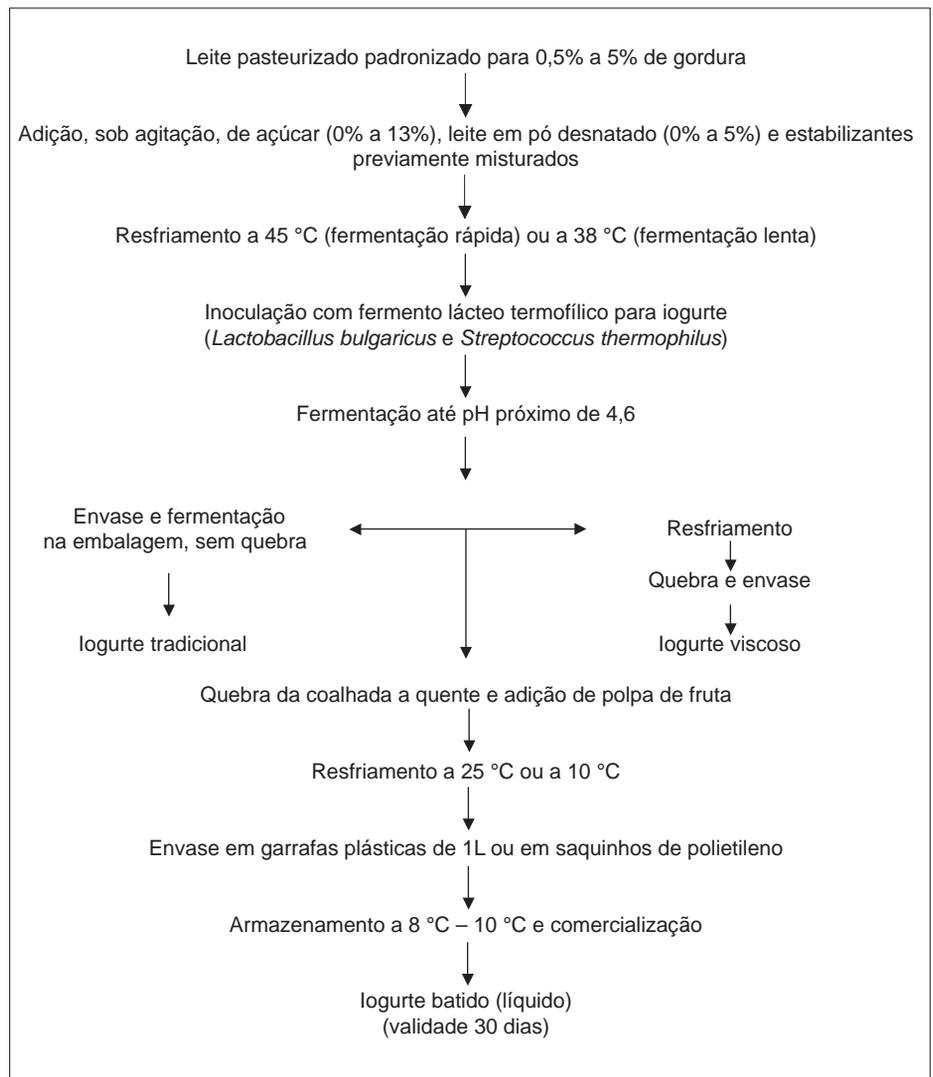


Figura 1- Fluxograma de processamento de iogurte tradicional, batido (líquido) e firme (viscoso)

Tratamento térmico do leite

Segundo Tamime e Robinson (1999), o tratamento térmico do leite para produção de iogurte deve situar-se entre 85 °C/15 minutos e 95 °C/5 minutos. Na prática, numerosas variações podem ser encontradas e têm como objetivos básicos eliminar qualquer microrganismo que possa competir com os microrganismos do fermento lácteo por redução do conteúdo de oxigênio do leite; e induzir mudanças químicas específicas no leite, como a expulsão do oxigênio e a liberação de alguns aminoácidos que podem favorecer o crescimento

dos microrganismos do fermento lácteo. Além disso, as variações podem modificar as proteínas do leite, promovendo a desnaturação das proteínas do soro, o que reduz a contração do coágulo da caseína do iogurte, diminuindo, conseqüentemente, a sinérese.

Ainda, segundo Tamime e Robinson (1999), o tratamento a 80 °C por 30 minutos possibilita melhores condições para a formação do gel. Tal fato pode ser atribuído a interações entre β -lactoglobulina (β -Lg) e caseína, uma vez que este tratamento desnatura mais de 90% de β -Lg e somente

⁴UFC - Unidade Formadora de Colônia por grama.

60% de α -lactoalbumina. Ferreira (2008) destaca também a utilização desse binômio pelo mesmo motivo, ressaltando que a interação entre as proteínas provocada pelo calor aumenta as propriedades hidrofílicas da caseína, facilitando, assim, a formação de um coágulo estável.

Fermentação láctica

A etapa de fermentação constitui a essência do processo de fabricação do iogurte. Nessa etapa, ocorrem o consumo da lactose e a hidrólise das proteínas do leite pelas culturas lácticas do iogurte que se desenvolvem no mix desse produto lácteo, por meio de um processo simbiótico, que resulta na produção de peptídeos, compostos ácidos e aromas característicos, como ácido láctico e acetaldeído. Adicionalmente, ocorre a redução da carga repulsiva existente na superfície das micelas de caseína, com o decréscimo dos valores de pH, resultando em agregação das moléculas de caseínas por meio de ligações hidrofóbicas (LUCEY, 2004).

Durante o processo de fermentação ocorre a produção de ácido láctico como produto principal e a produção de pequenas quantidades de outros subprodutos que influenciam profundamente nas características sensoriais do iogurte. O acetaldeído é produzido em maiores quantidades, seguido por acetona, 2-butanona, diacetil e acetoína. O ácido láctico resultante da fermentação contribui para a desestabilização da micela de caseína, provocando sua coagulação no ponto isoelétrico (pH 4,6 - 4,7) e conduzindo à formação de um gel, o iogurte. Além disso, a fermentação láctica favorece o valor nutricional do produto final (TAMIME; ROBINSON, 2007).

Para um bom desenvolvimento do processo de fermentação do leite, as culturas necessitam ser resistentes, apresentar poder acidificante médio, ter capacidade de desenvolvimento em simbiose e de produzir substâncias responsáveis pela viscosidade, sabor e aroma do iogurte.

Quebra do coágulo

A temperatura escolhida para a quebra do coágulo é importante para a viscosidade do produto final. Essa quebra modifica a estrutura coloidal da massa e libera o soro que, posteriormente, pode ser redistribuído de maneira uniforme. O coágulo deve ser quebrado, de preferência, a baixas temperaturas (10 °C), quando se propõe a adição de polpas de frutas. Um produto com menor viscosidade pode ser obtido, quando o coágulo é quebrado durante o processo de resfriamento, logo após a fermentação (FERREIRA, 2008), como mostrado na Figura 1.

Legislação de leites fermentados

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados foi aprovado pela Instrução Normativa nº 46, em 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com o objetivo de estabelecer a identidade e os requisitos mínimos de qualidade dos leites fermentados, seja no comércio interestadual, seja no internacional (BRASIL, 2007).

Na definição legal, tem-se que os leites fermentados são produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidos por coagulação e diminuição do pH por fermentação láctica, mediante a ação de cultivos de microrganismos específicos. Esses leites devem ser conservados e comercializados em temperatura não superior a 10 °C (BRASIL, 2007).

No citado Regulamento Técnico, são definidos como leites fermentados, a partir de diferenciações nas culturas lácteas utilizadas (BRASIL, 2007):

- a) iogurte: cultivos de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*, em conjunto, adicionados ou não de outras bactérias lácticas;
- b) leite fermentado ou cultivado: um ou vários dos cultivos de *L. acidophilus*, *L. casei*, *Bifidobacterium* sp., *S. thermophilus* etc.;

- c) leite acidófilo: cultivos exclusivos de *L. acidophilus*;
- d) kefir: cultivos lácticos de *L. kefir*, *L. casei*, *Bifidobacterium* sp., *S. thermophilus* e espécies dos gêneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Acetobacter*. Possui, ainda, leveduras fermentadoras de lactose (*Kluyveromyces marxianus*) e leveduras não fermentadoras de lactose (*Saccharomyces bisporus*, *S. cerevisiae* e *S. exiguus*);
- e) kumys: cultivos de *L. bulgaricus* e *K. marxianus*;
- f) coalhada: cultivos individuais ou mistos de bactérias mesofílicas produtoras de ácido láctico.

Em relação à quantidade de gordura, os leites fermentados são classificados em: com creme, com conteúdo de gordura mínimo de 6,0 g/100 g; integral, com o mínimo de 3,0 g/100 g de gordura; parcialmente desnatado, com o máximo de 2,9 g/100 g; desnatado, com conteúdo de gordura máximo de 0,5 g/100 g. Para a proteína, o mínimo é 2,9 g/100 g (BRASIL, 2007).

O nível de acidez deve variar de acordo com o produto. Assim, as variações permitidas são, em grama de ácido láctico/100 g de produto: 0,60 a 1,5 para o iogurte; 0,60 a 2,0 para leite fermentado, acidófilo e coalhada; menor que 1,0 para kefir e menor que 0,7 para kumys. Considerando-se que ocorre uma fermentação alcoólica no caso do uso de leveduras, o kefir e o kumys apresentam uma quantidade de etanol permitida, de 0,5 a 1,5 para o kefir, e mínima de 0,5 para kumys (BRASIL, 2007).

Os microrganismos lácteos utilizados devem ser viáveis, ativos e estar em concentração mínima no produto durante todo o prazo de validade (BRASIL, 2007).

No Quadro 1, estão indicadas as contagens específicas de cada microrganismo nos produtos fermentados.

Em relação aos ingredientes, dependendo do tipo de produto é obrigatória a utilização de leite e bactérias lácticas. Como ingredientes lácteos opcionais, têm-se: leite concentrado; creme; manteiga; *butter oil*;

leite em pó; caseinatos; proteínas lácteas e outros sólidos lácteos; soro e concentrados.

Quanto aos opcionais não lácteos, podem ser utilizados: frutas e preparados à base de frutas, maltodextrinas, mel, coco, cereais, vegetais, frutas secas, chocolate, especiarias, café, açúcares e/ou glicídios (exceto polialcoóis e polissacarídeos), bactérias lácticas subsidiárias, amidos ou amidos modificados.

Ressalta-se que, nos casos de adições de ingredientes não lácteos, o máximo permitido é de 30% m/m, e o produto é definido como leite fermentado com adições (BRASIL, 2007).

O regulamento também define padrões quanto à qualidade microbiológica (Quadro 2).

BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

No Brasil, bebida láctea é definida como o produto lácteo resultante da mistura do leite e de soro de leite.

Por serem economicamente viáveis, as bebidas lácteas fermentadas são consideradas uma alternativa para o aproveitamento do soro resultante da fabricação de queijos. Dentre as diversas formas de utilização do soro de leite, a elaboração de bebidas lácteas constitui uma das alternativas mais simples e atrativas para o seu aproveitamento, uma vez que existe a possibilidade de uso dos equipamentos previamente disponíveis nas indústrias de laticínios. Por este fato, pode-se observar que a produção de bebidas lácteas tem ganhado mercado em razão da boa aceitação sensorial, do elevado valor nutritivo, baixo custo de produção e de preços mais atrativos para o consumidor, o que as torna alternativa viável à compra de produtos, como iogurte e leites fermentados (PAULA et al., 2012).

Tem sido difundido um aumento no consumo de bebidas de laticínios, como iogurte, leites fermentados e bebidas semelhantes ao leite (mistura de leite e soro). No Brasil, foi registrada uma crescente aceitação de bebidas semelhantes ao leite, bem como de bebidas lácteas formuladas

QUADRO 1 - Contagens mínimas de microrganismos em UFC/g para os leites fermentados

Leite fermentado	Contagem de bactérias lácticas totais (UFC/g)	Contagem de leveduras específicas (UFC/g)
Iogurte	⁽¹⁾ Mínimo 10 ⁷	
Leite fermentado	⁽¹⁾ Mínimo 10 ⁶	
Leite acidófilo	Mínimo 10 ⁷	
Coalhada	Mínimo 10 ⁶	
Kefir	Mínimo 10 ⁷	Mínimo 10 ⁴
Kumys	Mínimo 10 ⁷	Mínimo 10 ⁴

FONTE: Dados básicos: Brasil (2007).

NOTA: UFC/g - Unidade Formadora de Colônia por grama do produto.

(1) Em caso de utilização do *Bifidobacterium*, a contagem mínima será 10⁶ UFC/g.

QUADRO 2 - Padrões microbiológicos para leites fermentados

Microrganismo (UFC ou NMP/g)	Critério de aceitação
Coliformes 30° C	n=5; c=2; m= 10; M=100
Coliformes 45° C	n=5; c=2; m < 3; M=10
Bolores e leveduras	n=5; c=2; m= 50; M=200

FONTE: Dados básicos: Brasil (2007).

NOTA: UFC - Unidade Formadora de Colônia; NMP/g - Número mais provável por grama; n - Número de unidades; c - Critério de aceitação entre m e M; m - Limite mínimo; M - Limite máximo.

com mistura de produtos lácteos fermentados, representando, aproximadamente, um terço do mercado de bebidas à base de leite (PAULA et al., 2012).

Tecnologia de fabricação

A bebida láctea fermentada é produzida com tecnologia similar àquela empregada para o iogurte líquido. A diferença encontra-se na adição de soro e na consequente diminuição da concentração de sólidos totais no produto final. Cuidados específicos devem ser tomados, quando o soro fresco é empregado, pois este deve ser tratado termicamente, para que o teor residual de coalho seja eliminado. Com isso, evita-se a coagulação da mistura durante o aquecimento ao qual é submetida.

Uma vez que o teor de sólidos é diminuído em função da adição de soro, torna-se necessário o uso de aditivos na forma de espessantes e/ou estabilizantes, para que a viscosidade e a estabilidade do gel sejam mantidas. Os aditivos mais utilizados pela indústria são gelatina, gomas e amidos modificados.

A bebida láctea fermentada pode ser fabricada com diferentes níveis de adição de soro de leite. Para a obtenção de um produto com características adequadas, recomenda-se a adição de, no máximo, 50% de soro sobre o volume final da bebida.

A Figura 2 apresenta o fluxograma de fabricação da bebida láctea fermentada.

Legislação

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea foi aprovado pela Instrução Normativa nº 16, em 2005 (BRASIL, 2005), com o objetivo de estabelecer a identidade e os requisitos mínimos de qualidade que deverão atender as bebidas lácteas nos comércios nacional e internacional.

Nesse Regulamento Técnico, as bebidas lácteas são definidas como a classe de produtos resultantes da mistura do leite e do soro de leite, adicionados ou não de substâncias alimentícias, gordura vegetal, leites fermentados, fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos. Quando adicionada de produtos não lácteos, a base

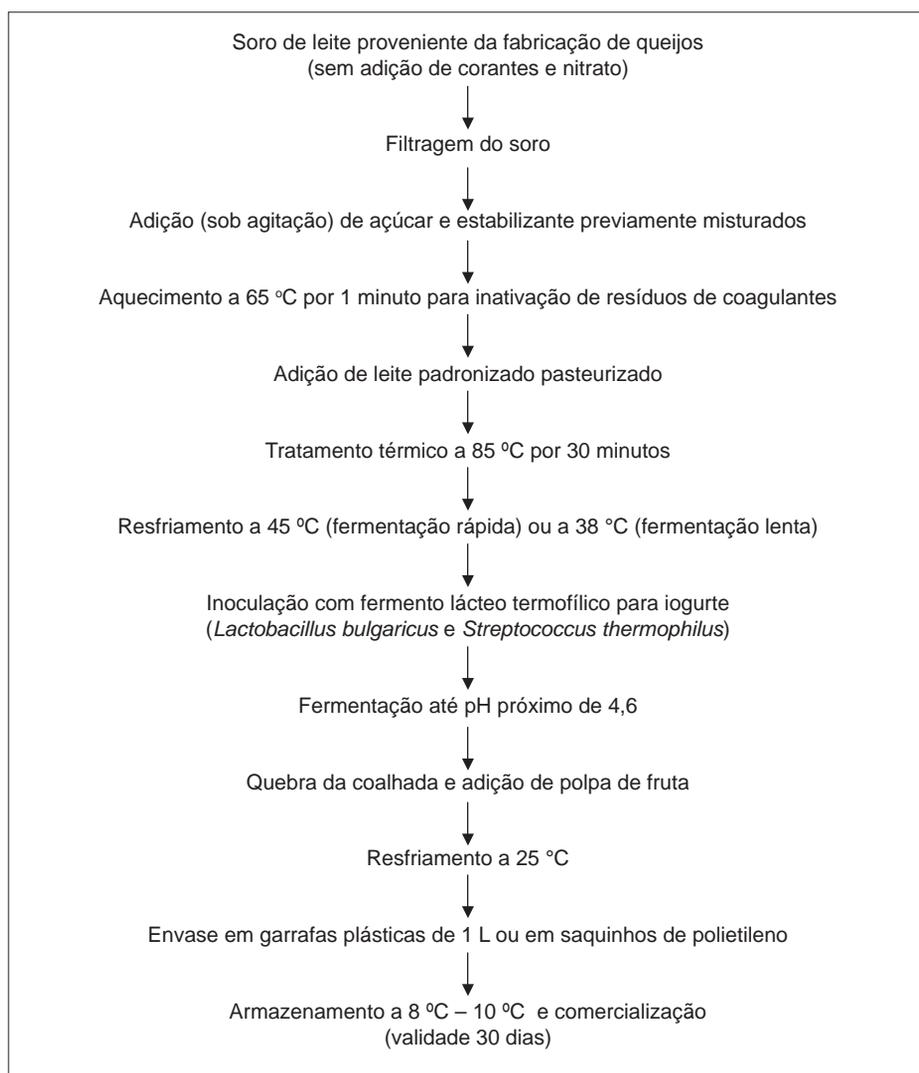


Figura 2 - Fluxograma de fabricação da bebida láctea fermentada

láctea deve representar pelo menos 51% (m/m) do total de ingredientes do produto (BRASIL, 2005).

De acordo com o tratamento tecnológico submetido, as bebidas lácteas são denominadas: pasteurizada; esterilizada; UAT/UHT; tratada termicamente após fermentação, e fermentada. Todas podem apresentar ou não adições de ingredientes não lácteos e, nestes casos, devem constar na denominação de venda o termo “com adição” e a substância adicionada. Especificamente para a bebida láctea fermentada, tem-se, ainda, a determinação da informação da quantidade mínima de bactérias lácticas (10⁶ UFC/g), durante todo o prazo de validade.

Os ingredientes obrigatórios são o leite e o soro de leite. Em casos de bebida

láctea fermentadas, devem ser adicionadas as bactérias lácticas. Como ingredientes opcionais, diversos produtos podem ser adicionados, tais como:

- a) ingredientes lácteos: cremes sólidos de origem láctea, manteiga, *butter oil*, caseinatos, proteínas lácteas, leite e outros;

- b) ingredientes não lácteos: açúcares e/ou glicídios, maltodextrina, edulcorantes, frutas e preparados à base de frutas, mel, cereais, vegetais, gorduras vegetais, chocolate, frutas secas, café, especiarias e outros alimentos aromatizantes naturais e inócuos e/ou sabores, amidos ou amidos modificados, gelatina ou outros ingredientes alimentícios.

Uma diferenciação essencial das bebidas lácteas é o teor de proteína láctea, que deve estar presente em quantidade mínima, para garantir a identidade do produto (Quadro 3).

Dependendo do tipo de produto, permite-se uma série de aditivos nas formulações das bebidas lácteas, com destaque para: acidulante; aromatizante; regulador de acidez; corante; espessante; estabilizante; emulsificante e conservador. Como coadjuvante de tecnologia/elaboração, é permitida a adição das enzimas β-galactosidase e transglutaminase (BRASIL, 2005).

INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

Para a elaboração industrial de produtos lácteos fermentados, a fábrica precisa ter uma sala ou um espaço reservado somente para a produção do iogurte e que atenda aos padrões exigidos pelos serviços de inspeção municipal, estadual ou federal, dependendo do âmbito de comercialização. Essa sala deve possuir disponibilidade de vapor e água gelada, bem como piso, paredes e utensílios adequados. Se a fábrica for de pequeno porte, o tanque de fermentação pode ter uma fonte de aquecimento por chama, para volumes de até 500 L por batelada.

QUADRO 3 - Teores mínimos de proteínas lácteas das bebidas lácteas

Denominação de venda	Teor de proteína láctea (g/100 g)
Bebida láctea sem adições e bebida láctea fermentada sem adições	1,7
Bebida láctea com adições e bebida láctea fermentada com adições	1,0
Bebida láctea com leite fermentado e bebida láctea fermentada com leite fermentado	1,4
Bebida láctea tratada termicamente após fermentação	1,2

FONTE: Dados básicos: Brasil (2005).

O Tanque de Processo para a produção de iogurte e bebida láctea (fermenteira) deve ser fabricado com dispositivo para aquecimento a vapor ou por chama, resfriamento a água, ter formato cilíndrico vertical, ser todo construído em aço inoxidável AISI-304, com acabamento sanitário e paredes múltiplas, além de dispor de isolamento térmico de pelo menos 50 mm. O equipamento também deve possuir sistema de agitação (agitador) acionado por motorreductor, termômetro interno, tampa bipartida e registro de saída do produto, com válvula tipo borboleta,

rosca de conexão do tipo SMS macho. A capacidade útil depende do volume a ser fabricado por batelada, por dia, podendo variar de 50 L até 5.000 L.

A Figura 3 mostra o equipamento para a produção de iogurte e bebida láctea fermentada.

Atualmente, o método mais simples para envase do produto pronto é o uso de dosador com bicos para enchimento de garrafas de volumes que varia de 200 mL a 1.000 mL, adaptável na saída da fermenteira (Fig. 4).

MERCADO, TENDÊNCIAS, INOVAÇÕES E ATUALIDADES EM LEITES FERMENTADOS

Tendo em vista o aumento do conhecimento dos consumidores sobre a importância de uma vida mais saudável e a preocupação crescente em modificar seus hábitos alimentares, as empresas têm buscado alternativas para conquistar os consumidores, desenvolvendo novos produtos de qualidade, com menor preço e que tragam também alegações de propriedades funcionais.



Figura 3 - Equipamentos para produção de iogurtes e bebida láctea fermentada - Setor Industrial da EPAMIG-ILCT

NOTA: A - Fermenteira com o dosador de bico acoplado; B - Acabamento interno e as pás agitadoras.



Figura 4 - Equipamentos para envase de iogurtes e bebida láctea fermentada

O mercado de alimentos funcionais vem crescendo muito a cada ano no Brasil. Os consumidores têm demonstrado intenção de compra e valorização monetária para atributos funcionais, que relacionam alimentação e saúde. Assim, diversos esforços têm sido realizados para consolidar esse nicho de mercado e lançar produtos com alegações de saudáveis.

Nesse contexto, as empresas têm procurado lançamentos, que visam atender à crescente necessidade dos consumidores por produtos que apresentem sensorialidade e prazer, saudabilidade e bem-estar, conveniência e praticidade, confiabilidade e qualidade, tudo isso sem perder de vista a sustentabilidade da cadeia.

Por outro lado, com o aumento do poder aquisitivo das classes emergentes, crescem os consumidores que buscam qualidade, valor agregado e sofisticação. O aumento do consumo está estimulando as fábricas a investirem em diversidade e qualidade de seus produtos.

Dentre os alimentos funcionais, os leites fermentados são os produtos que apresentam maior versatilidade para lançamentos, pela ampla faixa da população que atingem e pela diversidade de bactérias lácticas que possuem propriedades funcionais e que podem ser utilizadas para a fermentação do leite. Os iogurtes funcionais, por exemplo, têm potencial de aumento de mercado, à medida que a população se conscientiza da importância de uma alimentação saudável.

O mercado de iogurte no Brasil encontra-se em pleno desenvolvimento e amplia-se cada vez mais. Apesar disso, o consumo de iogurte por habitante ainda é muito baixo, se comparado a muitos países onde as pessoas possuem frequência de consumi-lo no café da manhã ou no lanche da tarde. Para incentivar esse consumo, diversos lançamentos foram realizados para iogurte líquido em embalagens de 1 L para toda família e em embalagens individuais prontas para beber, para consumo fora de casa, com diversidade de sabores ou no sabor natural.

A inovação de sabores é uma estratégia para aumentar o consumo e para a manu-

tenção do interesse dos consumidores. Atualmente, a grande diversidade de produtos e lançamentos em leites fermentados tem incentivado o consumo e gerado disputa de espaço nas gôndolas dos mercados.

Muitas empresas têm investido em produtos fortificados com vitaminas e minerais, como o cálcio, e também adicionados de bactérias probióticas, buscando atingir, principalmente, o público feminino, que busca melhor qualidade de vida e bem-estar. As indústrias têm apresentado diversos lançamentos no mercado de iogurte com elevado teor de proteínas, que prometem saciar a fome, ou na versão sem lactose, para atender ao público com restrição ao seu consumo.

Nos últimos anos, foram observados diversos lançamentos na categoria dos iogurtes gregos, que apresentam sabor acentuado e elevado valor nutricional, pelo alto teor de proteína e gordura.

A preferência por alimentos mais saudáveis tem levado as empresas a apresentarem lançamentos no mercado de iogurtes orgânicos, sem conservantes, com frutas selecionadas e novos sabores.

As embalagens de maior tamanho para consumo de toda a família e menores preços têm aumentado o acesso aos consumidores de iogurtes. Por outro lado, bebidas lácteas têm ganhado mercado, em razão de sua boa aceitação sensorial, elevado valor nutritivo, baixo custo de produção e preços mais atrativos para o consumidor, o que as torna alternativa saudável para produtos clássicos como os iogurtes (SALINA, 2013).

Produtos pré e probióticos

Na produção de derivados lácteos fermentados, a utilização de microrganismos probióticos e de substâncias prebióticas é relativamente comum, principalmente em decorrência dos aspectos comerciais (demanda do mercado) e tecnológicos (facilidade de fabricação). Essas adições atendem a uma procura dos consumidores por alimentos com propriedades nutricionais e que possuam características relacionadas com a saúde.

Os probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, afetam positivamente a saúde do hospedeiro (FAO, 2001). Nessa definição, destaca-se a questão da quantidade adequada, assim como nos documentos publicados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), os quais determinam uma contagem mínima de 10^8 - 10^9 UFC de bactérias probióticas por porção do produto (ANVISA, 2008). Mundialmente são aceitas contagens mínimas de 10^6 UFC/g, geralmente em embalagens contendo 100 g de produto (TAMIME; ROBINSON, 2007).

Para um microrganismo ser classificado como probiótico, deve possuir determinadas características, com destaque para (SZAJEWSKA et al., 2006):

- ter origem da microbiota humana;
- não apresentar características patogênicas;
- ser resistente ao processamento tecnológico do alimento;
- ser estável e permanecer viável após exposição às condições do trato gastrointestinal;
- aderir-se à célula epitelial e ser capaz de persistir no trato gastrointestinal;
- ser capaz de influenciar a atividade metabólica local.

Segundo a Anvisa (2008), são considerados probióticos os seguintes microrganismos: *Lactobacillus acidophilus*; *Lactobacillus casei shirota*; *Lactobacillus casei* var. *rhamnosus*; *Lactobacillus casei* var. *defensis*; *Lactobacillus paracasei*; *Lactococcus lactis*; *Bifidobacterium bifidum*; *Bifidobacterium animalis* (incluindo a subespécie *B. lactis*); *Bifidobacterium longum* e *Enterococcus faecium*. Dentre os probióticos mais utilizados, destacam-se os *L. acidophilus* e diversas subespécies de *Bifidobacterium* e *L. casei* (TAMIME; ROBINSON, 2007), sendo que o *L. casei* tem sido largamente utilizado em diversos produtos lácteos (ALONSO BURITI; ISAY SAAD, 2007).

Usualmente na elaboração de iogurte com probiótico, as bactérias probióti-

cas mais utilizadas são: *L. acidophilus*; *L. paracasei* ssp. *Paracasei*; *L. casei shirota*; *L. rhamnosus*; *L. reuteri*; *L. gasseri*; *B. adolescentis*; *B. bifidum*; *B. breve*; *B. infantis*; *B. longum* e *B. animalis* ssp. *Lactis*. Dentre os microrganismos do gênero *Bifidobacterium*, destaca-se o *Bifidobacterium animalis* ssp. *Lactis*, em virtude de este ser capaz de se desenvolver mais rapidamente no produto do que outras espécies (TAMIME; ROBINSON, 2007).

Os produtos lácteos são os principais veículos para a incorporação dos probióticos, principalmente por aspectos tecnológicos, uma vez que o alimento já é propício para o desenvolvimento dessas bactérias, sobretudo em relação à presença de substratos e aos processos de fabricação. Também, esses produtos apresentam plena aceitação pelo mercado consumidor, que já associa as bactérias, usualmente utilizadas na produção de lácteos fermentados, com benefícios à saúde (HELLER, 2001).

Outro fator que também é responsável pela larga utilização de microrganismos probióticos em derivados lácteos, além das propriedades terapêuticas, é a pouca influência nas propriedades sensoriais, o que os habilitam a ser utilizados sem alteração das principais características dos produtos. Geralmente, o emprego de bactérias probióticas é acompanhado por outras bactérias lácticas, a fim de gerar no produto acidificação, sabor, aroma e viscosidade.

Em relação aos fatores tecnológicos, geralmente o desenvolvimento isolado das bactérias probióticas, como o *Bifidobacterium* spp., é lento, quando comparado com as bactérias lácticas das culturas acidificantes, tais como *L. bulgaricus* e *S. thermophilus* (MARSHALL; TAMIME, 1997). Assim, é recomendado o uso de bactérias acidificantes em conjunto com probióticas, para gerar as características sensoriais desejadas.

Ressalta-se que o uso em conjunto de bactérias lácticas e probióticas caracteriza um benefício mútuo de desenvolvimento, com relações sinérgicas entre os grupos bacterianos. Tradicionalmente, o *S. thermophilus* ou o *L. bulgaricus* são os microrganismos de escolha para ser adi-

cionados em conjunto com os probióticos, para garantir as características sensoriais e propiciar um bom desenvolvimento das bactérias probióticas.

Dos diversos benefícios à saúde advindos do consumo de probióticos, destacam-se, conforme Schrezenmeir e DeVrese (2001):

- a) redução da frequência e da duração da diarreia associada ao uso de antibióticos, causada por infecção por rotavírus, por quimioterapia e da diarreia do viajante;
- b) estímulo da imunidade humoral e celular;
- c) redução dos metabólitos indesejáveis produzidos por microrganismos;
- d) redução da infecção por *Helicobacter pylori*;
- e) diminuição dos sintomas de alergias alimentares;
- f) alívio da síndrome do intestino irritado;
- g) melhoria do metabolismo de minerais, principalmente aqueles associados à estabilidade e à densidade dos ossos;
- h) prevenção do câncer;
- i) redução das concentrações de colesterol e triglicerídeos sanguíneos.

Um dos principais efeitos benéficos atribuídos aos microrganismos probióticos é a modulação da população e a atividade da microbiota intestinal (YEUNG et al., 2002).

Outra ação importante dos microrganismos probióticos é a inibição do desenvolvimento ou destruição de microrganismos contaminantes nos produtos alimentícios, agindo como biopreservadores, que é um método que vem sendo muito pesquisado e incentivado.

Diversas bactérias lácticas usualmente empregadas na elaboração de produtos fermentados apresentam características inibitórias em relação a outros microrganismos, sejam deteriorantes ou, mesmo, patogênicos. Essas ações são mediadas pelo próprio metabolismo das bactérias, como é o caso da utilização do substrato e de nutrientes disponíveis, ou por produção de determinadas substâncias antimicrobianas, como bac-

teriocinas, peróxido de hidrogênio, aminas bioativas, ácidos (lático, acético e fórmico) e outros. Também agem pela competição nos sítios de adesão ao epitélio intestinal e estimulam a imunidade do hospedeiro.

Os prebióticos são ingredientes seletivamente fermentáveis, que permitem mudanças específicas na composição e/ou atividade da microbiota do sistema digestório e que conferem benefícios ao hospedeiro (ROBERFROID, 2007). Esses ingredientes são geralmente mais utilizados em produtos lácteos adicionados de bactérias probióticas, que são usualmente denominados simbióticos.

Os prebióticos mais comumente utilizados são a inulina, os oligossacarídeos (galacto e fruto-oligossacarídeos) e a lactulose. Em relação à inulina e fruto-oligossacarídeos, a Anvisa (2008) determina uma quantidade mínima de 3 g para alimentos sólidos e 1,5 g para alimentos líquidos. No entanto, o uso do ingrediente não deve ultrapassar 30 g na recomendação diária do produto pronto para o consumo.

Produtos LACFREE

A lactose é um dissacarídeo composto por glicose e galactose, sendo a primeira fonte de energia do recém-nascido. Está presente nos leites de diferentes mamíferos, podendo corresponder a até 10% do teor total dos constituintes, dependendo da espécie, com média de 4,8% para o leite de vaca.

A lactose é considerada uma molécula prebiótica, responsável pelo fator bifidus, pois favorece o desenvolvimento da bactéria probiótica *Bifidobacterium bifidus* no intestino de lactentes, além de ser responsável por aumentar a absorção de cálcio e vitamina D no organismo (WALSTRA et al., 1999).

A produção de leites fermentados baseia-se na fermentação da lactose e na obtenção de ácido lático como produto principal e também na de outros produtos secundários (dióxido de carbono, ácido acético, diacetil e acetaldeído).

A fermentação da lactose e o abaixamento do pH transformam o leite em produtos fermentados com prazo de vali-

dade alongado, sendo um dos fatores mais importantes para a sua conservação. Os produtos fermentados, por sua vez, apresentam teores reduzidos de lactose, sendo, em média, para o iogurte, entre 16% e 25% do teor inicial desse açúcar do leite, por causa do processo de fermentação.

Assim como outros dissacarídeos, a lactose não é capaz de ser absorvida nas membranas intestinais, a não ser por meio de hidrólise enzimática, sendo, portanto, metabolizada mais lentamente do que os monossacarídeos.

Nas células da mucosa intestinal está presente a enzima lactase (β -galactosidase), que é específica na lise da ligação β -1,4 da lactose e a decompõe em glicose e galactose, que são facilmente absorvidas (WALSTRA et al., 1999).

A intolerância é uma deficiência na digestão da lactose, por causa da ausência desta enzima, que permite que a molécula de lactose chegue intacta ao intestino grosso, onde será fermentada pelas bactérias do cólon, produzindo gás e modificando a pressão osmótica do meio. Como consequência, para equilibrar a modificação da pressão osmótica, ocorre o acúmulo de água no intestino provocando os seguintes sintomas: diarreia (perda de peso, desnutrição e desidratação), grande desconforto intestinal como dores, cólicas e flatulência (WALSTRA et al., 1999).

A absorção deficiente de lactose pode-se expressar quando o organismo (duodeno) produz lactase em baixas quantidades, porém não possui sintomas crônicos, ou não produz lactase e a pessoa passa a ter sintomas crônicos. São considerados indivíduos intolerantes à lactose, pessoas que passam a apresentar sintomas após a ingestão de 10 g de lactose.

Existem, basicamente, três tipos de intolerâncias:

- a) primária: causada pela redução da produção de lactase pelo duodeno, em função da idade e/ou pela redução do consumo de lácteos no qual as pessoas vão perdendo a capacidade de produção da enzima;

- b) predisposição de origem genética: com maiores incidências entre pessoas negras, asiáticas e indígenas;
- c) intolerância secundária ou adquirida: que pode ser provocada por sequelas de infecções gastrointestinais, cirurgias ou verminoses.

Redução de lactose em leites fermentados

Os consumidores têm demonstrado interesse na compra de lácteos sem lactose. Isto, porque a disponibilidade desses produtos permitiu que os indivíduos intolerantes pudessem ter acesso ao consumo de grande diversidade de alimentos que utilizam leite ou produtos lácteos na sua formulação. Aliado a este fato, tem-se observado um aumento da procura por esses produtos por falta de informação das pessoas que, muitas vezes, pensam que o consumo de produtos “zero lactose” corresponderia ao consumo de um produto light, com baixa caloria.

É necessário maior divulgação da tecnologia e dos benefícios ao consumidor intolerante à lactose, para que o consumo de produtos livres desse açúcar seja incentivado e as indústrias sintam-se motivadas a explorar o elevado potencial de mercado existente.

Na fabricação de iogurte, uma parte da lactose do leite é consumida, durante a fermentação, pelas bactérias do fermento adicionado. Entretanto, o produto fermentado ainda possui uma quantidade considerável de lactose, em torno de 3,5% a 4,0%. Em algumas pessoas intolerantes o consumo de iogurte não chega a provocar reações, pois, durante o trânsito do produto, existe liberação das enzimas (lactase) das bactérias lácticas no meio, que auxiliam na quebra da lactose durante a digestão. A concentração de lactose na massa do iogurte depende do teor inicial desse açúcar e da extensão da fermentação durante a fabricação.

O processo de delactosagem do leite para a fabricação de leites fermentados é relativamente simples de ser aplicado em

uma indústria de laticínios, e baseia-se na adição da enzima lactase ao leite pasteurizado gelado e no acompanhamento do processo de hidrólise por meio da crioscopia do leite até o nível de redução desejado. O leite é considerado delactosado, quando mais de 90% da lactose for hidrolisada.

Após a delactosagem do leite, o processo de fabricação segue utilizando as mesmas etapas preconizadas na tecnologia tradicional de fabricação descritas na Figura 1, sem nenhuma modificação em relação à fabricação, utilizando leite sem hidrólise de lactose.

O controle da delactosagem é feito pelo acompanhamento laboratorial do índice crioscópico do leite. Os fatores que influenciam o processo de hidrólise da lactose são:

- a) tempo de reação entre a enzima e o substrato;
- b) temperatura do leite (até 40 °C), sendo que a delactosagem sob refrigeração ajuda a manter a qualidade microbiológica do leite pasteurizado;
- c) concentração de enzima (0,5 a 1 g de enzima por litro de leite trabalhado)
- d) pH (maior eficiência entre 6,5 e 7,0).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumo de iogurte está-se tornando rotineiro na alimentação do brasileiro, passando a fazer parte do seu hábito alimentar. Iogurtes também são tidos como alimentos práticos e nutritivos, ideais para consumo no café da manhã, no lanche da escola ou do trabalho.

Por outro lado, a produção de bebidas lácteas tem ganhado mercado, em razão de sua boa aceitação sensorial, elevado valor nutritivo e baixo custo de produção. Isto permite sua comercialização a preços mais atrativos para o consumidor, tornando tais bebidas alternativa mais em conta, quando comparadas a iogurtes e a outros leites fermentados.

Em suma, as oportunidades para o setor de iogurtes e bebidas lácteas fermentadas são muito promissoras, à medida que o hábito de consumo está amadurecendo e o poder aquisitivo da população brasileira, aumentando.

REFERÊNCIAS

- ALONSO BURITI, F.C.; ISAY SAAD, S.M. Bactérias do grupo *Lactobacillus casei*: caracterização, viabilidade como probióticos em alimentos e sua importância para a saúde humana. **ALAN Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.57, n.4, p.373-380, 2007.
- ANVISA. **Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas**. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm>. Acesso em: 10 nov.2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 ago. 2005. Seção 1, p.7.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Adota o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, anexo à presente Instrução Normativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 out. 2007. Seção 1.
- FAO; WHO. **Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria**. Córdoba, Argentina, 2001. 34p. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Evaluation.
- FERREIRA, C.L.L.F. **Produtos lácteos fermentados: aspectos bioquímicos e tecnológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 112p. (UFV. Caderno Didático, 43).
- HELLER, K.J. Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.73, n.2, p.374s-379s, Feb. 2001. Supplements: Probiotics and prebiotics.
- LUCEY, J.A. Cultured dairy products: an overview of their gelation and texture properties. **International Journal of Dairy Technology**, v.57, n.2/3, p.77-84, May 2004.
- MARSHALL, V. M.; TAMIME, A.Y. Starter cultures employed in the manufacture of biofermented milks. **International Journal of Dairy Technology**, v. 50, n.1, p.35-41, Feb. 1997.
- PAULA, J.C.J. de et al. Aproveitamento de soro de queijo de coalho na elaboração de bebida láctea fermentada. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.67, n.388, p.25-33, set./out. 2012.
- REIS, S. de M.; PINTO, M.S.; BRANDI, I.V.; Efeito do teor de sólidos não gordurosos e da concentração de sacarose na acidificação de iogurte por bactérias lácticas. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.66, n.378, p.34-39, jan./fev. 2011.
- ROBERFROID, M. Prebiotics: the concept revisited. **The Journal of Nutrition**, v.137, n.3, p.830S-837S, Mar. 2007. Supplement: Effects of probiotics and prebiotics.
- RODAS, M.A. de B. et al. Caracterização físico-química, histológica e viabilidade de bactérias lácticas em iogurtes com frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.3, p.304-309, set./dez. 2001.
- SALINA, S. Iogurte: retrato do mercado atual e tendências. **Indústria de Laticínios**, v.17, n.100, p.32-37, jan./fev. 2013.
- SCHREZENMEIR, J.; DE VRESE, M. Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaching a definition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.73, n.2, p.361s-364s, Feb. 2001. Supplements: Probiotics and prebiotics.
- SZAJEWSKA, H. et al. Probiotics in gastrointestinal diseases in children: hard and not-so-hard evidence of efficacy. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v.42, n.5, p.454-475, May 2006.
- TAMIME, A.Y.; ROBINSON, R.K. **Yoghurt science and technology**. 2nd ed. Cambridge: Woodhead, 1999. 640p.
- TAMIME, A.Y.; ROBINSON, R.K. **Yoghurt science and technology**. 3.ed. Cambridge: Woodhead, 2007. 808p.
- TARI, C.; USTOK, F.I.; HARSA, S. Optimization of the associative growth of novel yoghurt cultures in the production of biomass, β -galactosidase and lactic acid using response surface methodology. **International Dairy Journal**, v.19, n.4, p.236-243, Apr. 2009.
- WALSTRA, P. (Ed.) et al. **Dairy technology: principles of milk properties and processes**. New York: Marcel Dekker, 1999. 727p.
- YEUNG, P.S.M. et al. Species-specific identification of commercial probiotic strains. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.5, p.1039-1051, May 2002.

Oliveira no Brasil: tecnologias de produção



publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002



Indústria de gelados comestíveis no Brasil

Isis Rodrigues Toledo Renhe¹, Eduardo Weisberg², Danielle Braga Chelini Pereira³

Resumo - Gelados comestíveis compreendem toda uma gama de produtos, popularmente denominados sorvetes, que têm sua origem bem antiga na civilização humana. Esses produtos têm em comum o fato de ser consumidos em sua forma congelada e apresentar as mais variadas composições e sabores. Sorvetes são produtos versáteis desenvolvidos para atender a uma série de demandas do mercado consumidor, incluindo exigências nutricionais. Apesar da grande apreciação do público pelo produto, o consumo per capita de gelados comestíveis, no Brasil, ainda é, consideravelmente baixo, em relação ao de outros países. O potencial do mercado brasileiro pode ser observado pelos investimentos de grandes empresas. Mas os setores produtivo e de marketing ainda apresentam alguns gargalos para o crescimento do consumo desse alimento.

Palavras-chave: Produto derivado do leite. Sorvete. Fabricação. Consumo alimentar. Mercado.

INTRODUÇÃO

O surgimento do sorvete remonta de datas antigas, e a história apresenta mais de uma versão para a sua criação. Alguns o atribuem ao imperador romano, Nero, que consumia frutas geladas misturadas com neve trazida da montanha por seus escravos. Outros dizem que foram os chineses, que usaram essa mesma técnica e a repassaram aos árabes. Os cavaleiros mongóis talvez tenham sido os inventores do sorvete com leite. Durante suas jornadas, no inverno, levavam creme em bolsas de tripa animal. Com o galope, o creme era vigorosamente batido, enquanto as baixas temperaturas, de modo simultâneo, o congelavam. Independentemente de sua origem, o sorvete é hoje um produto apreciado no mundo todo e com inúmeras variações.

Tradicionalmente, sorvete é um alimento à base de produtos lácteos, em especial, creme e leite, adicionado de ingredientes aromatizantes e saborizantes, congelado sob contínua agitação, para que seja for-

mada sua complexa estrutura, que se traduz num produto cremoso e aerado.

Em alguns países, a relação com sua origem láctea é tão grande, que o uso de gordura vegetal em substituição à gordura animal desloca esse produto para uma categoria diferente, e, assim, deixa de ser considerado sorvete.

No Brasil, sorvete é um dos muitos alimentos que se encontram dentro da Legislação de gelados comestíveis e, na Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), esses são definidos como:

Produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcar(es). Podem ser adicionados de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto. (ANVISA, 2005).

Se, por um lado, essa definição ampla abre possibilidades para a diversificação do produto, por outro, não diferencia a sua qualidade.

Além da obrigatoriedade do uso de gordura láctea para um produto ser denominado sorvete, alguns países usam o percentual desse constituinte como forma de classificá-lo e regulamentá-lo. Por exemplo, no Canadá, um produto tradicional tem que ter entre 8% e 10% de teor de gordura, dependendo de seus ingredientes. Os mesmos 10% valem para os Estados Unidos, e, por conseguinte, produtos que superam esse valor são considerados *premium*. No Brasil, não há classificação, e os teores de gordura e sólidos variam bastante de região para região, em função, principalmente, do clima.

A gordura é um ingrediente primordial na produção de sorvetes, seja por questões legais de classificação do produto, seja por sua qualidade final. Dessa forma, possui papel importante no desenvolvimento da estrutura do sorvete, bem como nas propriedades sensoriais e em sua estabilidade durante a estocagem. Produtos com maior teor de gordura tendem a ser mais macios, permitem maior incorporação de

¹Eng^a Alimentos, M.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, isis@epamig.br

²Gestor Empresas, Presidente ABIS - Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes, São Paulo, SP, eduardoweisberg@gmail.com

³Farmacêutica-bioquímica, D.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT (licenciada), Juiz de Fora, MG, danielle.epamig@hotmail.com

ar e são percebidos sensorialmente como mais quentes. Por isso, o sul do Brasil aceita melhor produtos com maior teor de gordura do que regiões mais quentes, onde produtos à base de água e mais refrescantes têm maior aceitação.

TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO

A produção de gelados comestíveis aparenta ser simples. Todavia, alguns cuidados durante a fabricação são fundamentais, não só para a garantia da segurança do consumidor, mas também para a obtenção de um produto de qualidade.

A Figura 1 apresenta um fluxograma das etapas da fabricação de sorvetes. Os primeiros passos são definição do produto final desejado, do público consumidor, do custo estimado do produto e da disponibilidade de matéria-prima. Com esses dados, é possível fazer os cálculos da formulação, para que sejam atendidas tanto as exigências legais (densidade aparente mínima de 475 g/L), quanto as propriedades desejadas no sorvete.

Para pequenos negócios e produtores com pouco conhecimento tecnológico, o mercado oferece grande variedade de mixes que facilitam a produção. Dentre estes, encontram-se preparados que fornecem sólidos lácteos em substituição aos típicos leite e creme, além de soluções para

emulsão e/ou estabilização do produto e aromatizantes.

Na sequência, todos os ingredientes são misturados para uma completa dissolução e hidratação, e, após, seguem para a pasteurização e homogeneização.

A pasteurização, associada às Boas Práticas de Fabricação (BPF) e às condições higiênicas de produção, é o pilar para a garantia da segurança alimentar do produto final.

A homogeneização, por sua vez, é importante para melhorar a distribuição da gordura, com conseqüente melhoria na estrutura do produto final.

Para melhor ação dos ingredientes, recomenda-se a maturação da calda, ou seja, deixar a calda em repouso, sob agitação suave, à temperatura de 4 °C por, no mínimo, 4 horas, antes de transferi-la para o equipamento de bateção. Durante esse período, haverá cristalização da gordura, atuação dos emulsificantes e completa hidratação dos estabilizantes, o que permitirá melhor ação de cada ingrediente na formação da complexa estrutura do sorvete.

A próxima etapa é a de bateção e congelamento, na qual a estrutura do sorvete é formada. Pode ser realizada em equipamento contínuo ou em batelada. Nesta fase a mistura é agitada em um cilindro de troca de calor, onde ocorre o resfriamento e o congelamento da água, formando cristais

de gelo. Esses cristais devem ser de menor tamanho e em maior quantidade possível, para garantir a qualidade do produto e prevenir futuros defeitos que podem ser controlados pelas condições de operação do equipamento, bem como por seu adequado funcionamento.

A agitação faz com que a gordura, que está parcialmente congelada depois da maturação, se rompa, liberando sua fração líquida. Esta fração, por sua vez, serve de meio ligante para a parte que está cristalizada, formando uma estrutura tridimensional, a qual, dentre outras funções, tem o papel de estabilizar o ar incorporado por meio da bateção. A agitação também promove a incorporação de ar de forma limitada.

Para obter maior incorporação de ar, desejável e típica, principalmente para os produtos industrializados, o uso de equipamentos contínuos com injeção de ar faz-se necessário, para atingir até 120% de *overrun*. Este é o termo utilizado para quantificar o aumento de volume de ar incorporado, em relação ao volume inicial de calda/mistura.

O congelamento nos equipamentos de produção é limitado pelo aumento de peso e volume, que exige maior agitação e conseqüente introdução de calor no sistema, por meio de energia mecânica, o que torna esse sistema inviável após certo ponto de congelamento. Por isso, ao final

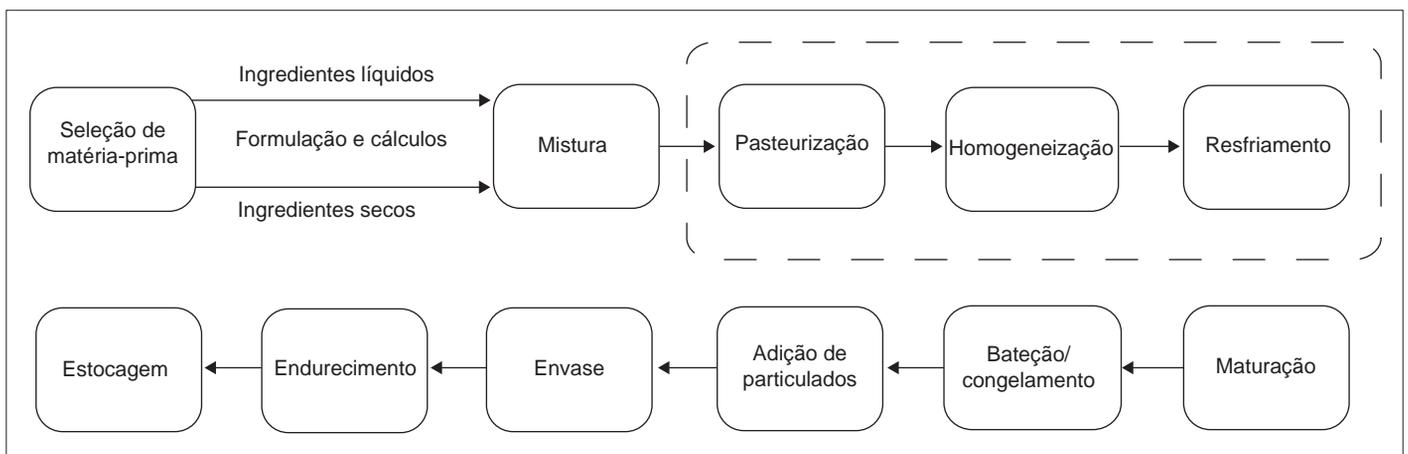


Figura 1 - Fluxograma das etapas da fabricação de sorvetes

NOTA: As etapas de pasteurização, homogeneização e resfriamento da calda/mistura podem ser feitas em fluxo contínuo, como etapa única similar ao processamento de leite fluido para consumo.

dessa etapa, somente 50% da água está congelada e, para garantir a estabilidade do produto no armazenamento, é preciso que esse valor chegue próximo a 90% - 95%. Esses valores são alcançados na etapa que ocorre após o envase, denominada endurecimento, que pode ocorrer em câmaras frias ou em túneis de congelamento. A escolha de um ou outro sistema baseia-se principalmente no custo.

Os sistemas de túneis de congelamento são melhores do ponto de vista tecnológico e de qualidade do produto, pois suas temperaturas extremamente baixas (em torno de -40 °C), associadas a correntes forçadas de ar, permitem uma troca de calor mais eficiente e, conseqüentemente, um congelamento mais rápido. Ressalta-se que a rapidez do congelamento é importante, para evitar que as moléculas de água tenham tempo para se difundirem no sorvete e congelarem nos cristais já desenvolvidos, formando grandes cristais perceptíveis ao paladar. O fator desfavorável ao uso dessa tecnologia é o custo.

O mercado de gelados comestíveis é abrangente e, além do sorvete, contempla outros produtos, como picolés, sobremesas, tortas, bolos e softs (sorvetes produzidos na hora e consumidos em redes de *fast food*). A obtenção desses produtos abrange as etapas de formulação, mistura e pasteurização, diferenciando-se na etapa de bateção e congelamento, bem como na de envase e consumo. A produção dessas sobremesas requer equipamentos sofisticados e específicos, e seu consumo tem sido resgatado principalmente na América do Norte.

TENDÊNCIAS DE MERCADO

Atualmente, tem-se observado aumento tanto na demanda, quanto na oferta de produtos mais naturais e frescos.

Seguindo a tendência de produtos caseiros e de qualidade *premium*, alguns produtos têm-se destacado e ganhado espaço no mercado. Um exemplo são as paletas mexicanas, que vêm conquistando

lugar de destaque na preferência dos consumidores. Nos últimos dois anos, esses picolés artesanais, de tamanho maior que os tradicionais e que podem ser recheados, tiveram uma expansão considerável no mercado, impulsionando, inclusive, a abertura de algumas franquias.

Outro produto de destaque são os gelatos, reconhecidos como sorvete tipicamente italiano e, muitas vezes, descritos como um produto com base em creme *custard*, à base de ovos, açúcar e leite. No entanto, para os italianos, o gelato é uma cultura e abrange bem mais que isso, sendo possível encontrá-lo até mesmo em variações que não levam leite ou com substitutos, como extrato de soja, amêndoa e arroz. É visto como um produto artesanal, nutritivo e saboroso e que deve ser consumido o mais fresco possível.

Gelaterias tradicionais trabalham com produção para consumo em, no máximo, dois dias, para que o produto não perca suas características. Por se tratar de um produto com alto teor de sólidos, baixa incorporação de ar e temperatura de consumo superior aos sorvetes tradicionais, torna-se mais suscetível a alterações e a perdas de estrutura. Por outro lado, essas são as mesmas razões que fazem com que o produto seja mais cremoso, saboroso e diferenciado dos produtos industriais.

Muito consumido, e em alta nos últimos anos, é o *frozen* iogurte. Esse produto, basicamente um sorvete *soft*, com sabor ou à base de iogurte, teve grande expansão há cerca de cinco anos e, hoje, encontra-se estabilizado. O produto sofreu algumas críticas por causa de sua composição, pois a legislação de gelados comestíveis é bastante ampla e não delimita parâmetros para nenhum produto, sendo que cada uma das terminologias deve ser usada conforme denominações consagradas pelo uso. Dessa forma, as lojas e franquias disponibilizaram uma série de produtos com composição bastante variável, partindo de produtos apenas aromatizados, passando por sorvetes à base de iogurte e culminando com iogurtes batidos. Se a legislação brasi-

leira não define os parâmetros do produto, a legislação internacional também não é unânime, e todos os produtos mencionados podem ser considerados *frozen* iogurte, segundo diferentes legislações e definições.

De qualquer forma, o *frozen* é um produto que pode agregar os benefícios do consumo de iogurte ao hábito prazeroso de saborear um sorvete. Além disso, seu consumo é normalmente associado à adição de frutas, o que o torna bastante nutritivo. Seu sabor típico também pode ser usado para a adição de culturas probióticas em uma produção com fermentação, pois existem culturas específicas, adequadas para resistir às etapas de produção do sorvete.

Uma tendência mundial, ainda não muito difundida no Brasil, são os sorvetes *gourmet* e salgados. Normalmente, esses sorvetes são usados na gastronomia para a elaboração de pratos diferenciados e molhos para saladas. Dentre os produtos disponíveis no mercado internacional, estão aqueles com sabor mostarda, tomate, cebola, abóbora, alguns tipos de queijo, chocolate com pimenta e açafrão, além de outros à base de bebidas, como champanhe e vinho.

O que vem ganhando espaço no mercado nacional é o cruzamento de categorias e marcas, como chocolates e outros alimentos tradicionais lançados na forma de sorvete. Por exemplo, o lançamento no mercado de uma linha toda voltada para os tradicionais chocolates da marca Garoto, produzidos pela Nestlé. Esse tipo de estratégia agrega valor de diferentes marcas a um novo produto, com características percebidas de qualidade de um alimento para outro setor, no caso, para os sorvetes.

SORVETE COMO ALIMENTO NUTRITIVO

O interesse do público pelos gelatos pode ser usado como atrativo para a abertura de um diálogo sobre o real papel do sorvete na alimentação.

No Brasil, por causa das grandes quantidades de açúcar e baixos teores de sólidos

lácneos no sorvete, este é, normalmente, visto como guloseima e sobremesa. Já em outros países, o sorvete é considerado um alimento rico e nutritivo, e é essa mudança de visão que deve ser trabalhada com o consumidor brasileiro.

Analisando-se sua base láctea, o sorvete contém todas as propriedades nutritivas do leite. Isso inclui, além da ampla e reconhecida fonte de cálcio, propriedades anticarcinogênicas, anticariogênicas, de controle de peso, aumento da massa muscular, prevenção de diarreias, redução de desmineralização dos dentes, dentre outras.

Produtos à base de água podem também ser favorecidos com ingredientes funcionais, que têm ganhado espaço no mercado. Um exemplo é o aumento do uso de inulina para produtos à base de frutas, por se tratar de fonte de sólidos, com propriedades tecnológicas e nutricionais bastante interessantes.

Tecnologicamente, a inulina tem sido usada em substituição aos açúcares e gorduras sem incremento calórico. Além disso, é uma fibra com propriedades prebióticas, ou seja, aumenta o bolo fecal e os movimentos peristálticos, reduzindo a incidência de câncer. Também favorece o crescimento de bactérias probióticas, que levam a uma variedade de benefícios, como aumento de absorção de nutrientes e de imunidade, redução de colesterol e resistência à colonização por patógenos.

Uma série de ações tem sido realizada mundialmente para divulgar e consolidar o sorvete como alimento e para uso medicinal. Essas ações incluem a divulgação do uso do sorvete em terapias de tratamento de pacientes com câncer ou em recuperação no pós-operatório de cirurgia de amígdalas, passando pelo desenvolvimento de produtos terapêuticos à base de ervas medicinais, como erva-doce, erva-cidreira, aloe vera, e, inclusive, a maconha.

Os italianos talvez estejam saindo um pouco à frente em suas campanhas de valorização do gelato como alimento nutritivo, que pode ser consumido por todas as pes-

soas, sem restrição. É possível encontrar cursos de elaboração de gelatos para dietas com restrição alimentar; gelatos com baixo índice glicêmico, para diabéticos; fabricação de produtos nutracêuticos, além de campanhas de conscientização de gelatos como escolha de um bom alimento.

Todas as citadas ações podem ser transpostas para o mercado de sobremesas lácteas, uma vez que esses alimentos apresentam o mesmo potencial de desenvolvimento de produtos diferenciados para atender a um mercado de demanda tão diversificada.

No Brasil, a Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes (Abis) desenvolve o Programa “Sorvete Alimentar”, com o objetivo de informar o público sobre o valor nutricional desse alimento e promover o seu consumo. Dentre as ações do Programa, está o desenvolvimento de produtos enriquecidos e sua introdução na alimentação escolar, incluindo parceria com Conselhos Regionais de Nutrição. Com essas ações, espera-se não só aumentar o consumo de sorvetes, mas também criar um público mais consciente nas suas escolhas e que consuma o produto com menor sazonalidade, reduzindo a diferença de consumo entre as estações de verão e inverno.

MERCADOS BRASILEIRO E MUNDIAL

O potencial do mercado brasileiro de sorvetes pode ser observado pelo baixo consumo per capita que, apesar de ter crescido nos últimos anos, continua muito abaixo do de países como Austrália, Nova Zelândia, Estados Unidos e Canadá.

Os valores de consumo de sorvete per capita no Brasil são, inclusive, discrepantes, quando avaliadas fontes distintas.

Para o ano de 2010, segundo a Abis, o consumo de sorvete per capita foi de 5,8 L/ano (Gráfico 1).

Por outro lado, os dados da EuroMonitor indicaram um consumo de 1,9 L/ano, o que seria menor do que a média de consumo mundial (Quadro 1). Mesmo considerando-se o valor de 5,8 L/ano, o consumo de sorvete no Brasil é três vezes menor do que o da Austrália, país com maior consumo per capita no mundo, e que fica bem abaixo de muitos países com invernos mais rigorosos, característica desfavorável para o consumo de sorvetes.

A marca americana *Ben & Jerry's* abriu recentemente, em São Paulo, uma loja considerada a maior do mundo. Pertencente ao grupo Unilever, que também detém a marca Kibon, tem planos de começar

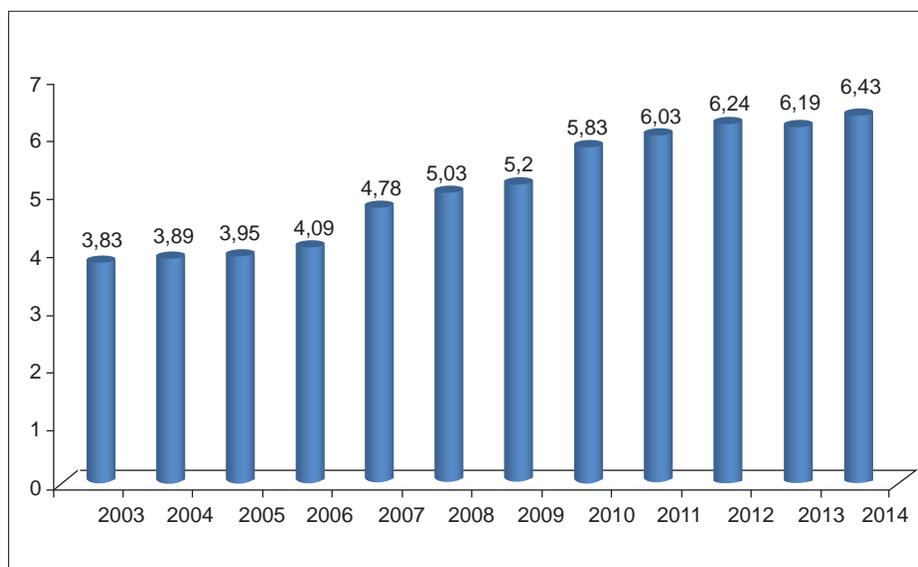


Gráfico 1 - Consumo per capita de gelados comestíveis em litros/ano no Brasil

FONTE: Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes (Abis).

a comercializar o produto nas redes de supermercado. Este fato é uma indicação de como grandes empresas têm visto oportunidades nesse mercado.

O crescimento e a diversificação do mercado de gelados comestíveis podem ter um impacto favorável em diversos setores da economia. Segundo dados da Abis, o mercado de sorvetes conta com, aproximadamente, 8 mil empresas no Brasil, sendo 90% destas micro ou pequenas empresas, que geram 80 mil empregos diretos, e são responsáveis por um faturamento anual superior a R\$ 4 bilhões.

O primeiro setor que pode ser impactado pelo aumento da produção de gelados comestíveis é o da cadeia do leite. Como exemplo concreto desse impacto, nos Estados Unidos, as indústrias de sorvetes

são responsáveis pela utilização de 10% de todo o leite produzido e de 16% do volume de leite beneficiado. A adição de leite e derivados na fabricação de sorvete melhora a qualidade e proporciona um produto cremoso, encorpado e nutritivo.

O fornecimento de leite para esses estabelecimentos pode vir a ser um novo negócio para as indústrias de laticínios. Uma realidade já presente no mercado é a produção, em laticínios, de misturas prontas para a fabricação do sorvete *soft*. Essas misturas, por sua vez, são fornecidas como calda líquida, em embalagens UHT, diretamente para as redes de lanchonetes. A calda líquida é batida no próprio estabelecimento de venda ao consumidor e transformada em sorvete no momento do consumo, sem a necessidade de congelamento prévio.

Apesar de possuir sistemas de fiscalização distintos – os laticínios são fiscalizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ou pelas instâncias estaduais ou municipais, enquanto os gelados comestíveis são regulamentados pela Anvisa – é possível solicitar ao serviço de inspeção a fabricação de produtos com dispensa de registro.

Além disso, existe um potencial de desenvolvimento da agricultura familiar por meio da produção de frutas para a elaboração de sorvetes típicos e regionais. Um caso de sucesso são os produtos elaborados a partir de frutas típicas do Cerrado, os quais impulsionam o cultivo e a coleta dessas frutas, tendo inclusive bons impactos ecológicos. O uso dessas frutas também pode ser explorado pelo alto valor nutricional que apresentam.

MÃO DE OBRA E TECNOLOGIA

A mão de obra para atender a esse mercado ainda é reduzida e demanda qualificação. Há poucos cursos de curta duração que atendem ao mercado. O técnico em laticínios, por exemplo, pode ser uma excelente opção, pelo seu amplo conhecimento em leite e suas propriedades, além do conhecimento na área de gelados comestíveis. Ressalta-se que os profissio-

nais não são escassos somente nesse setor produtivo.

No Brasil, essa área também é pouco explorada cientificamente. As pesquisas nesse segmento são escassas. Grande parte do conhecimento disponível sobre tecnologias de gelados comestíveis é oriunda de materiais publicados no exterior, com foco específico no entendimento de legislação e mercado de sorvetes e, por isso, não atendem à diversidade de produtos existentes no País.

Alguns trabalhos têm sido realizados no Brasil, com foco, principalmente, na redução de gordura, com substituição por outras gorduras ou outros ingredientes, como fibras. A diminuição dos teores de açúcar também tem sua importância demonstrada em artigos publicados. Existem pesquisas relacionadas com a aceitação sensorial de sorvetes adicionados de blends de adoçantes, em especial quanto aos atributos de sabor e textura.

O desenvolvimento de ingredientes funcionais ou o uso de frutas também tem recebido atenção das pesquisas, principalmente com relação aos seus impactos nas características reológicas, funcionais e de sabor, como resistência à fusão e à melhora da palatabilidade.

A aplicação de novos ingredientes para a melhoria das características sensoriais e de processamento de sorvetes parece ser o foco das atuais pesquisas na área de gelados comestíveis, não somente no Brasil. A evolução do setor de ingredientes e as tendências de consumo impulsionam mudanças na seleção da matéria-prima para a fabricação de sorvetes.

A capacitação do setor é importante, não só do ponto de vista de qualidade do produto final, mas também de segurança do consumidor. Em todos os setores produtivos, a informação é a chave para o comprometimento com a qualidade e a segurança.

A falta de conhecimento leva, por exemplo, ao julgamento errôneo de que as sobremesas lácteas, por serem congeladas, não apresentam risco microbiológico à saúde do consumidor. A não procedência

QUADRO 1 - Consumo mundial de gelados comestíveis

País	Litros per capita (2010)
Austrália	17,9
Nova Zelândia	15,8
Estados Unidos	14,2
Finlândia	12,5
Canadá	10,5
Itália	10,0
Noruega	9,8
Reino Unido	8,6
Dinamarca	8,4
Chile	8,0
Alemanha	8,0
Suécia	7,7
Japão	6,9
França	6,3
Holanda	6,1
Coreia do Sul	5,4
Argentina	4,3
Ucrânia	3,6
Rússia	3,5
China	2,1
Brasil	1,9
México	1,0
Média mundial	2,4

FONTE: Dados básicos: Goff e Hartel (2013).

dessa informação pode ser observada na verificação da sobrevivência de *Yersinia enterocolitica* em sorvetes, mesmo após um ano de armazenamento a -18°C .

Essa informação reforça a necessidade de que todas as exigências de BPF sejam atendidas, bem como a implementação de sistemas de controle, como Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). Todas essas ferramentas exigem profissionais capazes de atender ao mercado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de ter apresentado um crescimento significativo na última década, o setor de gelados comestíveis ainda demanda bastante investimento em diversas áreas. Esse é um mercado em expansão, com grande potencial de crescimento.

O primeiro passo é uma ação conjunta de conscientização da população sobre a riqueza nutricional do sorvete, associada à elaboração de produtos mais saudáveis e

que atendam a grupos de dietas específicas ou restritas. A cadeia de lácteos pode e deve aproximar-se desse setor, reforçando sua imagem de alimento rico em nutrientes. Essa aproximação pode ser ainda favorável à diversificação do portfólio de produtos oferecidos pelos laticínios.

Maior profissionalização do setor, por meio da divulgação de tecnologias, da oferta de treinamentos e assistência técnica e da capacitação de mão de obra, só tem a fortalecer a cadeia de produção de gelados comestíveis.

Muito já foi alcançado, mas há muito ainda por fazer.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 set. 2005. Seção 1.

GOFF, H.D.; HARTEL, R W. **Ice cream**. 7th ed. New York: Springer, 2013. 462p.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ANDREASEN, T.G.; NIELSEN, H. Ice cream and aerated desserts. In: EARLY, R. (Ed.). **The technology of dairy products**. 2.ed. London: Blackie Academic & Professional, 1998. cap.8, p.301-326.

CLARKE, C. **The science of ice cream**. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2004. 187p.

CRUZ, A.G. et al. Ice-cream as a probiotic food carrier. **Food Research International**, v.42, n.9, p.1233-1239, Nov. 2009.

GOFF, H.D. 65 years of ice cream science. **International Dairy Journal**, v.18, n.7, p.754-758, July 2008.

MARSHALL, R.T.; GOFF, H.D.; HARTEL, R.W. **Ice cream**. 6th ed. New York: Kluwer Academic, 2003. 371p.

PEDERIVA, N.B.B. de; GUZMÁN, A.M.S. de. Isolamento e sobrevivência de *Yersinia enterocolitica* em sorvetes de distintos pH, armazenados a -18°C . **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v.31, n.3, p.173-176, jul./set. 2000.

Leite e derivados:
qualidade e segurança

publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002

EPAMIG

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO LEITE CRU

Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto
Maria da Penha Piccolo
Maria Aparecida V. Paiva e Brito
Aurílio Lopes Martins
Cláudia Sousa Macêdo
Luciana Oliveira de Fariña
Editores Técnicos

Aminas bioativas em queijos

Gisela de Magalhães Machado Moreira¹, Flávia Beatriz Custódio²,
Maria Beatriz de Abreu Glória³

Resumo - Aminas bioativas são compostos com funções metabólicas e fisiológicas nos organismos vivos. Pelo fato de algumas aminas serem formadas por microrganismos, a presença e o perfil de aminas bioativas podem indicar a qualidade da matéria-prima e as condições higiênico-sanitárias prevalentes na produção de queijos e outros alimentos. Além disso, algumas dessas substâncias, em concentrações elevadas, podem causar efeitos adversos à saúde humana. Estudos nacionais e internacionais vêm sendo realizados para aumentar o conhecimento sobre os fatores que interferem na produção e no acúmulo de aminas bioativas em queijos.

Palavras-chave: Amina biogênica. Aminoácido. Indicadores de qualidade. Toxicidade. Queijo. Proteólise.

INTRODUÇÃO

Aminas são compostos nitrogenados de caráter básico, nos quais um, dois ou três átomos de hidrogênio na amônia são substituídos por grupos alquila ou arila (SHALABY, 1996).

Aminas bioativas ou biologicamente ativas são aquelas que possuem funções metabólicas e fisiológicas nos organismos vivos, incluindo funções cruciais em células eucariotas e, por serem produzidas por rotas metabólicas usuais de animais, plantas e microrganismos, estão presentes também nos alimentos (GLÓRIA, 2005; ALVAREZ; MORENO-ARRIBAS, 2014).

As aminas bioativas podem ser classificadas quanto ao número de grupos amino, ao tipo de estrutura e às funções fisiológicas ou biossíntese, sendo esta última classificação a mais adotada. Dessa forma, quanto à rota biossintética, as aminas bioativas podem ser classificadas em poliaminas (espermidina e espermina) e aminas biogênicas (histamina, tiramina, feniletilamina, triptamina, cadaverina) (GLÓRIA, 2005). A Figura 1 apresenta

rotas metabólicas para a formação de algumas aminas bioativas.

As poliaminas consistem em espermidina e espermina, sendo a putrescina o intermediário obrigatório em sua biossíntese (KALÁČ, 2014). Essas aminas são fatores essenciais na proliferação e diferenciação celular (GLÓRIA, 2005; KALÁČ, 2014). São amplamente encontradas em alimentos de origem vegetal e animal, incluindo leite e derivados.

As aminas biogênicas são derivadas da descarboxilação de aminoácidos pela ação de enzimas, chamadas aminoácido descarboxilases, que estão presentes em culturas iniciadoras ou contaminantes (ALVAREZ; MORENO-ARRIBAS, 2014).

As aminas biogênicas são relevantes do ponto de vista sanitário e toxicológico, podendo indicar a qualidade da matéria-prima e as condições higiênico-sanitárias prevalentes na produção de alimentos. Algumas aminas, quando em concentrações elevadas, podem causar efeito adverso à saúde humana. As aminas biogênicas estão envolvidas como agentes causadores em

vários casos de intoxicação. Também são capazes de iniciar várias reações farmacológicas, por suas ações vasoativas ou neuroativas (SHALABY, 1996; GLÓRIA, 2005; SCIENTIFIC..., 2011).

Por outro lado, as poliaminas são fatores de crescimento, desempenhando papel relevante na síntese de proteínas e, portanto, no crescimento dos microrganismos presentes no queijo (ÖNAL, 2007). Estudos têm demonstrado que as poliaminas podem prevenir danos mediados pelo oxigênio e que têm função antioxidante em células gastrointestinais (THORNTON; OSBORNE, 2012).

Os queijos constituem um ambiente ideal para a formação dessas aminas, pela presença de aminoácidos livres e de bactérias capazes de promover a sua descarboxilação, além de outros fatores, como pH, concentração salina, atividade de água, temperatura e tempo de estocagem/maturação, densidade bacteriana e a presença do cofator piridoxal fosfato (VALE; GLÓRIA, 1998; ROIG-SAGUÉS; MOLINA; HERNÁNDEZ-HERRERO, 2002;

¹Eng^a Alimentos, Doutoranda Ciência de Alimentos, Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, giselammachado@epamig.br

²Farmacêutica-bioquímica, Pós-Doutoranda UFMG - Escola de Veterinária/Bolsista CNPq, Belo Horizonte, MG, flaviabcustodio@gmail.com

³Eng^a Alimentos, Ph.D., Prof^a Tit. UFMG - Faculdade de Farmácia, Belo Horizonte, MG, mbeatriz@gmail.com

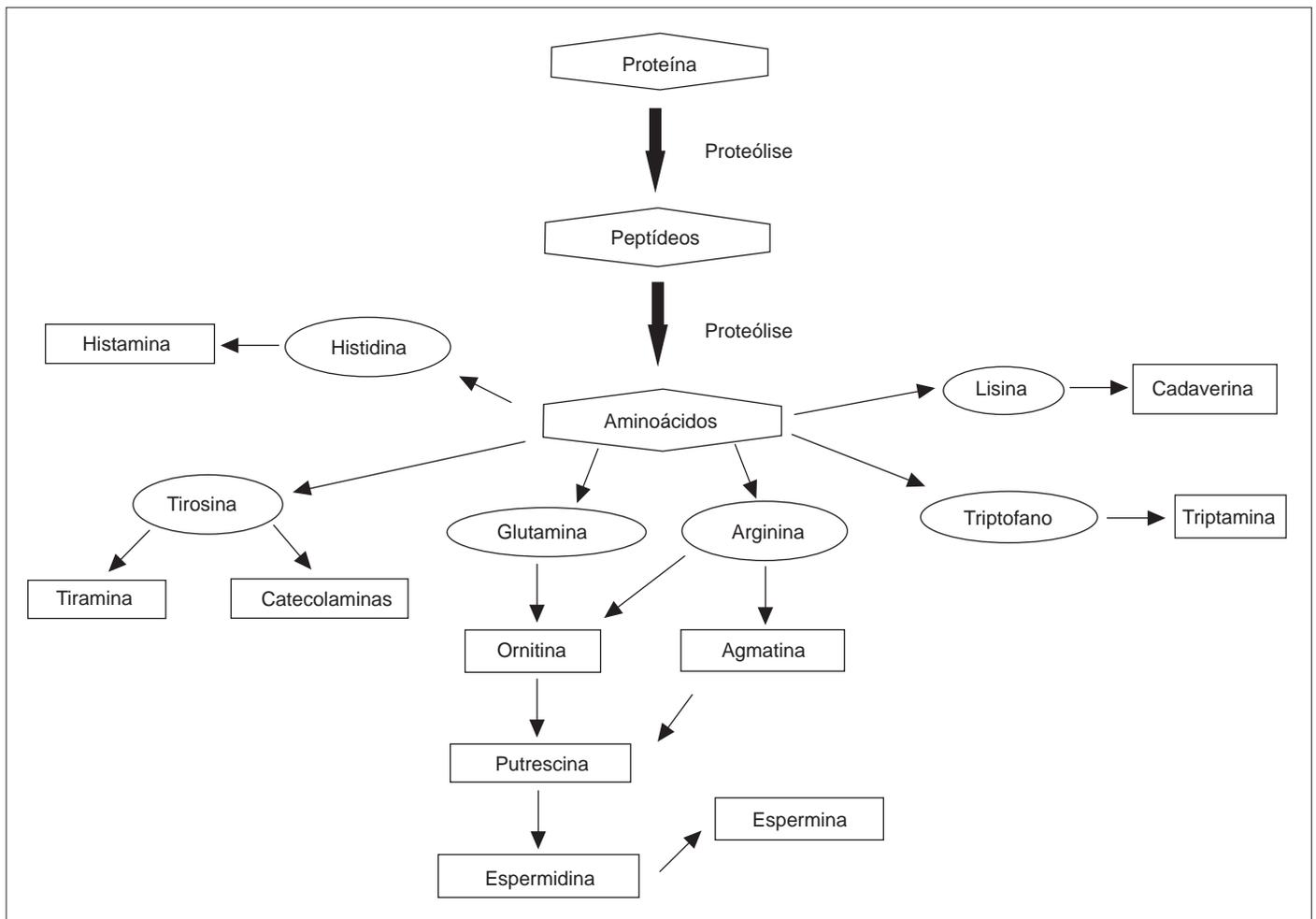


Figura 1 - Rotas de síntese de algumas aminas bioativas

FONTE: Dados básicos: Halász et al. (1994).

LINARES et al., 2012; LOIZZO et al., 2013). Dessa forma, torna-se fundamental conhecer essas substâncias e estudar cada vez mais sua presença em queijos comercializados no Brasil.

O objetivo com este artigo foi apresentar conceitos relativos à formação de aminas bioativas em queijos, sua toxicidade e determinação analítica, além de estudos realizados para aumentar o conhecimento sobre os fatores que interferem na produção e acúmulo de aminas bioativas em queijos.

FORMAÇÃO DE AMINAS BIOATIVAS EM QUEIJOS

Algumas aminas bioativas são constituintes endógenos naturais das células e, conseqüentemente, das matérias-primas alimentares. Seus níveis podem

variar durante a produção, dependendo da variedade, maturidade e das condições ambientais a que o alimento é exposto. O perfil e o conteúdo dessas substâncias podem mudar nos alimentos em relação ao seu valor inicial durante o processamento e a estocagem, podendo também ser influenciado pelas condições higiênico-sanitárias prevalentes (HALÁSZ et al., 1994; LOIZZO et al., 2013).

A concentração e os tipos de aminas bioativas presentes em queijos são muito variáveis e dependem do tipo de leite (vaca, cabra, ovelha ou búfala), dos tratamentos térmicos aplicados ao leite destinado à fabricação do queijo, da cultura láctica utilizada, da seção do queijo (centro ou casca), das condições de maturação, do processamento pós-maturação, do tipo de

embalagem, do tempo e da temperatura de estocagem e da microbiota presente na fabricação (LOIZZO et al., 2013; GUARCELLO et al., 2015). Também depende das condições de higiene e da presença de microrganismos contaminantes (PACHLOVÁ et al., 2012).

A proteólise é o evento bioquímico mais complexo que ocorre durante a maturação de queijos. A hidrólise de proteínas em aminoácidos ocorre com a formação de peptídeos como produtos intermediários. Dependendo da variedade do queijo, 20% a 40% da caseína é transformada em derivados proteicos solúveis, dos quais 5% a 15% são aminoácidos. A proteólise é significativamente influenciada pelo conteúdo de água e sal do queijo (FOX et al., 2004).

Os aminoácidos liberados pela proteólise de queijos são os precursores para a formação de aminas biogênicas pelas enzimas presentes nos microrganismos contaminantes ou adicionados propositalmente como coadjuvantes de produção durante sua maturação ou estocagem (VALE; GLÓRIA, 1998; ROIG-SAGUÉS; MOLINA; HERNÁNDEZ-HERRERO, 2002; CUSTÓDIO; TAVARES; GLÓRIA, 2007; LINARES et al., 2012).

Assim, todo tipo de queijo tem seu próprio perfil de aminas biogênicas e aminoácidos livres, resultantes das suas reações específicas de degradação, interconversão e síntese (POLO; RAMOS; SANCHEZ, 1985).

A formação das aminas biogênicas pode ocorrer durante o processamento ou a estocagem de produtos por ação de inúmeras espécies de microrganismos capazes de produzir enzimas descarboxilantes.

Dentre os microrganismos encontrados em queijos, os formadores de tiramina são, na maioria, as bactérias Gram positivas (enterococos e algumas bactérias lácticas), e os formadores de histamina são principalmente enterobactérias, mas também algumas bactérias lácticas e clostrídios (ROIG-SAGUÉS; MOLINA; HERNÁNDEZ-HERRERO, 2002). Enterobactérias, por sua vez, são formadoras de cadaverina, pela habilidade de descarboxilar a lisina.

Há relatos da formação de aminas por bactérias das famílias Enterobacteriaceae, como *Escherichia coli*; *Proteus mirabilis*; *Enterobacter* spp.; *Serratia*; *Citrobacter*; *Klebsiella*; *Salmonella*; *Shigella* e *Hafnia alvei*, ao lado de espécies de *Achromobacter*; *Pseudomonas*; *Streptococcus*; *Clostridium sporogenes*; *C. perfringens*; *Lactobacillus* (como *L. buchneri* e *L. delbrueckii*); *Leuconostoc* e *Lactococcus*, das quais especial atenção deve ser dada àquelas utilizadas como culturas *starter* (ÖNER; KARAHAN; ALOGLU, 2006; ÖNAL, 2007; LINARES et al., 2012; LOIZZO et al., 2013).

Lactobacillus bulgaricus, *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus acidophilus* po-

dem favorecer a formação de histamina (STRATTON; HUTKINS; TAYLOR, 1991), enquanto *Lactococcus lactis* e *L. casei* possuem a capacidade de produzir tiramina (VOIGT et al., 1974).

TOXICIDADE DE AMINAS BIOATIVAS

Atualmente, a demanda por alimentos saudáveis está aumentando, pois cresceu a conscientização e o conhecimento da população sobre os conceitos de qualidade e segurança de alimentos. Dessa forma, o estudo sobre componentes alimentares que causam riscos à saúde humana tem sido promovido, e limites de tolerância são estabelecidos em diversos países (GOMES et al., 2014).

No Brasil, apenas a Portaria nº 185, de 13 de maio de 1997 (BRASIL, 1997), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), versa sobre aminas biogênicas, estabelecendo um limite máximo de 100 ppm para pescados formadores de histamina.

A falta de controle do governo, em especial sobre o comércio varejista, entrepostos e indústrias, e o insuficiente conhecimento dessa perigosa intoxicação, tanto pela população como pelos agentes de saúde, podem contribuir para que os alimentos que contenham aminas biogênicas constituam um potencial risco à saúde do consumidor (GOMES et al., 2014). Ressalte-se que o queijo está entre os alimentos mais comumente associados à intoxicação por aminas biogênicas (RENES et al., 2014).

Sob condições normais, as aminas, em quantidades habitualmente presentes nos alimentos, são rapidamente biotransformadas no organismo por conjugação ou mediante reações enzimáticas de oxidação. Nesse contexto, monoaminoxidase (MAO) e diaminoxidase desempenham um papel importante na degradação de aminas no corpo humano (HALÁSZ et al., 1994).

O limite exato de toxicidade para as aminas biogênicas em humanos é de difícil determinação, pois depende da eficiência

dos mecanismos de desintoxicação de cada pessoa e da presença de substâncias potencializadoras no próprio alimento (HALÁSZ et al., 1994; GLÓRIA, 2005; SCIENTIFIC..., 2011).

O nível de 1.000 mg/kg de aminas totais em alimentos é considerado perigoso para a saúde (SILLA SANTOS, 1996), embora essa concentração varie para cada tipo de amina pelas diferenças na sua toxicidade.

Nenhum efeito adverso à saúde foi detectado em pessoas que consumiram até 50 mg de histamina ou 600 mg de tiramina por refeição. Porém, essas quantidades são bem menores para pessoas intolerantes à histamina, em que o consumo seguro deve limitar-se a níveis abaixo dos detectáveis, ou que fazem uso de medicamentos inibidores de MAO, no qual o consumo máximo de tiramina é de até 6 mg por refeição (SCIENTIFIC..., 2011).

As intoxicações alimentares mais frequentes causadas por aminas biogênicas envolvem a histamina.

Histamina é uma amina bioativa presente em grande quantidade nos mastócitos e basófilos, onde é encontrada em grânulos especiais. Os efeitos desta substância aparecem quando liberada na corrente sanguínea, por reações, como as alérgicas, ou após absorção pela mucosa intestinal, quando proveniente de alimentos. A histamina liga-se a receptores nas membranas celulares encontradas no sistema cardiovascular e a várias glândulas secretoras. Dessa forma, a histamina pode estimular diretamente o coração, como resultado do seu efeito na liberação de adrenalina e noradrenalina; excita músculos lisos do útero, intestino e trato respiratório; estimula neurônios motores e sensoriais e controla a secreção gástrica de ácido. Sendo assim, os sintomas de uma reação toxicológica por histamina são diversos, incluindo erupção cutânea, urticária, edema, inflamação localizada, náuseas, vômitos, diarreia, cólicas abdominais, hipotensão, dor de cabeça e palpitação. Em casos mais graves, a histamina pode levar

a broncoespasmos, asfixia e insuficiência respiratória (SHALABY, 1996; GLÓRIA, 2005; SCIENTIFIC..., 2011).

A intoxicação por histamina também é conhecida como *scombroid fish poisoning*, uma vez que este problema está associado, principalmente, ao consumo de peixes da família Scombridae, como o atum, o bonito e a cavala, apesar de outros peixes estarem relacionados, como a sardinha (Clupeidae). Quantidades maiores que 100 mg de histamina por quilo de alimento são consideradas tóxicas (SCIENTIFIC..., 2011).

O sistema de detoxificação da histamina é composto por duas enzimas, a diaminoxidase e a histamina-N-metil transferase, as quais convertem histamina em produtos não tóxicos. O catabolismo da histamina é inibido por administração oral simultânea de outras aminas, como putrescina, cadaverina, tiramina, triptamina, feniletilamina, espermina e espermidina, potencializando sua toxicidade (SHALABY, 1996; GLÓRIA, 2005; SCIENTIFIC..., 2011).

A tiramina é o segundo tipo de amina envolvida em intoxicações alimentares. Sua atuação aumenta a pressão sanguínea com o aumento da força da contração cardíaca. Em concentrações elevadas, pode causar dor de cabeça, enxaqueca, febre, vômito e aumento da glicemia (GLÓRIA, 2005; SCIENTIFIC..., 2011).

O aumento de pressão causado pela tiramina presente em alimentos pode desencadear uma crise hipertensiva. A inibição da degradação da tiramina pelos medicamentos que são inibidores de MAO aumenta o risco da ocorrência de crises hipertensivas (SHALABY, 1996; SCIENTIFIC..., 2011).

A intoxicação causada por altos níveis de tiramina em queijos normalmente é tratada como *cheese reaction* ou “síndrome do queijo”. Níveis acima de 100 a 800 mg/kg de alimento têm sido sugeridos como causadores de toxicidade (SCIENTIFIC..., 2011).

MAO são enzimas que catalisam uma reação de deaminação oxidativa, sendo de dois tipos: MAO-A, que age sobre a sero-

tonina e a noradrenalina, e a MAO-B, que age sobre a dopamina e a feniletilamina.

Fármacos inibidores de monoaminoxidases (MAO) são utilizados para a melhoria de sintomas depressivos e podem ser reversíveis ou irreversíveis, sendo estes últimos mais eficazes. Dentre os MAO, podem ser citadas iproniazida, clorgilina, selegilina e lazabemida (ANDRADE; FERRAZ, 1997). Indivíduos que estão em tratamento com MAO precisam evitar alimentos que contenham quantidades consideráveis de aminas biogênicas, principalmente, tiramina, triptamina e feniletilamina, mas não histamina, pois efeitos adversos graves podem ocorrer (GLÓRIA, 2005; SCIENTIFIC..., 2011).

A triptamina é responsável pela liberação de catecolaminas e da substância vasoconstritora 5-hidroxitriptamina (serotonina) dos terminais nervosos (BAKER et al., 1987). Feniletilamina está relacionada com a tiramina e a triptamina, em casos de enxaqueca (GLÓRIA, 2005).

As aminas putrescina, espermidina e espermina são protonadas em pH fisiológico, o que faz com que seja possível a reação delas com inúmeras moléculas carregadas negativamente, como ácidos nucleicos, proteínas e sítios aniônicos de membranas (KALÁČ, 2014).

Em decorrência da diversidade funcional das poliaminas no metabolismo e crescimento celular, estas substâncias são requeridas em grandes quantidades nos tecidos em rápido crescimento (KALÁČ, 2014). Portanto, é possível que tenham papel importante no crescimento de tumores (BAKER et al., 1987), devendo ser evitadas por indivíduos portadores de neoplasias.

Na presença de calor, as aminas putrescina e cadaverina podem ser convertidas a pirrolidina e piperidina, respectivamente. Estas, por sua vez, na presença de nitrito, formam nitrosaminas carcinogênicas. Sendo o nitrito um constituinte normal da saliva humana, tem sido sugerido que nitrosaminas possam ser formadas no trato gastrointestinal (BAKER et al., 1987).

DETERMINAÇÃO DE AMINAS EM QUEIJOS

Os estudos de ocorrência de aminas bioativas, bem como os de controle de sua formação em alimentos, não seriam possíveis sem o suporte dos métodos analíticos. Os métodos mais utilizados para a determinação de aminas em queijos são os cromatográficos. Praticamente, todas as técnicas envolvem três etapas: extração, purificação e determinação analítica (LOIZZO et al., 2013).

A extração das aminas em queijos por diversos solventes foi estudada por Custódio et al. (2007), que avaliaram a eficiência dos ácidos clorídrico, tricloroacético, perclórico, sulfosalicílico e acético, além de tampão borato, metanol e etanol, na extração de aminas em queijo Parmesão ralado. O ácido clorídrico foi o selecionado pela equipe, por apresentar boa recuperação e também vantagens analíticas.

A separação de aminas é comumente realizada por cromatografia líquida de fase reversa (CLAE) – *high performance liquid chromatography* (HPLC) e cromatografia líquida de ultra eficiência – *ultra high performance liquid chromatography* (UHPLC). A maioria dos testes emprega detectores fluorimétricos após derivação pré ou pós-coluna. Os agentes de derivação mais utilizados são *o*-ftalaldeído, cloreto de dansila, cloreto de dabsila, 6-aminoquinolil-N-hidroxisuccinimida (AQC), dentre outros (ÖNAL; TEKKELI; ÖNAL, 2013).

Outros métodos podem ser utilizados em que as aminas biogênicas são indiretamente detectadas pela presença de microrganismos capazes de produzir essas substâncias na amostra. Para detecção desses microrganismos, é feita uma caracterização dos genes que codificam a produção da enzima aminoacil-descarboxilase por *Polymerase Chain Reaction* (PCR) nas estirpes presentes no alimento.

Existe alta correlação entre a presença do gene produtor da enzima aminoacil-descarboxilase e a produção de aminas biogênicas. Essa estratégia tem sido utilizada com sucesso em queijos e tem a vantagem de

predizer o potencial de produção de aminas biogênicas, antes mesmo que estas sejam detectadas no produto (LOIZZO et al., 2013).

AMINAS BIOATIVAS EM QUEIJOS

Muitos estudos têm sido conduzidos para determinar o conteúdo de aminas em queijos (Quadro 1), indicando a presença, principalmente, de histamina, tiramina, triptamina, putrescina, cadaverina e feniletilamina (VALE; GLÓRIA, 1998; ÖNER; KARAHAN; ALOGLU, 2006; ANDIÇ; TUNÇTÜRK; GENÇCELEP, 2011; BRITO et al., 2014). Foram encontradas também, com menor frequência, e em menores quantidades, espermidina, espermina, agmatina e serotonina (VALE; GLÓRIA, 1998).

Geralmente, o conteúdo de aminas no leite é baixo, sendo espermina, putrescina, espermidina e agmatina as mais prevalentes, mas em baixas concentrações (SANTOS et al., 2003; GLÓRIA, 2005; KALAC, 2014).

No queijo, espermina e espermidina estão presentes em baixos teores, e as demais aminas biogênicas são encontradas em teores variados, dependendo do tipo de queijo e das condições do processamento e da estocagem.

Conforme indicado no Quadro 1, os teores e os tipos de aminas encontrados variam com o tipo de queijo e também entre amostras de um mesmo tipo. Tanto os queijos brasileiros, como os de outros países, têm sido alvo de pesquisas sobre seus teores de aminas e os fatores que afetam a sua presença.

Queijos não maturados ou com curto tempo de maturação, como o Minas e o Prato, apresentaram baixos teores de aminas biogênicas.

Já em queijos de longa maturação, aminas, como a histamina e a tiramina, foram encontradas em teores elevados, capazes de causar efeitos tóxicos, principalmente em pacientes em tratamento com medicamentos inibidores da MAO.

Vale e Glória (1998) avaliaram 92 amostras de dez tipos de queijos produzi-

dos no Brasil com relação ao teor de aminas bioativas. Espermina foi a amina mais encontrada nos tipos de queijo pesquisados (93%). Porém em baixa quantidade (menor que 2,6 mg/100 g de queijo). Já a histamina foi encontrada em níveis capazes de provocar reação toxicológica em 11% dos queijos Gouda e 8% dos queijos Muçarela. A 2-feniletilamina, por sua vez, apresentou alta prevalência, porém em níveis abaixo do mínimo para reações toxicológicas.

Os maiores níveis totais de aminas biogênicas foram encontrados nos queijos Provolone, Gouda e ralado, sendo este último uma mistura de queijos não especificados.

A correlação positiva encontrada por Vale e Glória (1998) entre algumas aminas sugere que sua formação é influenciada pelos mesmos mecanismos e condições. Índices de qualidade também foram avaliados, e os resultados sugeriram que a formação de aminas foi influenciada pela acidez em diversos tipos de queijos.

Os fatores que interferem na formação de aminas bioativas durante a maturação de queijos têm sido estudados, com o intuito de tentar reduzir os teores das aminas.

O efeito do tratamento térmico do leite no acúmulo de aminas biogênicas em diferentes queijos foi descrito por Novella-Rodríguez et al. (2004). Esses autores observaram que o queijo obtido com leite pasteurizado apresentou menor formação de aminas biogênicas durante a maturação, por causa da redução da contagem microbiana, comparado ao queijo obtido com leite cru.

Gaya et al. (2005) observaram a formação de aminas biogênicas apenas no queijo obtido com leite cru, e o teor de aminoácidos livres foi superior neste tipo de queijo.

Martuscelli et al. (2005) não observaram diferença nos teores totais de aminas em queijos obtidos com leite cru e pasteurizado. No entanto, o teor de histamina foi significativamente superior no queijo obtido com leite cru. Nota-se que a higiene na obtenção do leite para produção de queijos é fundamental, uma vez que as aminas são termorresistentes, permanecendo no leite mesmo após tratamento térmico (LIMA; GLÓRIA, 1999).

Em estudo realizado com leite adicionado de cultura láctica em temperaturas de incubação entre 20 °C e 32 °C durante 24 horas, comprovou-se que os teores das aminas cadaverina, espermidina, tiramina e histamina aumentavam com o tempo e a temperatura de incubação. Esses resultados sugerem que, para evitar a formação ou minimizar os teores de aminas formados, deve-se manter a temperatura no menor nível possível (SANTOS et al., 2003).

No mesmo trabalho, os referidos autores observaram que as culturas iniciadoras são capazes de afetar os tipos e os teores de aminas. Dessa forma, tais culturas devem também ser selecionadas quanto à produção de aminas.

A importância da temperatura de armazenamento do queijo também foi investigada por Pinho et al. (2001), que observaram maior formação de aminas biogênicas e maior teor de aminoácidos livres nos queijos armazenados em temperatura ambiente (25 °C), quando comparados aos armazenados a 4 °C.

Aliakbarlu et al. (2011) avaliaram diferentes condições de salga e maturação em queijos brancos iranianos na produção das aminas histamina, putrescina, cadaverina e tiramina. A maior quantidade total encontrada foi de 267,55 mg/kg em queijos salgados em salmoura a 13% de cloreto de sódio (NaCl), com 25 dias de maturação a 14 °C, sendo a histamina encontrada em maior quantidade (244,29 mg/kg).

Individualmente, a putrescina foi encontrada em seu maior valor (67,30 mg/kg) nos queijos salgados em salmoura a 16% de NaCl, com 75 dias de maturação a 9 °C, porém, não foi detectada, quando as condições de salmoura passaram para 13% de NaCl, aos 50 dias de maturação.

Cadaverina, por sua vez, foi a amina mais frequente, tendo sido detectada em todos os 16 queijos analisados. A concentração de 82,09 mg/kg foi encontrada aos 25 dias de maturação, tendo sido utilizada salmoura a 10% de NaCl na salga e temperatura de 9 °C para estocagem dos queijos.

QUADRO 1 - Teores de aminas bioativas encontradas em diversos queijos nacionais e estrangeiros, em mg de amina por 100 g de queijo

Tipo de queijo	HIM	TYM	TRM	PHM	SER	PUT	CAD	SPM	SPD	AGM	Fonte
Minas	nd-2,50	nd	nd -0,72	nd -0,64	nd -0,31	nd-2,64	nd-0,30	0,07-2,58	nd-2,10	nd-0,04	Vale e Glória (1998)
Gorgonzola	0,45-2,99	nd-1,07	nd-2,80	0,07-1,03	nd-1,81	0,17-0,80	nd-0,65	0,07-0,55	0,13-3,23	nd-1,79	Vale e Glória (1998)
Prato	nd-6,15	nd-1,75	nd-0,90	nd-1,19	nd-0,57	nd-3,53	nd-3,39	0,07-0,90	nd-2,69	nd-0,35	Vale e Glória (1998)
Tilsit	nd-4,82	nd-0,64	nd-0,48	0,07-1,03	nd-0,52	nd-3,39	0,07-1,83	0,07-2,55	0,07-1,08	nd-0,08	Vale e Glória (1998)
Gouda	nd-19,65	nd-2,47	nd-4,09	nd-1,92	nd-3,04	nd-17,37	nd-3,51	nd-1,13	nd-1,35	nd-1,34	Vale e Glória (1998)
Muçarela	nd-11,33	nd-1,56	nd-0,35	nd-0,26	nd-0,47	nd-1,37	nd-2,34	0,07-1,31	nd-1,06	nd-0,13	Vale e Glória (1998)
Muçarela	-	-	-	<7,70	-	nd	<51,40	3,4±0,1	nd	-	Avelar, França e Ferraz (2005)
Provolone	nd-6,04	nd-0,44	nd-1,08	nd-1,40	nd-1,40	nd-8,17	nd-111,0	0,07-0,97	nd-2,38	nd-0,18	Vale e Glória (1998)
Parmesão	nd-0,87	nd-1,00	nd	nd-0,04	nd-0,23	nd-1,36	nd-0,25	0,07-0,09	nd-0,15	nd	Vale e Glória (1998)
Parmesão ralado	0,11-8,69	0,12-5,20	nd-0,34	nd-1,98	nd-1,96	0,08-6,30	0,07-13,42	0,07-0,80	nd-1,23	nd-1,41	Vale e Glória (1998)
Queijo ralado	0,13-8,80	nd-21,25	nd	nd-1,71	nd-1,27	0,32-2,76	0,30-4,17	0,07-0,08	nd-0,36	nd-0,07	Vale e Glória (1998)
⁽¹⁾ Queijo Iraniano	nd-244,29	nd-20,23	-	-	-	nd-67,30	8,86-82,09	-	-	-	Aliakbarlu et al. (2011)
Otlu Peynir	nd-68,15	1,8-112,55	nd-17,26	nd-10,00	-	nd-84,70	nd-184,45	-	-	-	Andiç, Gençcelep e Kose (2010)
Parmesão maturado	nd-5,77	nd-11,67	-	nd-5,11	-	nd-8,29	nd-3,07	nd-2,69	nd-3,15	nd-0,48	Spizzirri et al. (2013)
Kashar	nd-0,45	0-4,79	7,97-14,44	nd	-	0,01-17,43	nd-0,13	-	-	-	Andiç, Turnçtürk e Gençcelep (2011)
Toma Piemontese	nd-6,7	3,1-17,8	nd	nd	-	-	-	-	-	-	Arlorio et al. (2003)
Queijo Tchecomaturado	nd	6,38-10,14	-	-	-	4,88-7,01	1,18-7,26	1,15-9,79	-	-	Bunková et al. (2013)
⁽²⁾ Cheddar maturado	4,44±1,86	6,22±2,77	0,027±0,001	0,68±0,19	-	0,14±0,072	0,41±0,2	nd	nd	-	Baker et al. (1987)

NOTA: HIM - Histamina; TYM - Tiramina; PHM - 2-Feniletilamina; TRM - Triptamina; SER - Serotonina; CAD - Cadaverina; PUT - Putrescina; AGM - Agmatina; SPM - Espermina; SPD - Espermidina; nd - Não detectado; - Não determinado.

(1) Os valores encontrados para este queijo estão em mg/kg de massa seca, e não por 100 g de queijo como para as outras referências. (2) Valores médios seguidos do desvio-padrão. A tiramina é a p-tiramina.

Já a tiramina foi encontrada em apenas seis queijos, de um total de 12, e em baixos valores (média de 7,73 mg/kg).

O queijo Gouda chileno apresentou concentração total de aminas biogênicas entre 47,9 e 150 mg/kg, valores que não causam riscos à saúde humana (BRITO et al., 2014). Esses autores demonstraram que o teor de aminas biogênicas nos queijos elevou-se com o aumento da atividade de água, da concentração de aminoácidos livres e também da contagem de enterobactérias nos queijos.

Em estudo realizado em queijo turco Oflu Peynir (*Herby cheese*), aminas biogênicas foram detectadas em quantidades maiores que 1.000 mg/kg em 10 das 30 amostras analisadas. Uma grande variação no teor de aminas biogênicas foi encontrada nos queijos, o que foi correlacionado a diferenças na intensidade do processo de maturação (ANDIÇ; GENÇCELEP; KOSE, 2010).

Outro queijo turco, o Kashar, também foi pesquisado quanto ao seu perfil de aminas biogênicas. Putrescina, triptamina e tiramina foram as principais aminas encontradas neste tipo de queijo. O período de estocagem teve efeito significativo ($P < 0,01$) para todas as aminas pesquisadas (Quadro 1), com exceção da cadaverina para queijo em embalagem sem vácuo. Baixas temperaturas de estocagem (4 °C) e embalagem a vácuo limitaram a formação de feniletilamina, cadaverina e histamina (ANDIÇ; TUNÇTÜRK; GENÇCELEP, 2011).

Esses estudos demonstraram que é possível controlar a formação de aminas biogênicas, principalmente tiramina e histamina, com boas práticas de fabricação, utilizando matéria-prima de boa qualidade, realizando o tratamento térmico do leite com o uso de culturas iniciadoras selecionadas (não produtoras ou com baixa produção de aminas biogênicas) e controlando o tempo e a temperatura durante a maturação e o armazenamento (PINHO et al., 2001; SANTOS et al., 2003; NOVELLA-RODRÍGUEZ et al., 2004; GAYA et al., 2005; MARTUSCELLI et al., 2005; ALIAKBARLU et al., 2011; ANDIÇ; TUNÇTÜRK; GENÇCELEP, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O teor de aminas biogênicas em queijos possui potencial para ser utilizado como indicador de qualidade desse e de outros produtos alimentares, uma vez que existe correlação da formação dessas substâncias com a proteólise dos alimentos, com a deterioração e com os aspectos de higiene relacionados com seu processamento.

É possível prevenir a formação e o acúmulo de aminas em queijos com o uso de leite de boa qualidade e um adequado controle da proteólise durante a maturação, seja por meio dos parâmetros de maturação (principalmente tempo e temperatura), seja pela escolha de bactérias e outros microrganismos não produtores ou com baixa produção de aminas biogênicas. Além disso, é preciso que a população tenha conhecimento acerca dos riscos advindos do consumo de aminas biogênicas e em quais tipos de queijo existe a probabilidade de sua presença em níveis tóxicos, principalmente, aquelas pessoas que consomem fármacos inibidores das enzimas que degradam esses compostos no organismo.

REFERÊNCIAS

ALIAKBARLU, J. et al. Biogenic amines in Iranian white brine cheese: modelling and optimisation of processing factors. *International Journal of Dairy Technology*, v.64, n.3, p. 417-424, Aug. 2011.

ALVAREZ, M. A.; MORENO-ARRIBAS, M.V. The problem of biogenic amines in fermented foods and the use of potential biogenic amine-degrading microorganisms as a solution. *Trends in Food Science & Technology*, v.39, n.2, p.146-155, Oct. 2014.

ANDIÇ, S.; GENÇCELEP, H.; KOSE, S. Determination of biogenic amines in herby cheese. *International Journal of Food Properties*, v.13, n.6, p.1300-1314, 2010.

ANDIÇ, S.; TUNÇTÜRK, Y.; GENÇCELEP, H. The effect of different packaging methods on the formation of biogenic amines and organic acids in Kashar cheese. *Journal of Dairy Science*, v.94, n.4, p.1668-1678, Apr. 2011.

ANDRADE, L.A.F. de; FERRAZ, H.B. Inibição enzimática, neuroproteção e tratamento da doença de Parkinson. *Revista Neurociências*, v.5, n.1, p.27-33, 1997.

ARLORIO, M. et al. Proteolysis and production of biogenic amines in Toma Piemontese PDO cheese during ripening. *Italian Journal of Food Science*, v.15, n.3, p.395-404, 2003.

AVELAR, E.C.; FRANÇA, A.S.; FERRAZ, V.P. Desenvolvimento e otimização de metodologia de cromatografia gasosa para identificação e quantificação de aminas bioativas em alimentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 2005, Campinas, *Anais...* Campinas: UNICAMP, 2005.

BAKER, G.B. et al. Simultaneous extraction and quantitation of several bioactive amines in cheese and chocolate. *Journal of Chromatography A*, v.392, p.317-331, 1987.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 185, de 13 de maio de 1997. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado). *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 19 maio 1997. Seção 1, p.10282.

BRITO, C. et al. Biogenic amine content in Chilean Gauda cheese: physico-chemical and microbiological factors that may influence this content. *International Journal of Dairy Technology*, v.67, n. 4, p.554-561, Nov. 2014.

BUŇKOVÁ, L. et al. Monitoring of biogenic amines in cheeses manufactured at small-scale farms and in fermented dairy products in the Czech Republic. *Food Chemistry*, v.141, n.1, p.548-551, Nov. 2013.

CUSTÓDIO, F.B.; TAVARES, E.; GLÓRIA, M.B.A. Extraction of bioactive amines from grated Parmesan cheese using acid, alkaline and organic solvents. *Journal of Food Composition and Analysis*, v.20, n.3/4, p.280-288, May 2007.

FOX, P.F. (Ed.) et al. *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. 3rd rev. ed. London: Elsevier, 2004. v.1, 617p.

GAYA, P. et al. Proteolysis during ripening of Manchego cheese made from raw or pasteurized ewes' milk: seasonal variation. *Journal of Dairy Research*, v.72, n.3, p.287-295, Aug. 2005.

GLÓRIA, M.B.A. Bioactive amines. In: HUI, H.; NOLLET, L. L. (Ed.). *Handbook of food science, technology, and engineering*. New York: Marcel Dekker, 2005. v.4, p.1-38.

GOMES, M.B. et al. O risco das aminas biogênicas nos alimentos. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.19, n.4, p.1123-1134, abr. 2014.

GUARCELLO, R. et al. A survey of the main technology, biochemical and microbiological features influencing the concentration of biogenic amines of twenty Apulian and Sicilian (Southern Italy) cheeses. **International of Dairy Journal**, v.43, p.61-69, Apr. 2015.

HALÁSZ, A. et al. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. **Trends Food Science Technology**, v.5, n.2, p.42-49, Feb. 1994.

KALÁČ, P. Health effects and occurrence of dietary polyamines: a review for the period 2005 - mid 2013. **Food Chemistry**, v.161, p.27-39, Oct. 2014.

LIMA, A.S.; GLÓRIA, M.B.A. Aminas bioativas em alimentos. **Boletim SBCTA**, Campinas, v.33, n.1, p.70-79, 1999.

LINARES, D.M. et al. Factors influencing biogenic amines accumulation in dairy products. **Frontiers in Microbiology**, v.3, n.180, p.1-10, May 2012.

LOZZO, M.R. et al. Technological aspects and analytical determination of biogenic amines in cheese. **Trends in Food Science & Technology**, v.30, n.1, p. 38-55, Mar. 2013.

MARTUSCELLI, M. et al. Production of biogenic amines during the ripening of Pecorino Abruzzese cheese. **International Dairy Journal**, v.15, n.6/9, p.571-578, June/Sept. 2005.

NOVELLA-RODRÍGUEZ, S. et al. Evaluation of biogenic amines and microbial counts throughout the ripening of goat cheeses from pasteurized and raw milk. **Journal of Dairy Research**, v.71, n.2, p.245-252, May 2004.

ÖNAL, A. A review: current analytical methods for the determination of biogenic amines in foods. **Food Chemistry**, v.103, n.4, p. 1475-1486, 2007.

ÖNAL, A.; TEKKELE, S.E.K.; ÖNAL, C. A review of the liquid chromatographic methods for the determination of biogenic amines in foods. **Food Chemistry**, v.138, n.1, p.509-515, May 2013.

ÖNER, Z.; KARAHAN, A.G.; ALOGLU, H. Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese during ripening. **Lebensm. Wirt. Technol.**, v.39, p.449-459, 2006.

PACHLOVÁ, V. et al. The effect of elevated temperature on ripening of Dutch type cheese. **Food Chemistry**, v.132, n.4, p.1846-1854, June 2012.

PINHO, O. et al. Effect of temperature on evolution of free amino acids and biogenic

amine contents during storage of Azeitão cheese. **Food Chemistry**, v.75, n.3, p.287-291, Nov. 2001.

POLO, C.; RAMOS, M.; SÁNCHEZ, R. Free amino acids by high performance liquid chromatography and peptides by gel electrophoresis in Mahon cheese during ripening. **Food Chemistry**, v.16, n.2, p.85-96, 1985.

RENES, E. et al. Effect of autochthonous starter cultures on the biogenic amine content of ewe's milk cheese throughout ripening. **Food Microbiology**, v.44, p.271-277, Dec. 2014.

ROIG-SAGUÉS, A.X.; MOLINA, A.P.; HERNÁNDEZ-HERRERO, M. Histamine and tyramine-forming microorganisms in Spanish traditional cheeses. **European Food Research Technology**, v.215, n.2, p.96-100, Aug. 2002.

SANTOS, W.C. et al. Bioactive amines formation in milk by *Lactococcus* in the presence or not of rennet and NaCl at 20 and 32 °C. **Food Chemistry**, v.81, n.4, p.595-606, June 2003.

SCIENTIFIC opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. **EFSA Journal**, v.9, n.10, p.2393, 2011.

SHALABY, A.R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. **Food Research International**, v.29, n.7, p.675-690, Oct. 1996.

SILLA SANTOS, M.H. Biogenic amines: their importance in foods. **International Journal of Food Microbiology**, v.29, n.2/3, p.213-231, Apr. 1996.

SPIZZIRRI, U.G. et al. Determination of biogenic amines indifferent cheese samples by LC with evaporative light scattering detector. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.29, n.1, p.43-51, Feb 2013.

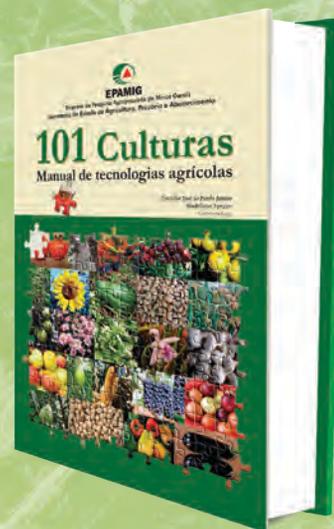
STRATTON, J.E.; HUTKINS, R.W.; TAYLOR, S.L. Biogenic amines in cheese and other fermented foods: a review. **Journal of Food Protection**, v.54, p.460-470, 1991.

THORNTON, J.M.; OSBORNE, D.L. Antioxidant function of polyamines in human colon cancer cells demonstrated by fluorescence. **The Faseb Journal**, v.26, 2012. Meeting Abstract Supplement.

VALE, S.; GLÓRIA, M.B.A. Biogenic amines in Brazilian cheeses. **Food Chemistry**, v.63, n.3, p.343-348, Nov. 1998.

VOIGHT, M.N. et al. Tyramine, histamine and tryptamine content of cheese. **Journal of Milk and Food Technology**, v.37, p.377-381, 1974.

Manual de Tecnologias Agrícolas



101 culturas com abordagem direta sobre: cultivo, solo, manejo, doenças, pragas, colheita e comercialização.

publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002



Tecnologias alternativas para processamento de leite e derivados

Denise Sobral¹, Vanessa Aglaê Martins Teodoro², Junio César Jacinto de Paula³,
Pedro Henrique Baptista de Oliveira⁴, Elisângela Michele Miguel⁵

Resumo - A mudança do perfil de consumo de lácteos, no mundo todo, segue uma tendência pela busca de alimentos seguros, livres de contaminantes e que mantenham o máximo de suas características originais. Isso é possível com menor uso de aditivos químicos, como os conservantes, e menor tratamento térmico que possa alterar o sabor, a cor e o odor das matérias-primas. Processos alternativos, considerados tecnologias limpas, vêm sendo estudados para gerar produtos saudáveis e com menor impacto ao meio ambiente.

Palavras-chave: Laticínio. Tecnologia de alimento. Radiação ultravioleta. Bacteriocina. Campo elétrico. Alta pressão hidrostática. Membrana.

INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos no Brasil e no mundo tem passado por profundas transformações. Nos últimos anos, a inserção consolidada da mulher no mercado de trabalho, a redução das famílias e o aumento de consumidores mais exigentes, em termos de qualidade, variedade e função nutricional, têm influenciado sobremaneira a variedade da oferta de produtos alimentícios.

A crescente demanda do mercado consumidor por produtos de alta qualidade, que mantenham preservadas suas características, revela a necessidade de tecnologias que propiciem segurança microbiológica na produção e aumentem a vida útil do produto. O mercado quer, ainda, tecnologias que proporcionem mínimas alterações na qualidade nutricional e sensorial dos alimentos, reduzindo as perdas de componentes termossensíveis, responsáveis pela qualidade sensorial e nutricional.

Esses fatos têm levado as indústrias de laticínios a buscar diversificação na

produção de lácteos e têm impulsionado as pesquisas sobre tecnologias não térmicas, como alternativa para eliminar ou minimizar a degradação qualitativa dos alimentos processados (DEVLEIGH; VERMEIREN; DEBEVERE, 2004).

Os tratamentos térmicos utilizados no leite e seus derivados têm o objetivo de resguardar aspectos de saúde pública (eliminação de patógenos potenciais) e de conservação (eliminação de microrganismos deteriorantes e enzimas). No entanto, podem causar alterações químicas reversíveis e irreversíveis que afetam o produto final (SILVA, 2004).

Dentre os tratamentos térmicos mais utilizados no leite podem-se citar a pasteurização e a esterilização.

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa) (BRASIL, 1952) define o processo de pasteurização como o emprego do calor, com a finalidade de destruir totalmente a microbiota patogênica, sem alteração sensível da constituição física

e do equilíbrio do leite, sem prejuízo dos seus elementos bioquímicos, e de suas características sensoriais.

A pasteurização do leite divide-se em lenta e rápida. A lenta pode ser utilizada em estabelecimentos de laticínios de pequeno porte, na produção de leite pasteurizado para abastecer o público ou produzir derivados lácteos (BRASIL, 2011). Consiste no aquecimento do leite de 62 °C a 65 °C por 30 minutos, mantendo o leite em grande volume sob agitação mecânica, lenta, em aparelhagem própria.

Já a pasteurização de curta duração, ou rápida, consiste no aquecimento do leite em camada laminar de 72 °C a 75 °C, por 15 a 20 segundos (BRASIL, 1952).

O processo de esterilização do leite consiste no seu aquecimento a uma temperatura de 110 °C a 120 °C, durante 10 a 15 minutos, em equipamentos próprios (SILVA, 2004).

O tratamento do leite por UAT é feito durante 2 a 4 segundos a uma temperatura entre 130 °C e 150 °C, mediante processo

¹Eng^a Alimentos, D.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Juiz de Fora, MG, denisesobral@epamig.br

²Médica-veterinária, D.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Juiz de Fora, MG, vanessa.teodoro@epamig.br

³Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Juiz de Fora, MG, junio@epamig.br

⁴Eng^o Alimentos, M.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, pedrohenrique@epamig.br

⁵Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, elisangelamichele@epamig.br

térmico de fluxo contínuo, imediatamente resfriado a uma temperatura inferior a 32 °C e envasado sob condições assépticas em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas (BRASIL, 1952).

Em geral, a legislação para a produção de derivados lácteos exige que o leite empregado como matéria-prima seja higienizado por meios mecânicos adequados e submetido à pasteurização ou ao tratamento térmico equivalente. Essa medida visa assegurar fosfatase residual negativa, combinado ou não com outros processos físicos e biológicos aceitos/oficializados, que garantam a inocuidade do produto.

Os tratamentos térmicos aplicados ao leite reduzem a carga microbiana a um nível aceitável e eliminam a microbiota patogênica, garantindo a segurança dos produtos lácteos e derivados. Entretanto, podem promover alterações irreversíveis dos componentes do leite, como mudar suas propriedades físico-químicas e afetar a qualidade sensorial e nutricional do produto final (CORREIA; MAUBOIS; CARVALHO, 2011; SUDA et al., 2011).

No processo de esterilização, por exemplo, são destruídos todos os microrganismos, inclusive os esporos. No entanto, ocorrem grandes mudanças químicas, nas quais a cor e o sabor são afetados. Ocorrem também, perdas no valor nutricional, particularmente pela perda de vitaminas (SILVA, 2004).

Nesse contexto, tecnologias vêm sendo testadas em leite e derivados, com o objetivo de reduzir ou substituir o tratamento térmico pelo qual o leite é submetido, na atualidade. Alguns exemplos são o uso do aquecimento ôhmico, da alta pressão hidrostática, de campos elétricos pulsantes, da radiação ultravioleta, de membranas, do CO₂, além da irradiação, emprego de agentes químicos e bioquímicos, atmosferas modificadas e compostos antimicrobianos.

O grande propósito é o desenvolvimento e a consolidação de métodos que permitam a produção de alimentos seguros, com menor uso de aditivos e nutricionalmente superiores (menor degradação de enzimas,

proteínas e vitaminas originais da matéria-prima), aliados ao menor gasto de energia (tecnologias não térmicas limpas).

Neste artigo são demonstrados os usos potenciais, vantagens e desvantagens de alguns desses processos e qual o seu estágio de aplicação, gerando uma perspectiva para uso atual ou em futuro próximo no Brasil.

CAMPOS ELÉTRICOS

O interesse pelo uso de campos elétricos como tecnologia de conservação de alimentos teve seu início no começo do século 20. Nessa época, começou-se a “pasteurizar electricamente” o leite, fazendo-o passar entre placas paralelas com uma diferença de potencial entre tais placas (CASTRO, 2008).

O alimento, quando submetido a uma diferença de potencial elétrico, produz aquecimento pela sua resistência elétrica intrínseca, por meio de um processo conhecido como aquecimento ôhmico (FRYER, 1995; TEIXEIRA, 2008). Tal processo, utilizado para pasteurizar o leite, era térmico, e os efeitos sobre microrganismos e enzimas ocorriam por causa do calor produzido.

A partir da década de 1960, estudos foram realizados para reduzir o efeito Joule, causador do aquecimento nos alimentos, utilizando pulsos elétricos de pequena duração (BENDICHO; BARBOSA-CÁNOVAS; MARTÍN, 2002; TEIXEIRA, 2008). Dessa forma, os efeitos elétricos eram responsáveis pela estabilização do alimento, e não os efeitos térmicos.

Atualmente, faz-se a distinção entre o uso de campo elétrico com a finalidade de aquecer os alimentos (tratamento ôhmico) e o uso de campos elétricos pulsados (CEP), usado para submeter o alimento a uma “pasteurização” não térmica (TEIXEIRA, 2008).

Aquecimento ôhmico

O aquecimento ôhmico (ou aquecimento Joule) é o processo de passagem de corrente elétrica em alimentos, com o objetivo de causar aquecimento (KNIRSCH, 2010). O calor é gerado internamente por causa da

resistência elétrica dos alimentos. Assim, é possível garantir um aquecimento uniforme por todo o alimento (CASTRO, 2008).

Esse tipo de aquecimento é considerado um processo de tratamento térmico. Portanto, o efeito sobre os microrganismos e as enzimas ocorre em consequência do calor produzido (BENDICHO; BARBOSA-CÁNOVAS; MARTÍN, 2002; KNIRSCH, 2010).

Estudos indicam que o aquecimento ôhmico pode ser empregado em diversos tipos de alimentos, obtendo-se um produto final com características nutricionais e sensoriais superiores, quando comparado aos métodos convencionais, sendo assim, uma tecnologia promissora (KNIRSCH, 2010).

O maior benefício da aplicação do aquecimento ôhmico em alimentos é sua capacidade de aquecer de maneira uniforme e rápida o produto, reduzindo o tempo que o alimento fica aquecido (KNIRSCH, 2010). Essa tecnologia pode ser empregada não só em alimentos fluidos, com partículas e fluidos viscosos, mas também em alimentos de baixa viscosidade, como o leite (KNIRSCH, 2010).

Oliveira et al. (2009) sugeriram o uso do aquecimento ôhmico para pasteurização do leite humano, por causar um mínimo de alterações no produto final, tais como desnaturação de proteínas, de imunoglobulinas e de enzimas.

O aquecimento ôhmico foi estudado por Cho, Yousef e Sastry (1996) em processo fermentativo com *Lactobacillus acidophilus*, em comparação com o aquecimento convencional. Os campos elétricos induziram a formação de poros na membrana, facilitando o transporte de nutrientes, o que reduziu a fase lag da fermentação, sem que houvesse prejuízos no consumo de glicose e formação de ácido láctico. Tais pesquisadores concluíram que essa tecnologia apresenta grande potencial para aplicação em processos fermentativos na produção de bacteriocinas, como nisina e lacidina, com redução do tempo total do processo.

Knirsch (2010) estudou a aplicação do aquecimento ôhmico, juntamente com

a bacteriocina nisina na conservação de alimentos, e concluiu que existem efeitos sinérgicos entre essas duas tecnologias.

Além das vantagens potenciais da aplicação do aquecimento ôhmico, que são o alcance mais rápido da temperatura de pasteurização e o aquecimento mais uniforme, esse tratamento também ocasiona menor quantidade de incrustações em equipamentos (geradas pelas proteínas) e possui menor custo energético de processo (PEREIRA; VICENTE; TEIXEIRA, 2011).

Por outro lado, o aquecimento ôhmico apresenta algumas desvantagens, como altos custos operacionais iniciais, falta de procedimentos de validação em lácteos e falta de maior compreensão do efeito da letalidade do aquecimento ôhmico nas diversas espécies de microrganismos patogênicos (PEREIRA; VICENTE; TEIXEIRA, 2011).

Castro (2008) levantou algumas questões, que ainda devem ser estudadas, sobre as possíveis aplicações de aquecimento ôhmico em alimentos, tais como: se os materiais dos eletrodos são suficientemente inertes ou pode haver migração de compostos nocivos para os alimentos; se os campos elétricos podem induzir a formação de compostos potencialmente perigosos; quais os principais pontos críticos de controle (PCCs), que devem ser monitorados nessa nova tecnologia, e se haverá um efeito adicional ao efeito térmico da eletricidade sobre os microrganismos.

Assim, pesquisas mais detalhadas precisam ser realizadas, para que se entenda a ação dessa tecnologia em alimentos em geral e também na área de leite e derivados.

Campos elétricos pulsados

O tratamento dos alimentos por CEP surgiu com o objetivo de minimizar o aquecimento provocado pelo tratamento ôhmico e visa à destruição mecânica das membranas dos microrganismos patogênicos, pela formação de poros e pela morte (OLIVEIRA et al., 2009).

É um método físico, que consiste na aplicação de fortes, porém curtos, pulsos

elétricos (microssegundos) em alimentos colocados entre dois eletrodos. A técnica aplica alta diferença de potencial elétrico (voltagem) por curto tempo (pulso), constituindo um processo não térmico (JAY, 2005).

O equipamento utilizado para essa tecnologia é composto por uma fonte de energia de alta voltagem (que varia de 20 mil V/cm a 100 mil V/cm), um capacitor, uma câmara de tratamento, uma bomba (de impulsão do leite), um dispositivo de resfriamento e termopares (OLIVEIRA et al., 2009).

Estudos nessa área são muito contraditórios, conquanto promissores.

Oliveira et al. (2009) citaram alguns trabalhos que apresentaram bons resultados, com redução de ciclos logarítmicos nas contagens de diversos microrganismos patogênicos em leite desnatado e em leite UHT.

Por outro lado, esses mesmos autores, também encontraram trabalhos em que a aplicação de campos elétricos pulsantes em leite surtiu efeito antimicrobiano menor do que em tratamento térmico convencional. Nesse sentido, o uso desse processo precisa ser estudado com critério, de forma que haja validação da sua ação sobre os microrganismos-alvos, bem como da eficiência e eficácia dos equipamentos (OLIVEIRA et al., 2009).

Alguns estudos promissores citados por Pereira, Vicente e Teixeira (2011) mostraram reduções microbianas significativas em leite integral: $4,5 \log_{10}$ de *Staphylococcus aureus* (35 kV/cm) e $2,5 \log_{10}$ de *Listeria monocytogenes* (30 kV/cm). Em contrapartida, efeitos sobre as enzimas e vitaminas têm-se mostrado diferentes, basicamente por causa dos variados parâmetros aplicados, tais como tempo e temperatura de tratamento, características do produto (pH, condutividade elétrica), contaminação microbiana e equipamentos diversos, com diferentes campos pulsantes (COIMBRA; TEIXEIRA, 2010).

Pereira, Vicente e Teixeira (2010) concluíram que limitações dessa promissora tecnologia encontram-se relaciona-

das, principalmente, com os desafios de padronizar os equipamentos existentes, com design diferenciado dos eletrodos, falta de métodos de medida de eficácia e também alto custo inicial de obtenção e de manutenção desses equipamentos.

ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA

A utilização de alta pressão hidrostática (APH) na conservação de alimentos é uma tecnologia que submete alimentos líquidos ou sólidos, embalados ou não, a altas pressões, que variam de 500 a 10 mil atm, por um tempo de processo determinado, associadas ou não com certa elevação da temperatura (OLIVEIRA et al., 2009; MORAIS; FERREIRA; ROSENTHAL, 2014).

O interesse na APH provém de sua capacidade de preservar atributos originais de cor, sabor, odor, qualidade e conteúdo nutricional dos alimentos, o que não acontece, quando se empregam tratamentos térmicos convencionais (MORAIS; FERREIRA; ROSENTHAL, 2014).

A tecnologia de APH oferece diversas vantagens, como a homogeneidade do tratamento, pois a pressão é aplicada uniformemente e ao redor de todo o alimento; o impacto mínimo pelo calor; o aumento da vida de prateleira dos produtos, com preservação dos parâmetros de qualidade nutricional e sensorial e a pequena quantidade de energia necessária (MORAIS; FERREIRA; ROSENTHAL, 2014).

No Brasil, ainda não existem produtos lácteos fabricados e comercializados com a utilização de APH, mas a técnica já vem sendo estudada para esse fim, e já foi comprovado que, além de conservar os produtos, pode contribuir para melhorias na textura dos derivados lácteos.

Para a fabricação de iogurte, quando o leite é previamente pressurizado, há aumento na qualidade final do produto, como menor grau de sinérese, maior firmeza e menor acidez titulável, se comparada aos produtos convencionais. Esse fato ocorre por causa da menor desnaturação das proteínas do soro e da maior dispersão de

gordura no produto, por conta dos efeitos da pressurização. Também, há melhoria na viscosidade e textura dos iogurtes de leite pressurizado, gerando reduções no uso de estabilizantes e de espessantes, e possíveis alterações de sabor (MORAIS; FERREIRA; ROSENTHAL, 2014).

No caso da aplicação de APH para a fabricação de queijos, a técnica pode acelerar ou retardar a proteólise, dependendo da variedade ou da intensidade dos tratamentos. Pressões superiores a 400 MPa, aplicadas a queijos maturados por fungos, resultam na redução da lipólise, pela diminuição na contagem de bactérias lácticas ou inativação de enzimas, o que não é desejável (MORAIS; FERREIRA; ROSENTHAL, 2014). Por outro lado, podem ocorrer modificações nas proteínas do leite, com consequente aumento da viscosidade e da retenção de proteínas do soro na fabricação de queijos, o que possibilita o aumento do rendimento de fabricação, fator bastante desejável (SMIT et al., 2000).

A utilização dessa tecnologia ainda é limitada pela incapacidade do método de destruir esporos presentes no leite, sem adição concomitante de calor; pela falta de equipamentos em larga escala industrial; pelo alto custo e pela falta de estabelecimento dos critérios exatos de destruição das bactérias patogênicas (COIMBRA; TEIXEIRA, 2010).

Ressalta-se, no entanto, que a APH possui grande potencial para aplicação industrial na área de laticínios e, por esse motivo, estudos técnico-científicos devem ser conduzidos, para conhecimento das particularidades de cada produto e suas consequências tecnológicas.

RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

O espectro da luz divide-se, por ordem de comprimento de onda, em três partes: raios X (com comprimento de onda menor que 100 nm); luz visível (entre 400 nm e 780 nm); infravermelho (maior que 780 nm) e ultravioleta (UV) (entre 100 nm e 400 nm) (OLIVEIRA; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2001).

Dentro do espectro da radiação UV, existem a radiação tipo UVA (315 a 380 nm), utilizada para a ornamentação de festas e também conhecida como luz negra; o tipo UVB (280 a 315 nm), que afeta a pele, produzindo eritema, pigmentação e contribuindo para a produção de vitamina D; e, por último, o tipo UVC (100 a 280 nm), que possui ação germicida (OLIVEIRA; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2001).

Ao contrário dos tratamentos térmicos, a luz UV não destrói a célula bacteriana, mas atua no DNA ou no RNA, impedindo sua replicação, com consequente morte.

O objetivo da aplicação de tecnologias não térmicas para a conservação de produtos lácteos, como é o caso da radiação UV, é não provocar alterações de sabor, cor, odor, redução e/ou desnaturação de proteínas, enzimas e vitaminas. Entretanto, Koutchma, Forney e Moraru (2009) relatam que alguns compostos indesejáveis, causados pela rancificação do leite, podem surgir quando submetidos a doses e tempos excessivos de luz UV. Matak et al. (2007) verificaram que o leite tratado por 18 segundos a $15,8 \pm 1,6$ mJ/cm² obteve

avaliação de oxidado/rançoso em testes sensoriais.

Oliveira (2012) realizou testes em um equipamento brasileiro patenteado para tratamento UV de líquidos turvos (Fig. 1), com lâmpadas UV de amálgama de mercúrio (10 em série), com capacidade para 3 mil litros de leite por hora. Esse equipamento é composto de tanques, onde o líquido é bombeado sob vazão constante, em regime turbulento, sobre um tubo de acrílico que envolve as lâmpadas. Nesse estudo, o autor verificou que o leite tratado por ultravioleta não apresentou alterações quanto aos teores de proteína, gordura, acidez e extrato seco total (EST) em relação ao leite pasteurizado. Foi possível constatar, ainda, que houve redução da contagem total de microrganismos, obtendo-se uma redução média de 98,7 % no leite pasteurizado ($2,4 \log_{10}$) e de até 99,5% ($2,58 \log_{10}$) no leite tratado com 2.200 J/L de dose UV. Oliveira (2012) não realizou testes sensoriais no produto tratado por radiação UV. Apesar disso, concluiu que essa é uma tecnologia interessante que pode, no futuro, ser utilizada como coadjuvante da pasteurização e da esterilização.



Figura 1 - Protótipo de equipamento UV para tratamento de líquidos turvos, como o leite
NOTA: UV - Ultravioleta.

A radiação UV pode ser utilizada em leite refrigerado recebido pelo laticínio, com o objetivo de reduzir as contagens microbianas, de forma que possa ser armazenado por maior período até o processamento ou mesmo após a pasteurização, a fim de obter produtos com maior vida de prateleira. A tecnologia pode agregar valor a produtos lácteos, como iogurtes, manteigas, queijos, leites e sobremesas, reduzindo a necessidade de aditivos químicos (OLIVEIRA, 2012).

Embora promissora, novas pesquisas devem ser realizadas, com o objetivo de verificar a ação da radiação UV em determinados patógenos, a dose e o tempo de aplicação requeridos, a avaliação sensorial e nutricional do produto tratado, seu prazo de validade, bem como se existe possibilidade de contaminação química, por causa da formação de radicais livres, ou física, por fragmentos de vidro da lâmpada. Além disso, devem ser avaliadas as possibilidades de falhas nas lâmpadas e validade a utilização do equipamento (fluxo, números e potência das lâmpadas, pressão, vazão, etc.) e do processo de higienização – clean in place (CIP), dentre outros (KOUTCHMA; FORNEY; MORARU, 2009).

TECNOLOGIA DE MEMBRANAS

A tecnologia de membranas constitui um método de separação que trabalha em níveis iônicos e moleculares, sendo sua aplicação adaptada à indústria de laticínios desde o início da década de 1970 (BYLUND, 1995).

Seu uso tem-se expandido rapidamente no processamento de leite e de seus derivados, sobretudo nos últimos anos, principalmente por permitir o fracionamento e a concentração de seus componentes, além de manter as propriedades físicas desejáveis dos produtos e compostos obtidos. Fornece uma solução mais econômica do que os métodos convencionais, além de provocar menores alterações nos constituintes do leite (CARVALHO; MAUBOIS, 2010).

Dentre os fatores que justificam a utilização mais intensa das tecnologias de

membranas pela indústria laticinista, está o efeito negativo produzido pelos tratamentos térmicos convencionais nos derivados lácteos. Tratamentos térmicos do leite, como pasteurização ou tratamento UHT, garantem a segurança dos produtos lácteos e derivados, mas quase sempre promovem alterações irreversíveis dos componentes do leite, alteram as suas propriedades físico-químicas e afetam a qualidade sensorial do leite fluido e dos produtos lácteos (CORREIA; MAUBOIS; CARVALHO, 2011).

As tecnologias de separação por membrana são operações que envolvem a separação de componentes de um fluido por meio de uma membrana, conduzindo ao fracionamento, à concentração ou à

purificação desses compostos. Em função da natureza e do tipo de soluto e da presença ou não de partículas em suspensão, membranas com diferentes tamanhos e distribuição de poros são utilizadas, caracterizando as operações conhecidas como microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa, que utilizam da microfiltração à osmose reversa, meios filtrantes cada vez menores (CARVALHO; MAUBOIS, 2010).

A Figura 2 ilustra os diferentes processos de separação dos constituintes do leite por meio do uso de tecnologias de membranas.

A microfiltração utiliza maiores poros de membranas e permite a retenção de

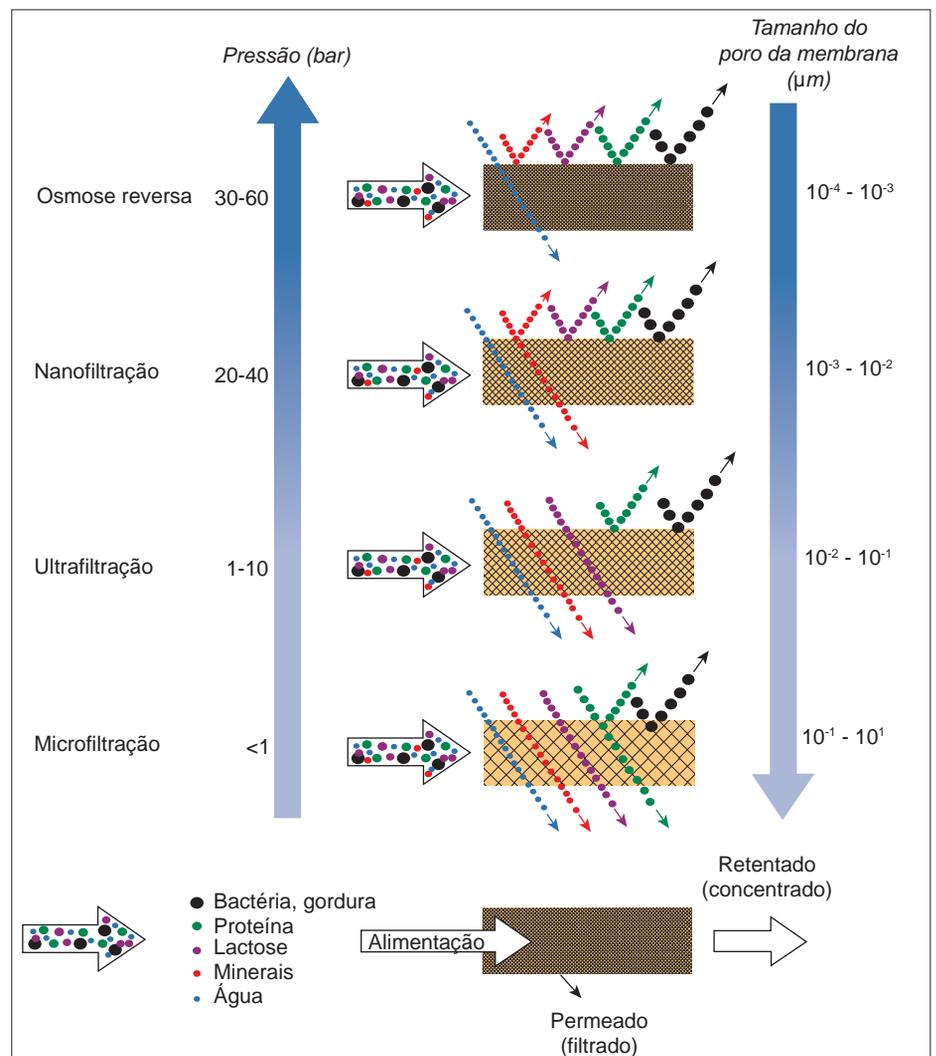


Figura 2 - Características das operações de separação por membranas
 FONTE: Bylund (1995).

partículas contidas no leite, como células somáticas, glóbulos de gordura, bactérias e micelas de caseína (CARVALHO; MAUBOIS, 2010).

Representa a microfiltração, uma tecnologia eficiente para a preservação da segurança microbiológica do leite, quando comparada ao tratamento térmico, pois realiza a remoção de bactérias e esporos. Isso aumenta a vida de prateleira, sem alterar as propriedades sensoriais e nutricionais (CARVALHO; MAUBOIS, 2010; CORREIA; MAUBOIS; CARVALHO, 2011).

Na pasteurização, as células das bactérias mortas permanecem no leite tratado com suas enzimas potencialmente ativas. Esse fato, aliado à atividade metabólica desenvolvida pela multiplicação das bactérias termodúricas remanescentes, poderá causar alteração no leite fluido durante o armazenamento, reduzindo sua vida de prateleira (CORREIA; MAUBOIS; CARVALHO, 2011).

A microfiltração também pode ser empregada como um pré-tratamento na produção de leite UHT, a fim de diminuir a intensidade do tratamento térmico, tendo como consequência menor sabor de cozido e uma capacidade de armazenamento melhorada, em função da remoção de enzimas termodúricas presentes em bactérias mortas, inclusive psicrotróficos e células somáticas (CARVALHO; MAUBOIS, 2010).

Já a ultrafiltração, processo que utiliza membranas com poros menores do que os da microfiltração, permite a permeação de lactose, sais minerais solúveis e água. Possibilita a padronização do teor de proteínas em produtos, como queijos, doces e iogurtes, minimizando as consequências de variações de proteínas do leite, em consequência do período de lactação, clima, estação do ano, alimentação animal, dentre outros (CARVALHO; MAUBOIS, 2010).

A nanofiltração retém lactose e todos os outros componentes maiores do leite, mas permite a permeação de íons monovalentes solúveis e água. Tem despontado na indústria de laticínios para diminuir a concentração de sais de salmouras e soro de queijo,

em torno de 50%, reduzindo seu potencial poluidor, ao mesmo tempo que permite seu uso como soro desmineralizado e sua potencial aplicação em diversas indústrias (CARVALHO; MAUBOIS, 2010).

Finalmente, a osmose reversa utiliza membranas não porosas e apenas permite a permeação de água. Por esse motivo, tem sido utilizada para dessalinização de água do mar com fins de potabilização. Também possui aplicações na indústria láctea.

A osmose reversa pode ser empregada com objetivo de concentração total de sólidos, levando à separação de proteínas puras e de alto valor biológico (biopeptídeos), que têm sido estudadas em todo o mundo com objetivos específicos no combate a doenças, tais como redução de colesterol, aumento da cardiovascularização e do poder imunológico (CARVALHO; MAUBOIS, 2010).

Em vários países, a presença de um equipamento de membrana em uma fábrica de laticínios é, atualmente, muito comum e importante, para o processamento do leite (CORREIA; MAUBOIS; CARVALHO, 2011).

As tecnologias de membranas proporcionaram não só avanços na qualidade dos produtos lácteos existentes e no desenvolvimento de novos produtos, mas também maior eficiência de processos e, consequentemente, maior lucratividade para as indústrias. Entretanto, ainda é necessário um trabalho conjunto entre indústrias laticinistas e pesquisadores de lácteos, para expandir as capacidades dos processos de membrana, com o intuito de melhorar a qualidade do leite e desenvolver novos derivados, de forma a que atendem às constantes necessidades dos consumidores de lácteos (CORREIA; MAUBOIS; CARVALHO, 2011).

UTILIZAÇÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO

O uso de dióxido de carbono (CO₂) tem despertado grande interesse na indústria laticinista por ser seguro, de baixo custo e de fácil aplicação. Além disso, constitui

recurso tecnológico capaz de melhorar a qualidade dos produtos lácteos e aumentar a sua competitividade e produtividade (LOSS; HOTCHKISS, 2000).

Diversos efeitos podem ser observados na tecnologia e no produto, quando se utiliza a pré-acidificação do leite com CO₂, para fabricação de queijos e outros derivados lácteos. Dentre tais efeitos, têm sido relatados a diminuição do tempo de coagulação, o aumento da firmeza da coalhada, a maior liberação de soro, a redução da dose de coalho, o melhor controle do processo e o aumento do rendimento e da vida de prateleira (LOSS; HOTCHKISS, 2000).

A incorporação de CO₂ pode ser feita na linha de alimentação do tanque de fabricação, sendo que a taxa de injeção e o tempo de contato com o leite antes da adição do coagulante devem ser calculados, quando o sistema for instalado, dependendo do pH final desejado (PAULA et al., 2012).

A adição de CO₂ ao leite reduz o pH e resulta em diminuição do tempo de coagulação. Com isso, é possível obter o mesmo tempo de coagulação com menor quantidade de coagulante.

Queijarias que utilizam o CO₂ constataram que a quantidade de coagulante pode ser reduzida pela metade sem efeitos negativos, o que representa uma vantagem do ponto de vista econômico e competitivo (PAULA, 2010).

Em estudo realizado por Paula et al. (2012), foram avaliados os efeitos da incorporação de CO₂ dissolvido no leite para a fabricação dos queijos Minas Frescal e Minas Padrão. Foram alcançados resultados interessantes, que demonstraram, dentre outros fatores, que a pré-acidificação do leite com CO₂ não afetou o perfil fermentativo da cultura láctica no queijo Minas Padrão e não alterou a composição, preferência e aceitabilidade sensorial dos queijos.

Os queijos Minas produzidos com leite pré-acidificado com injeção de CO₂ apresentaram reduções nos tempos de fabricação para ambos os queijos (Minas

Frescal e Minas Padrão). Também foi detectada menor porcentagem de perda de proteína no soro de ambos os queijos tratados com CO₂, o que indica que modificações tecnológicas, como redução do tempo de mexedura, poderiam aumentar o rendimento da fabricação de queijo.

Diversos trabalhos apresentam as propriedades e os efeitos da utilização do CO₂ no leite e em produtos lácteos. Os estudos sobre o assunto, principalmente em relação ao uso de CO₂ em tecnologia de queijos, são limitados. Observa-se que a literatura ainda pode avançar, principalmente com relação à elucidação dos benefícios da utilização de CO₂ em queijos (PAULA, 2010).

Os benefícios tecnológicos e econômicos gerados pela utilização do CO₂ podem justificar a sua aplicabilidade e alavancar as pesquisas, principalmente com relação à adaptação do processo de fabricação dos queijos, visando melhorar as variáveis de rendimento e, conseqüentemente, a produtividade. Modificações serão necessárias para dar suporte às indústrias na tomada de decisão, quanto à utilização de CO₂ no leite para a fabricação de queijo ou outros produtos lácteos (PAULA, 2010).

No Brasil, não existe legislação específica sobre o uso de CO₂ em laticínios, e o Serviço de Inspeção Federal (SIF) brasileiro, atualmente, proíbe sua adição ao leite para a fabricação de queijos e outros produtos. A única justificativa contra essa adição é que os possíveis efeitos microbiológicos mencionados na literatura poderiam gerar algum tipo de negligência com relação às boas práticas de produção do leite e de fabricação dos produtos. No entanto, os principais efeitos para os queijos são de caráter tecnológico (PAULA, 2010).

BACTERIOCINAS

O uso de novas tecnologias, como a bioconservação de alimentos, por meio do emprego de bacteriocinas, é uma alternativa para a produção de alimentos seguros para o consumo sem a aplicação do calor (OLIVEIRA; SIQUEIRA JÚNIOR; SILVA, 2012; SOBRAL et al., 2012).

Bacteriocinas são fragmentos de proteína de baixa massa molecular, produzidas por bactérias lácticas, que possuem a capacidade de inibir ou reduzir a multiplicação de algumas bactérias patogênicas (principalmente Gram-positivas) de veiculação alimentar, como *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus* e *Staphylococcus aureus* (MORENO; LE-RAYER; LEITÃO, 2008).

As bacteriocinas podem ser empregadas nos alimentos, desde que não apresentem riscos ao consumidor, sejam de amplo espectro de inibição sobre os principais patógenos de alimentos, sejam específicas sobre alguns destes. Devem ser termoestáveis e também aumentar a segurança do alimento, sem afetar sua qualidade nutricional e sensorial (NASCIMENTO; MORENO; KUYAE, 2008).

A nisina é a bacteriocina mais conhecida, aprovada para a conservação de alimentos há mais de 50 anos, em vários países. As outras bacteriocinas mais estudadas são as pediocinas e as enterocinas, principalmente por sua ação anti-*Listeria* (NASCIMENTO; MORENO; KUYAE, 2008).

A nisina, bacteriocina naturalmente produzida em produtos fermentados por cepas de *Lactococcus lactis* ssp. *Lactis*, foi descoberta em 1928 e vem sendo consumida há séculos. É utilizada em mais de 50 países, nos mais diversos alimentos (MELO; SOARES; GONÇALVES, 2005). No Brasil, seu uso é permitido em queijos, requeijão e queijos processados, com limite de 12,5 mg/kg de produto final (BRASIL, 1996). Possui baixa toxicidade e eficiência como conservante de alimentos, além de ser considerada Generally Recognized as Safe (Gras) pelo comitê do Codex Alimentarius da Food and Agriculture Organization of the United National (FAO) (MELO; SOARES; GONÇALVES, 2005).

Uma propriedade química importante da nisina é sua considerável resistência térmica, especialmente em valores de pH ácidos, suportando aquecimento de 115 °C, durante 20 minutos, com inativação inferior a 5% em pH 3,0 (ADAMS, 2003).

A nisina possui amplo espectro de ação contra a maioria das bactérias Gram-positivas, inclusive as formadoras de esporos, sendo seu principal mecanismo de ação relacionado com a formação de poros na membrana citoplasmática, por meio da interação eletrostática com os fosfolipídeos da membrana, resultando no extravasamento de material celular e conseqüente morte (ADAMS, 2003).

A utilização da nisina como conservante na fabricação de queijos Minas artesanais vem sendo amplamente estudada em diversas regiões produtoras, como Serro, Canastra e Araxá (PINTO, 2008; SOBRAL 2012; TEODORO, 2012). Nessas regiões os queijos artesanais são produzidos com a utilização de leite cru e são muito manipulados durante sua fabricação, sendo potenciais veiculadores de microrganismos patogênicos como *S. aureus* e *L. monocytogenes*. Esses estudos demonstraram que a nisina inibe determinados microrganismos patogênicos. No entanto, o potencial de inibição varia de acordo com a região onde o queijo é produzido.

Pesquisas com a aplicação de nisina e outras bacteriocinas na conservação de alimentos e produtos lácteos devem ser realizadas principalmente com efeito sinérgico com processos térmicos e não térmicos, como alta pressão, pasteurização, esterilização, campos elétricos pulsados e radiação UV.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para atender a consumidores cada vez mais exigentes quanto à qualidade dos alimentos, aliada à necessidade de melhorar a produtividade, a competitividade e de reduzir custos de produção, as indústrias têm buscado tecnologias alternativas de processamento. Essas tecnologias devem ser eficientes na eliminação de microrganismos e na inativação de enzimas. Também devem minimizar as perdas de sabor, cor, textura, nutrientes e componentes termolábeis dos alimentos.

Pesquisadores de todo o mundo têm-se voltado para estudos de novas tecnologias

como substitutas ou coadjuvantes dos tradicionais tratamentos térmicos. Com isso, pretendem encontrar tecnologias que permitam a obtenção de alimentos com sabores o mais próximo possível das matérias-primas, mais ricos nutricionalmente e com menor uso de conservantes e outros aditivos químicos, sem, contudo, abrir mão do conforto, da praticidade, da segurança, da satisfação e do sabor.

Entretanto, em que pesem os diversos trabalhos na área, ainda hoje, muito se discute sobre as vantagens e desvantagens da aplicação dessas tecnologias em leite e derivados. Seja pelo uso de altas doses para equivalência aos tratamentos térmicos, seja pelos tempos de tratamento, seja por outros entraves, como escala de processamento e possíveis falhas em processos.

Por esse motivo, as tecnologias alternativas devem ser cada vez mais estudadas, para, futuramente, substituírem ou atuarem em sinergia com os tratamentos térmicos disponíveis, otimizando suas vantagens e reduzindo suas desvantagens, para obter maior variedade de alimentos, mais seguros, saudáveis, naturais e com maior prazo de validade para os consumidores finais.

Além disso, espera-se, com o avanço das pesquisas, que seja possível oferecer subsídios para mudanças na legislação brasileira, de forma que permita e regulamente o uso dessas novas tecnologias.

REFERÊNCIAS

ADAMS, M. Nisin in multifactorial food preservation. In: ROLLER, S. (Ed.). **Natural antimicrobials for the minimal processing of foods**. Cambridge: Woodhead, 2003. cap.2, p.11-32.

BENDICHO, S.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; MARTÍN, O. Milk processing by high intensity pulsed electric fields. **Trends in Food Science & Technology**, v.13, n.6/7, p.195-204, June/July 2002.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 dez. 2011. Seção 1.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 7 jul. 1952. Seção I, p.10785.

BYLUND, G. **Dairy processing handbook**. Lund, Suécia: Tetra Pak Processing Systems, 1995. 436p.

CARVALHO, A.F.; MAUBOIS, J.L. Applications of membrane technologies in the dairy industry. In: COIMBRA, J.S.R.; TEIXEIRA, J.A. (Ed.). **Engineering aspects of milk and dairy products**. Boca Raton: CRC, 2010. p.33-54.

CASTRO, I. de. Aquecimento ôhmico: novas tecnologias de processamento alimentar. **Segurança e Qualidade Alimentar**, Lisboa, n.4, p.38-39, maio 2008.

CHO, H.Y.; YOUSEF, A.E.; SASTRY, S.K. Growth kinetics of *Lactobacillus acidophilus* under ohmic heating. **Biotechnology and Bioengineer**, v.49, n.3, p.334-340, Feb. 1996.

COIMBRA, J.C.R.; TEIXEIRA, J.A. (Ed.). **Engineering aspects of milk and dairy products**. New York: CRC, 2010. 265p.

CORREIA, L.F.M.; MAUBOIS, J.L. CARVALHO, A.F. Aplicações de tecnologias de membranas na indústria de laticínios. **Revista Indústria de Laticínios**, v.15, p.74-78, 2011.

DEVLEIGHIERE, F.; VERMEIREN, L.; DEBEVERE, J. New preservation technologies: possibilities and limitations. **International Dairy Journal**, v.14, n.4, p.273-285, Apr. 2004.

FRYER, P. Electrical resistance heating of foods. In: Gould, G.W. (Ed.). **New methods of food preservation**. Glasgow: Blackie

Academic & Professional, 1995. cap. 10, p.205-235.

JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 712p.

KNIRSCH, M.C. **Construção de sistema de aquecimento ôhmico e verificação comparativa do comportamento da proteína verde fluorescente e da bacteriocina nisina quando sob aquecimento convencional e ôhmico**. 2010. 68f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010

KOUTCHMA, T.N.; FORNEY, L.J.; MORARU, C.I. **Ultraviolet light in food technology: principles and applications**. Boca Raton: CRC, 2009. 278p. (Contemporary Food Engineering, 8).

LOSS, C.R.; HOTCHKISS, J.H. The use of dissolved carbon dioxide to extend the shelf-life of dairy products. In: SMIT, G. (Ed.). **Dairy processing: improving quality**. Cambridge: Woodhead, 2000. v.1, p.391-416.

MATAK, K.E. et al. Effects of ultraviolet irradiation on chemical and sensory properties of goat milk. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.7, p.3178-3186, July 2007.

MELO, N.R. de; SOARES, N. de F.F.; GONÇALVES, M.P.J.C. Nisina: um conservante natural para alimentos. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.52, n.304, p.921-938, 2005.

MORAIS, A.C.N. de; FERREIRA, E.H. da R.; ROSENTHAL, A. Aplicação de alta pressão isostática na produção de derivados lácteos: uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.69, n.5, p.357-374, 2014.

MORENO, I.; LERAYER, A.L.S.; LEITÃO, M.F. de F. **Bacteriocinas de bactérias lácticas: utilização em laticínios e fatores que afetam a sua eficiência**. [S.l.]: Infobios, 2008. Disponível em: <HTTP://www.infobios.com/Artigos/2008_3/bacteriocinas/index.htm>. Acesso em: 5 jan. 2015.

NASCIMENTO, M. da S. do; MORENO, I.; KUYAE, A.Y. Bacteriocinas em alimentos: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.11, n.2, p.120-127, abr./jun. 2008.

OLIVEIRA, C.P. de; SIQUEIRA JÚNIOR, J.P. de; SILVA, J.A. da. Bacteriocinas como alternativa na conservação de alimentos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.7, n.1, p.9-15, jan./mar. 2012.

OLIVEIRA, P.H.B. de. **Efeitos do tratamento do leite por radiação ultravioleta (UV) em comparação à pasteurização.** 2012. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

OLIVEIRA, P.H.B. de et al. **Atualidades e perspectivas em ciência e tecnologia do leite.** Juiz de Fora: Templo, 2009. 134p.

OLIVEIRA, P.R. de; OLIVEIRA, A.C. de; OLIVEIRA F.C. de. A radiação ultravioleta e as lentes fotocromicas. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, São Paulo, v.64, n.2, p.163-165, mar./abr. 2001.

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

PAULA, J.C.J. de et al. O dióxido de carbono (CO₂) e seus efeitos tecnológicos no leite e em produtos lácteos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.67, n.384, p.11-21, 2012.

PEREIRA, R.N.; VICENTE, A.A.; TEIXEIRA, J.A. Effects of ohmic heating on denaturation of whey proteins solutions: influence on whey-derived products. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ENGINEERING AND FOOD – ICEF, 11., 2011, Atenas, Grécia. **Food Process Engineering in a Changing World.** [Atenas: International Association for Engineering and Food, 2011]. Disponível em: <<http://www.icef11.org/content/papers/nfp/NFP1014.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2015.

PINTO, M.S. **Efeito da microbiota endógena e da nisina sobre *Listeria sp.* e *Staphylococcus aureus* em queijo Minas artesanal do Serro.** 2008. 71f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

SILVA, P.H.F. da. **Leite UHT: fatores determinantes para sedimentação e gelificação.** Juiz de Fora: Templo, 2004. v.1, 124p.

SMIT, G. (Ed.). **Dairy processing: improving quality.** Cambridge: Woodhead, 2000. 536p.

SOBRAL, D. **Efeito da nisina na contagem de *Staphylococcus aureus* e nas caracte-**

ísticas do queijo Minas artesanal da região de Araxá. 2012. 100f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

SUDA, J.Y. et al. Desenvolvimento de leite de vida-de-prateleira estendido pelo uso de tecnologia de microfiltração. **Indústria de Laticínios**, v.16, n.92, p.139-143, set./out. 2011.

TEIXEIRA, L.J.Q. **Aplicação de campos elétricos pulsados de alta intensidade no processamento de suco de cenoura.** 2008. 149f. Tese (Doutorado em Ciência em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TEODORO, V.A.M. **Efeito da nisina na multiplicação de *Staphylococcus aureus* e nas características físico-químicas, reológicas e microbiológicas do queijo Minas artesanal da região da Serra da Canastra - MG.** 2012. 122f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

Uva para elaboração de vinho comum e suco de uva Bordô - EPAMIG clone 13 'Paco'

EPAMIG clone 13 'Paco' pode ser cultivado no Brasil, em todas as regiões vitícolas do Sudeste e Sul. Pode ser conduzido tanto em espaldeira como em latada. Possui fertilidade elevada e aceita poda curta com duas gemas.

Material vegetativo para propagação e mudas enxertadas do EPAMIG clone 13 'Paco' poderão ser obtidos diretamente no Núcleo Tecnológico EPAMIG Uva e Vinho.

Núcleo Tecnológico EPAMIG Uva e Vinho
Avenida Santa Cruz, 500 - Caixa Postal 33
Telefone: (35) 3735-1101
e-mail: epamig@epamigcaldas.gov.br



EPAMIG-ILCT: potencialidades e perspectivas

*Junio César Jacinto de Paula¹, Vanessa Aglaê Martins Teodoro²,
Denise Sobral³, Renata Golin Bueno Costa⁴*

Resumo - O Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), da EPAMIG, é uma instituição-modelo, de 80 anos de tradição, que possui um forte renome na área de leite e derivados. Essa tradição constitui um fator de grande importância para a realização de parcerias público-privadas. O curso técnico ali ministrado é uma vitrine de transferência e difusão de tecnologias e conhecimentos na área de laticínios. O grande potencial para o desenvolvimento de futuros projetos de pesquisa e parcerias encontra-se em sua estrutura física recentemente reformada e equipada, bem como em seus profissionais especializados.

Palavras-chave: EPAMIG-ILCT. Pesquisa. Ensino. Extensão rural. Laticínio.

INTRODUÇÃO

O Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT) (Fig. 1), em Juiz de Fora, pertence à EPAMIG e contribui, desde 1935, para o crescimento do agronegócio do leite no País.

Em 2015, comemoram-se 80 anos de atuação do ILCT no desenvolvimento de toda a cadeia de lácteos no Brasil. O Instituto atua na difusão e na inovação de tecnologias, na capacitação de profissionais e na formação de técnicos e de mestres para os mercados nacional e internacional.

O Centro de Ensino e Pesquisa (CEPE), da EPAMIG-ILCT, é modelo de excelência, reconhecido pela comunidade científica brasileira como polo para o desenvolvimento do setor de laticínios no Brasil e para formação de mão de obra capacitada para atuar em todos os processos da cadeia de lácteos. A equipe, composta por doutores e mestres, realiza pesquisas nas mais diversas áreas da cadeia de lácteos, tanto de projetos aprovados por órgãos de fomento, quanto daqueles frutos de parcerias com a iniciativa privada. Além disso, contribui para a formação de técnicos do Curso Técnico em Leite

e Derivados, e do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados – parceria EPAMIG/Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Os pesquisadores do ILCT integram o Programa Estadual de Pesquisa (PEP) Processamento de Leite e Derivados, da EPAMIG, que tem como objetivo coorde-

nar, no âmbito estadual, ações na geração e/ou adaptação de conhecimentos científicos e tecnológicos, inovações e difusão de tecnologias, buscando soluções para o fortalecimento e desenvolvimento da cadeia de lácteos do estado de Minas Gerais, além de identificar as necessidades atuais e oportunidades potenciais na produção e no processamento do leite e seus derivados.



Figura 1 - Prédio principal da EPAMIG-ILCT

Arquivo EPAMIG-ILCT

¹Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Juiz de Fora, junio@epamig.br

²Médica-veterinária, D.Sc., Pesq./Prof^ª EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Juiz de Fora, MG, vanessa.teodoro@epamig.br

³Eng^ª Alimentos, D.Sc., Pesq./Prof^ª EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Juiz de Fora, MG, denisesobral@epamig.br

⁴Eng^ª Alimentos, D.Sc., Pesq./Prof^ª EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Juiz de Fora, MG, renata.costa@epamig.br

ESTRUTURA E CAPACIDADE TÉCNICA

A estrutura da EPAMIG-ILCT permite o desenvolvimento de novos produtos, treinamentos específicos para demandas individualizadas das empresas e execução de projetos, que geram e adaptam novas tecnologias para a melhoria da qualidade dos produtos que chegam ao mercado consumidor.

Os laboratórios da EPAMIG-ILCT dispõem de instalações e equipamentos para realização de análises laboratoriais condizentes com as necessidades dos projetos de pesquisa lá desenvolvidos e/ou propostos.

O Setor Industrial (Fig. 2), o Laboratório Tecnológico (Fig. 3), o Laboratório de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (Fig. 4) e outros laboratórios de pesquisa do ILCT permitem a execução de experimentos, o desenvolvimento de novos produtos, treinamentos específicos para demandas individualizadas das empresas da iniciativa privada e execução de projetos que geram e adaptam novas tecnologias para a melhoria da qualidade dos produtos que chegam ao mercado consumidor.

Os laboratórios da EPAMIG-ILCT contam com estruturas para análises microbiológicas, físico-químicas, microscópicas,

de textura e sensoriais de leite e derivados, bem como estruturas adequadas para fabricações de derivados lácteos, como leite concentrado, leite em pó, doce de leite, manteiga, queijos e sorvete.

Possui equipamentos específicos para determinados fins, como: máquina para filagem de muçarela, pasteurizador a placas, desnatadeiras, homogeneizadores, *spray dryer*, equipamentos de ultrafiltração e nanofiltração e máquina Geiger para queijos processados e requeijões (Fig. 5), além de câmaras de salga, estocagem e maturação de queijos com temperatura controlada.



Junio César Jacinto de Paula

Figura 2 - Área de beneficiamento do Setor Industrial da EPAMIG-ILCT



Junio César Jacinto de Paula

Figura 3 - Laboratório Tecnológico da EPAMIG-ILCT



Junio César Jacinto de Paula

Figura 4 - Laboratório de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da EPAMIG-ILCT



Fotos: Junio César Jacinto de Paula

Figura 5 - Equipamentos do laboratório de pesquisa da EPAMIG-ILCT
NOTA: A - Máquina Geiger; B - Equipamento para análise de textura.

Todo o Setor Industrial passou recentemente por uma reforma, e apresenta uma estrutura adequada e equipada para o ensino, a pesquisa e a retomada da produção comercial.

A planta foi dividida em áreas de ensino e de pesquisa que, embora separadas fisicamente, compartilham de áreas em comum com a fábrica (Fig. 6).

Em parceria com o ILCT, projetos e treinamentos podem ser desenvolvidos na Fazenda Experimental Risoleta Neves (FERN), em São João del-Rei, MG e na Fazenda Experimental de Acauã (FEAC), da EPAMIG, no município de Leme do Prado, no Vale do Jequitinhonha, MG. Essas Fazendas Experimentais também possuem

unidades-piloto e industriais adequadas para o processamento de produtos lácteos. Também dispõem de toda a infraestrutura de fábricas-modelo e de condições para a execução de experimentos nessas regiões consideradas estratégicas.

Uma das grandes potencialidades do ILCT e do PEP Processamento de Leite e Derivados são as parcerias público-privadas para a elaboração e a execução de projetos, bem como treinamento de pessoal de órgãos de extensão, como Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG), e fiscalizadores, como Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), profissionais inseridos no

mercado de trabalho (laticínios), que carecem de treinamento, e consultorias para os mais diversos setores da cadeia produtiva do leite.

PROGRAMA ESTADUAL DE PESQUISA PROCESSAMENTO DE LEITE E DERIVADOS

A EPAMIG, no ano de 2014, reestruturou seus PEPs. A Empresa conta, hoje, com nove PEPs:

- a) Agroecologia e Produção Orgânica;
- b) Cafeicultura;
- c) Floricultura;
- d) Fruticultura;
- e) Grandes Culturas;

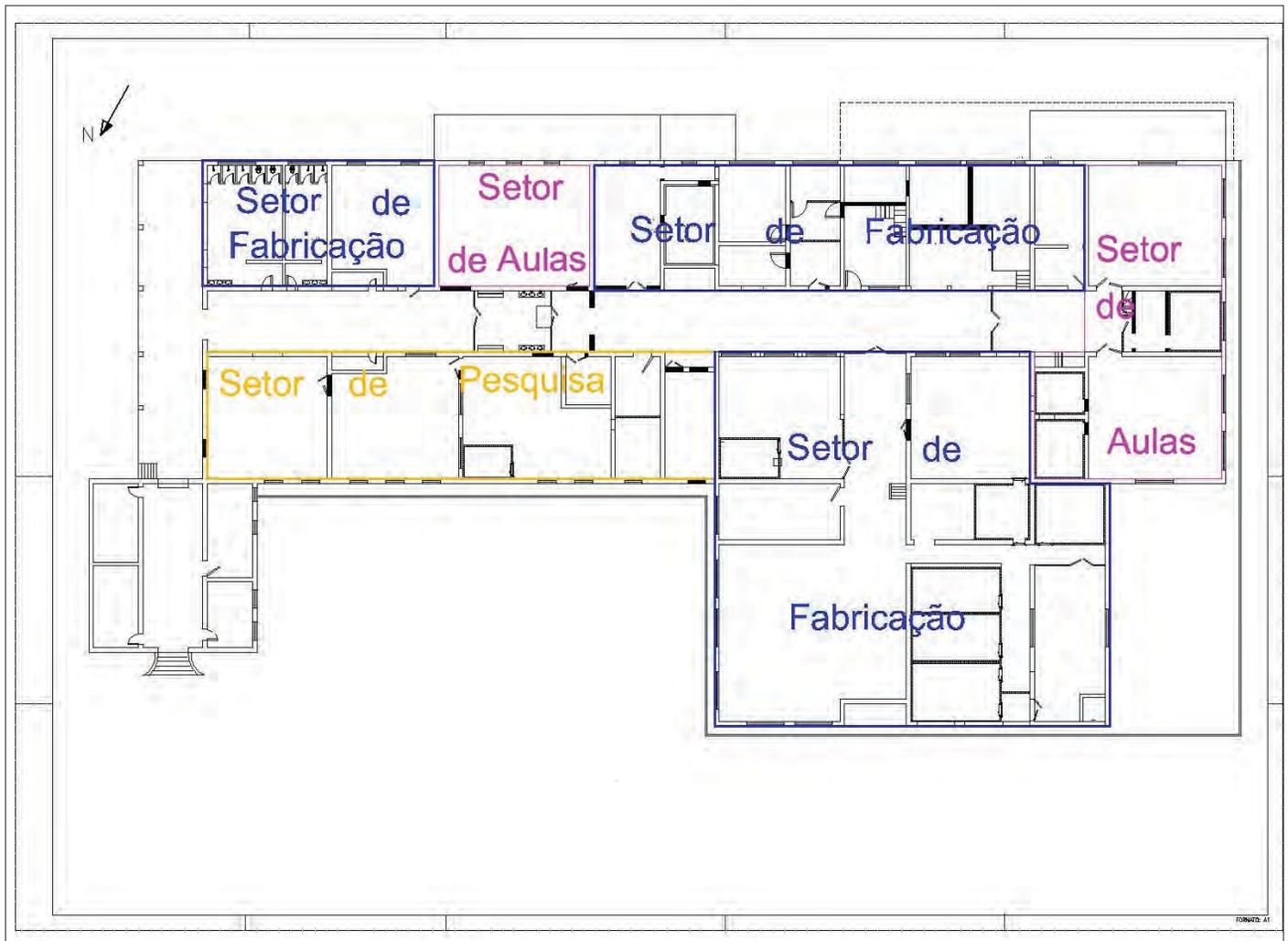


Figura 6 - Planta do Setor Industrial da EPAMIG-ILCT

NOTA: Em rosa, as áreas comuns do ensino. Em amarelo, as áreas comuns do setor de pesquisa. Em azul, as áreas comuns da fábrica.
Elaboração: Pedro Henrique Baptista de Oliveira

- f) Olericultura;
- g) Produção Animal;
- h) Processamento de Leite e Derivados;
- i) Silvicultura e Meio Ambiente.

Linhas de pesquisas prioritárias

O PEP Processamento de Leite e Derivados está distribuído, atualmente, em 13 linhas de pesquisas, atualizadas periodicamente, dependendo das necessidades do Estado e do setor. São estas:

- a) Físico-química de leite e derivados;
- b) Microbiologia de leite e derivados;
- c) Avaliação sensorial de leite e derivados;
- d) Qualidade do leite para processamento;
- e) Tecnologia de leite de consumo;
- f) Legislação e segurança de alimentos aplicadas a leite e derivados;

- g) Tecnologia de queijos industriais e artesanais;
- h) Tecnologia de leites fermentados e bebidas lácteas;
- i) Tecnologia de produtos lácteos concentrados e desidratados;
- j) Projetos e engenharia de laticínios;
- k) Aspectos ambientais na cadeia de leite e derivados;
- l) Tecnologia, processos e inovações em leite e derivados;
- m) Higienização na cadeia de lácteos.

Pesquisadores do Programa Estadual de Pesquisa Processamento de Leite e Derivados

No Quadro 1, estão apresentados o coordenador e os pesquisadores participantes do PEP Processamento de Leite e Derivados, suas unidades de lotação e seus contatos.

Potencialidades do Programa Estadual de Pesquisa Processamento de Leite e Derivados

Atualmente, o PEP Processamento de Leite e Derivados possui 18 pesquisadores, sendo nove Doutores e nove Mestres. Todos têm capacitação e formação na própria instituição e em outras universidades, em diferentes áreas do conhecimento sobre tecnologia de leite e derivados. Desses, 72% estão lotados no ILCT, em Juiz de Fora, MG.

A maior parte dos pesquisadores, além de realizar pesquisas, também ministra, periodicamente, 19 cursos teóricos e práticos, aulas teóricas e práticas no Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Leite e derivados (parceria EPAMIG/UFJF/Embrapa) e colaboram para a manutenção do curso técnico mais tradicional do País. São responsáveis pela coordenação de vários eventos técnicos e científicos internos e externos, reconhecidos nacional e inter-

QUADRO 1 - Pesquisadores da EPAMIG que compõem o Programa Estadual de Pesquisa Processamento de Leite e Derivados

Pesquisadores	Unidade da EPAMIG	Contato
Junio César Jacinto de Paula (Coordenador do Programa)	ILCT	junio@epamig.br programapld@epamig.br
Adauto de Matos Lemos	ILCT	adautolemos@epamig.br
Claudéty Barbosa Saraiva	ILCT	claudety@epamig.br
Denise Sobral	ILCT	denisesobral@epamig.br
Elisângela Michele Miguel	ILCT	elisangelamichele@epamig.br
Fernando Antônio Resplande Magalhães	ILCT	fernando.magalhaes@epamig.br
Gisela de Magalhães Machado Moreira	ILCT	giselammachado@epamig.br
Isis Toledo Renhe	ILCT	isis@epamig.br
Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior	ILCT	luizcarlos@epamig.br
Pedro Henrique Baptista de Oliveira	ILCT	pedrohenrique@epamig.br
Paulo Henrique Costa Paiva	ILCT	paulohcp@epamig.br
Renata Golin Bueno Costa	ILCT	renata.costa@epamig.br
Vanessa Aglaê Martins Teodoro	ILCT	vanessa.teodoro@epamig.br
Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto	Zona da Mata	claudia.epamig@gmail.com
Cristiane Viana Guimarães	SEDE	cv.guimaraes@epamig.br
Daniel Arantes Pereira	FERN	daniel.arantes@epamig.br
Jaqueline Flaviana de Sá	SEDE	jaquelinesa@epamig.br
Djalma Ferreira Pelegrini	SEDE	djalma@epamig.br

NOTA: FERN - Fazenda Experimental Risoleta Neves.

nacionalmente, dentre estes o Congresso Nacional de Laticínios.

Um dos objetivos deste PEP é aumentar a interação entre as instituições e os setores que compõem a cadeia produtiva, para avançar na conquista dos objetivos da pesquisa.

O Programa precisa ter representação no âmbito estadual, com ações na geração e adaptação de conhecimentos científicos e tecnológicos, inovações e difusão de tecnologias, buscando soluções para a cadeia de lácteos do estado de Minas Gerais, além de prospectar e atender aos editais induzidos para leite e derivados.

No Brasil, existem poucas instituições voltadas exclusivamente à pesquisa aplicada na área de leite e derivados. O renome institucional do ILCT e a presença de ex-alunos na iniciativa privada possibilitam a criação de grande demanda espontânea para a realização de parcerias com outras instituições públicas e privadas.

A localização do ILCT em uma região favorável, com outras instituições de pesquisa e universidades, facilita a realização de parcerias e a utilização da infraestrutura de pesquisa dessas instituições. Aliada a isso, a falta de um setor de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) nos laticínios e nas empresas de ingredientes possibilita o atendimento dessas demandas pelo PEP Processamento de Leite e Derivados.

A Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (Revista do ILCT), único periódico específico indexado para leite e derivados no Brasil, vem auxiliando as indústrias e os pesquisadores a difundirem e a ampliarem o conhecimento sobre leite e derivados, desde 1946.

PERSPECTIVAS FUTURAS PARA A PESQUISA NA EPAMIG-ILCT

A estrutura do Setor Industrial da EPAMIG-ILCT encontra-se reformada e equipada para o ensino e a pesquisa.

Os laboratórios têm condição de atender a diversas demandas do setor laticinista para testes de insumos, desenvolvimento de produtos e processos.

A rede de contatos entre o ILCT e instituições públicas e privadas tem-se fortalecido nos últimos anos. As parcerias público-privadas, que geram recursos externos para fomento à pesquisa e contribuem para o curso técnico, foram retomadas e têm aumentado a cada ano.

Há que se considerar o cenário atual da indústria para responder às demandas e às necessidades dos consumidores. Esse contexto tem como objetivo executar projetos futuros nas áreas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), sempre atendendo às crescentes necessidades dos consumidores por produtos que apresentem sensorialidade e prazer, saudabilidade e bem-estar, conveniência e praticidade, confiabilidade e qualidade, tudo sem perder de vista a sustentabilidade da cadeia.

Dentre as linhas que serão priorizadas, estão:

- a) caracterização de produtos lácteos para garantia de origem;
- b) isolamento, seleção e aplicação de culturas endógenas;
- c) microestrutura de produtos lácteos;
- d) secagem de leite e derivados;
- e) tecnologia de membranas para leite e derivados;
- f) novas tecnologias não térmicas para leite e derivados;
- g) novos produtos lácteos.

A área de queijos sempre foi um ponto forte do ILCT. O estudo de caracterização de queijos brasileiros é essencial para a garantia da identidade dos produtos do Instituto, a exemplo do que acontece em outros países, como a França. Por meio de parcerias, têm-se como objetivos criar condições de estudo, inclusive da microbiota típica desses queijos, visando à garantia de manutenção futura de suas características.

O conhecimento da microestrutura do produto é uma das melhores formas de avaliar alterações oriundas do processamento, bem como a aplicação e otimização do uso de ingredientes.

No Brasil, as pesquisas nessa área ainda são incipientes e importantes pela especifi-

cidade do mercado nacional. A criação de condições para que essa área se fortaleça no ILCT permitirá que o Instituto continue sendo pioneiro no desenvolvimento de tecnologias, além de possibilitar novas áreas de estudo no Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do leite.

A indústria de secagem no Brasil ainda carece de informações, para se tornar competitiva internacionalmente. São necessários estudos específicos para as condições brasileiras, como a questão da secagem de soro, que depende do tipo de queijo fabricado. Isso demonstra que a tecnologia não pode ser simplesmente importada, pois o Brasil tem suas próprias tecnologias de fabricação e tipos de queijos.

A EPAMIG-ILCT dispõe de um equipamento de *spray dryer* em escala piloto, um dos poucos exemplares do Brasil em funcionamento. Suas características permitem que testes de bancada atinjam uma resposta bem mais próxima da realidade dos grandes equipamentos, por causa de suas características.

A obtenção de constituintes do leite é uma área em ampla expansão como exemplo, cita-se o fracionamento do leite e do soro para obter ingredientes e/ou constituintes isolados, a fim de atender às indústrias de ingredientes, alimentos funcionais e, até mesmo, farmacêuticas. O uso de sistemas de membranas tem sido incorporado a vários processos para a otimização da aquisição desses novos derivados lácteos. O ILCT conta com dois equipamentos de ultrafiltração e nanofiltração que executam essas tarefas (Fig. 7).

PRINCIPAIS TECNOLOGIAS GERADAS E TRANSFERIDAS PELA EPAMIG-ILCT NOS ÚLTIMOS ANOS

Em harmonia com o modelo das pesquisas aplicadas realizadas pela EPAMIG, o ILCT gera tecnologias adaptando-as às condições atuais do Estado, tanto na agroindústria familiar, como na de pequenos, médios e grandes laticínios do Brasil e do mundo.



Figura 7 - Equipamento de separação por membrana

NOTA: A - Ultrafiltração, B - Nanofiltração.

Diversos projetos realizados com queijos artesanais mineiros são de grande importância cultural e socioeconômica para a população, como forma de garantir a segurança alimentar do consumidor e a maior agregação de valor ao produto.

Esses produtos são fabricados de diferentes formas, segundo a tradição de cada região do Estado, como a de Araxá, da Serra da Canastra, da Serra do Salitre, do Cerrado, do Serro, do Campo das Vertentes e do Triângulo Mineiro. A inclusão do reconhecimento e a legalização de outras regiões têm-se dado com a participação dos conhecimentos discutidos e propagados pelo ILCT.

Diversas linhas foram estudadas para os queijos artesanais, como o tratamento da casca de queijos artesanais com resina, como forma de proteção e valorização da aparência dos queijos (Fig. 8); a padronização da tecnologia de produção de queijo artesanal; o efeito da maturação na qualidade do queijo, visando à sua conformidade à Lei Estadual, todos na Serra da Canastra.

Outro trabalho avaliou o efeito antagônico da microbiota endógena do queijo Minas artesanal do Serro, MG, sobre *Listeria* sp. e *Salmonella* sp., além da aplicabilidade da utilização da nisina. O efeito desta também foi testado sobre a contagem de *Staphylococcus aureus*, de microrganismos indicadores e deterioradores e nas características do queijo Minas artesanal na



Figura 8 - Queijos artesanais mineiros da Serra da Canastra, ambos com 15 dias de maturação, no verão

NOTA: A - Sem aplicação de resina; B - Com aplicação da resina.

Fotos: Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior

região de Araxá, do Cerrado e da Serra da Canastra. Ambos os estudos tiveram como objetivo, dentre outros, avaliar a aplicabilidade da utilização da nisina como forma de melhorar a segurança alimentar desses queijos artesanais (Fig. 9).

Também foram realizados trabalhos de orientação de boas práticas, otimização da produção, orientações sobre higienização, tratamento da água, bem como na área de gestão ambiental e de utilização de aquecedores solares, para procedimentos de higienização nas queijarias.

Ainda na área de queijos, industriais, foram realizados estudos com aplicação

de corante luteína em queijo Prato. O objetivo com este trabalho foi desenvolver uma tecnologia de fabricação de queijo Prato com aplicação de corantes bioativos. A luteína foi utilizada no interior do queijo, substituindo o corante urucum, e a betalaína foi empregada na casca, em substituição ao corante carmim de cochonilha (Fig. 10).

Com a finalidade de aproveitar o soro de leite, foi produzida uma bebida láctea acidificada, pasteurizada, aromatizada e enriquecida com luteína. Esse produto novo é altamente competitivo e nutricionalmente superior aos refrescos

e refrigerantes vendidos nas escolas brasileiras. A bebida láctea desenvolvida foi estável por 90 dias, quando armazenada na temperatura ambiente ou sob refrigeração, sendo que a luteína adicionada conferiu considerável atividade antioxidante. Em 2010 foi depositado pedido de proteção de propriedade intelectual dessa bebida no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Inpi). Essa bebida permite que as proteínas do leite mantenham-se solúveis em pH baixo, o que pode proporcionar um prazo de validade estendido, seja em temperatura ambiente, seja em refrigeração (Fig. 11).



Figura 9 - Fabricação de queijo artesanal mineiro com emprego de nisina
NOTA: A - Enformagem; B - Salga.



Figura 10 - Fabricação de queijo Prato com aplicação de corantes bioativos
NOTA: A - Corte da massa na fabricação de queijo Prato com luteína; B - Queijo Prato com luteína após a prensagem.

Outro trabalho que gerou pedido de proteção de propriedade intelectual junto ao Inpi foi realizado por meio da aplicação de radiação ultravioleta para tratamento do leite, em comparação à pasteurização. O pedido foi realizado pela EPAMIG, juntamente com a empresa Tecnopure/Montex, fabricante do equipamento, com o título de: “Processo de tratamento antimicrobiano de líquidos turvos para consumo humano através da utilização da radiação ultravioleta”.

Foi realizada a adaptação de tecnologia de fabricação de queijo de Coalho e de manteiga de garrafa às condições da agroindústria familiar na região de Leme do Prado, no Vale do Jequitinhonha, MG. Foi implementada uma unidade-modelo de fabricação, para oferecer condições de disponibilização dessas tecnologias de produção de queijo de qualidade na região para os produtores rurais. Também foram realizados treinamentos desses produtores (Fig. 12).

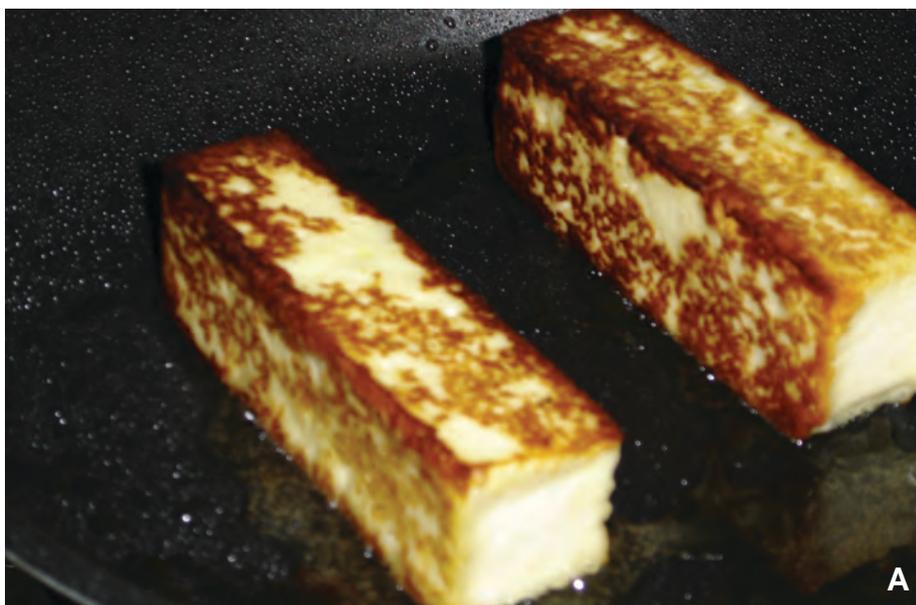
Para aproveitamento do soro do queijo de Coalho, também na região de Leme do Prado, foi realizado um trabalho de adaptação de tecnologia, treinamento e capacitação de pequenos produtores, para a elaboração de bebidas lácteas fermentada e não fermentada. As tecnologias geradas foram repassadas por meio da realização de seis cursos práticos, nos quais foram treinadas 100 pessoas, dentre estas técnicos da Emater-MG, funcionários da unidade demonstrativa de fabricação e produtores, potenciais multiplicadores desse trabalho (Fig. 13).

Em projeto de pesquisa sobre o efeito do uso de dióxido de carbono (CO₂) dissolvido no leite, na fabricação de queijos Minas Frescal e Minas Padrão, os queijos Minas produzidos com leite pré-acidificado com injeção de CO₂, apresentaram reduções nos tempos de fabricação. Também foi detectada menor porcentagem de perda de proteína no soro de ambos os queijos tratados com injeção de CO₂, o que indica que modificações na tecnologia poderiam aumentar o rendimento da fabricação, gerando vantagens econômicas para a indústria (Fig. 14).



Figura 11 - Bebida láctea acidificada, aromatizada, enriquecida com luteína (sabor laranja)

Junio César Jacinto de Paula



A



B

Figura 12 - Treinamento para a produção de queijo de Coalho
 NOTA: A - Queijo de Coalho obtido experimentalmente, com leite pasteurizado; B - Treinamento de produtores na unidade-modelo.

Fotos: Junio César Jacinto de Paula



Figura 13 - Fabricação de bebida láctea

NOTA: A - Processo de fabricação da bebida láctea à base de soro de queijo de Coalho; B - Bebidas lácteas envasadas.



Figura 14 - Fabricação de queijo Prato

NOTA: A - Processo de fabricação do queijo Prato com e sem adição de CO_2 ao leite; B - Queijo Prato fabricado com adição de CO_2 .

Além de projetos que envolvem diretamente a tecnologia de produtos lácteos, a EPAMIG-ILCT também atua junto ao produtor de leite. Foram desenvolvidos três projetos relevantes nessa área. O primeiro teve por objetivo avaliar a contaminação em tanques comunitários, como subsídio para a elaboração de ferramentas de gestão e melhoria da qualidade do leite, na cidade de Lima Duarte, MG. Foram realizadas pesquisas de patógenos no leite, na água, na mãos, nos tetos e nas superfícies de equipamentos, acessórios e utensílios utilizados na produção do leite, a fim de identificar possíveis pontos críticos para a contaminação do leite. Os resultados foram utilizados

para orientar a aplicação das Boas Práticas Agropecuárias (Fig. 15).

Outros dois projetos realizados na região de Campo das Vertentes, MG, feitos com uma interface entre pesquisa e extensão, tiveram por objetivo identificar pontos críticos na produção de leite com avaliação deste, da água, das superfícies dos tetos, de baldes e latões, teteiras e tanques de expansão, além das mãos dos ordenhadores (Fig. 16). Foram realizadas pesquisas de patógenos, indicadores e deterioradores antes e após o treinamento dos produtores de leite e de extensionistas da Emater-MG. Ao final dos projetos, foram realizados Dias de Campos e distribuídas cartilhas educativas.

Inúmeros trabalhos têm sido realizados nos últimos anos pela EPAMIG-ILCT, como a caracterização de leites condensados produzidos no Brasil, de queijos Minas Padrão, além do perfil de proteólise, bem como o monitoramento da qualidade na cadeia logística do queijo Reino em Minas Gerais.

Também foram estudadas a aplicação de espessantes em doce de leite; a obtenção de Petit Suisse com baixo teor de lactose e reduzido teor de açúcares, e a utilização de parâmetros de processamento para a obtenção de concentrado proteico de soro em pó (WPC) em escala semi-industrial.

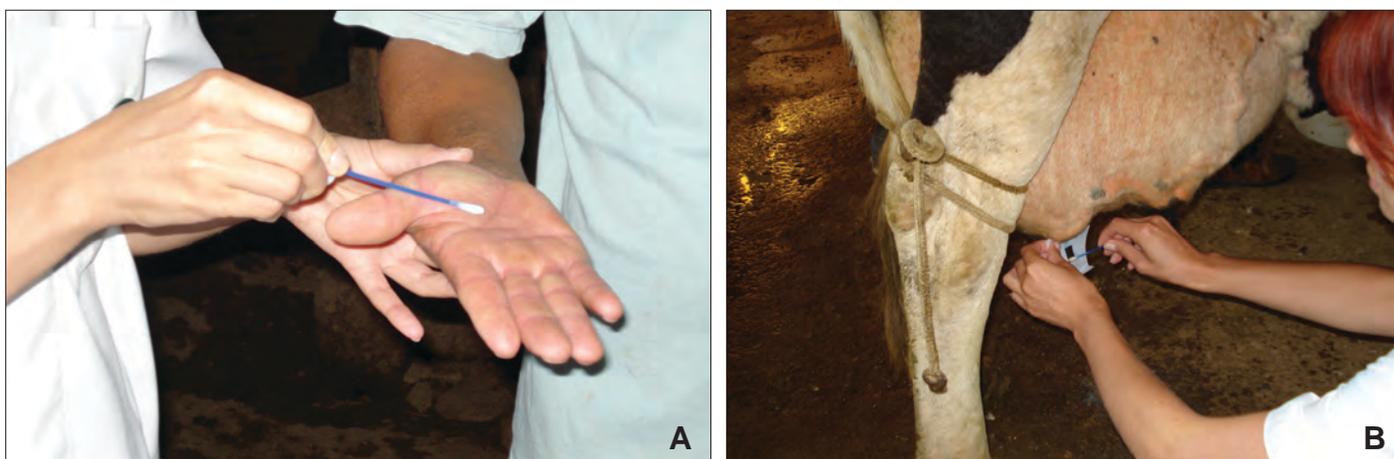
Foram desenvolvidas e validadas metodologias para a garantia da qualidade e da segurança de produtos lácteos, e, ainda,



Fotos: Vanessa Aglaê Martins Teodoro

Figura 15 - Coleta de amostras em superfícies de equipamentos

NOTA: A - Coleta de amostras da superfície do agitador do tanque de expansão para análises microbiológicas; B - Coleta de amostras da superfície do tanque de expansão para análise de ATP-Bioluminescência.



Fotos: Vanessa Aglaê Martins Teodoro

Figura 16 - Coleta de amostras na sala de ordenha

NOTA: A - Coleta de amostra, por meio de swab, da mão de ordenhador; B - Coleta de amostra dos tetos dos animais.

estudados os seus aspectos nutricionais e sensoriais, bem como avaliados os efeitos das enzimas proteolíticas e lipolíticas sobre a vida de prateleira do leite microfiltrado e o efeito da aplicação da enzima transglutaminase nas propriedades de bebidas lácteas, dentre muitos outros.

CURSO TÉCNICO EM LEITE E DERIVADOS

O Curso Técnico em Leite e Derivados foi o primeiro curso profissionalizante da América Latina, nessa área, e funciona desde 1935. De lá até os dias atuais, formaram-se 2.300 técnicos.

Esse curso constitui uma vitrine de transferência e difusão de tecnologias, além de conhecimentos na área de laticínios. São realizadas parcerias com empresas e instituições, para orientação técnica na construção de fábricas e até de escolas para capacitação de mão de obra para o setor laticinista de outros Estados, como Pernambuco e Rio de Janeiro.

O curso possui nível pós-médio, com duração de dois anos, dividido em quatro módulos semestrais. Possui carga horária de 2.500 horas, das quais, aproximadamente, 55% são cumpridas em aulas práticas. Os estágios totalizam uma carga horária

de 480 horas em indústrias e/ou órgãos da cadeia de lácteos.

Ao final do Módulo IV, os alunos fazem estágio curricular final durante três meses em indústrias lácteas. Ao término de cada período letivo, os representantes dos setores de RH de indústrias dos mais diversos portes, aportam no Instituto, com o objetivo de selecionar mão de obra qualificada, com a chancela ILCT.

O Instituto possui um setor exclusivo, Comissão de Bolsas de Estudo/Comissão de Controle de Estágios Supervisionados e Colocação no Mercado de Trabalho (Cobes/Cocesco), referência para outras

instituições de seleção e encaminhamento do aluno para estágios e auxílio à sua colocação no mercado profissional.

Todos os alunos que concluem o curso têm estágio assegurado e índice de empregabilidade médio de 80%. Em geral, são absorvidos pelas próprias empresas onde estagiaram.

O foco do curso é a qualificação de mão de obra para atuação nos segmentos da cadeia de lácteos. Os diferenciais são a tradição da escola, o caráter essencialmente prático das aulas (Fig. 17) e o dinamismo da grade curricular, os quais possibilitam o ingresso imediato do profissional no mercado de trabalho.

Nos eventos internos e externos, dos quais participam profissionais do Instituto, ocorrem comunicados e solicitações, informais e formalizadas, com os pedidos de técnicos e uma demanda com perfil definido pela própria indústria. É uma das formas que fundamentam os estudos para a dinamização do quadro curricular do ILCT. Em contrapartida, as indústrias, por meio de ex-alunos, fazem-se presentes em aulas teóricas e práticas, workshops, seminários, demonstrações de tecnologias e desenvolvimento de projetos para testes de produtos pelos alunos, e marcam sua presença na instituição, fortalecendo os vínculos indústria-escola.

Outra importante parceria com a iniciativa privada é o oferecimento de bolsas de estudos, que possibilitam a caminhada acadêmica de diversos estudantes do ILCT, o que, certamente, impacta sua vida profissional futura. As empresas multinacionais acreditam na força da educação, e o Brasil carece de mão de obra qualificada. Aí está o diferencial do ILCT como formador dessa mão de obra.

Anualmente, são oferecidas 60 vagas, preenchidas por meio de dois exames de seleção⁵.

CURSOS DE FORMAÇÃO BÁSICA PROFISSIONAL

A EPAMIG-ILCT realiza, ao longo do ano, treinamentos especializados na área



Figura 17 - Aula de tecnologia de queijos com olhaduras do Curso Técnico em Leite e Derivados

Ana Cristina Ajub

de Leite e Derivados, os quais atendem a diversos públicos, como produtores de leite, profissionais da indústria e estudantes, nas seguintes modalidades:

- a) treinamentos abertos, com ementa e programação anual previamente definidas;
- b) treinamentos fechados, com carga horária e ementa adequadas à demanda do cliente;
- c) treinamentos *in company*, para atender à demanda do cliente em seu ambiente de trabalho.

O ILCT mantém parcerias com a iniciativa privada, para a elaboração e execução

de projetos, além de prestar consultorias para os mais diversos setores da cadeia produtiva do leite⁶.

MESTRADO PROFISSIONAL

A formação de recursos humanos é completada pela criação do curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do leite e Derivados, em parceria com a UFJF e a Embrapa Gado de Leite.

O curso foi fundado em 2008. De 2010 a 2014, foram 31 dissertações defendidas, em três linhas de pesquisa: Qualidade do Leite e Derivados, Novos Produtos e Processos e Gestão do Agronegócio do Leite e Derivados.

⁵Informações sobre o processo seletivo encontram-se no site: www.candidotostes.com.br

⁶Informações sobre calendários de cursos podem ser obtidas no site: www.candidotostes.com.br/cursos.html

Profissionais de nível superior de cursos relacionados com a área de Alimentos e Laticínios são o público-alvo, preferencialmente já vinculados a empresas do setor.

O curso conta, atualmente, com seis docentes/orientadores do ILCT. Hoje, a pesquisa está bastante diversificada e tem sido fortalecida pela participação da instituição no Mestrado Profissionalizante. Por ser a única das três instituições parceiras com unidade fabril, o Instituto tem papel primordial na execução de pesquisas de cunho tecnológico desenvolvidas pelos estudantes desse curso de pós-graduação⁷.

REVISTA DO INSTITUTO DE LATICÍNIOS CÂNDIDO TOSTES

A Revista do ILCT, publicada a partir de 1946, constitui o único periódico exclusivo da área de laticínios do Brasil (Fig. 18).

A Revista contém artigos científicos e revisões bibliográficas na área de leite e derivados das mais variadas Instituições de pesquisa de todo o País, e serve de grande fonte de pesquisa para o setor.

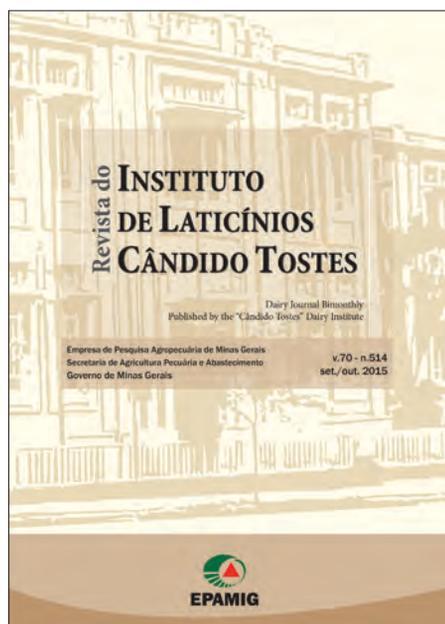


Figura 18 - Capa da Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes

Nos últimos anos, tem-se buscado a indexação da revista, que hoje conta com onze indexadores, bem como o aprimoramento de sua editoração, a fim de atender às exigências da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e melhorar sua qualificação.

Atualmente, é uma publicação bimestral de acesso livre ao público em geral. Informações sobre a publicação e os exemplares de 2008 até os dias de hoje estão disponíveis no site da revista⁸. Também estão on-line os artigos mais antigos da Revista do ILCT, desde a primeira edição até o ano de 2008 no site *Árvore do Leite*⁹.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A EPAMIG-ILCT representa um ícone de referência em lácteos em todo o Brasil, e a integração entre ensino, pesquisa e produção constitui um dos seus pilares do aprendizado e do aprimoramento. Sua estrutura física e a capacitação de seus profissionais são um diferencial importante para futuros projetos de pesquisa e parcerias público-privadas.

AGRADECIMENTO

A todos que contribuem de forma direta ou indireta para o avanço do ensino, da pesquisa e da extensão e, conseqüentemente, para a melhoria do trabalho da Instituição.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro aos projetos citados neste artigo. Às indústrias, parceiras de longa data, que ofertam bolsas de ensino aos alunos, absorvem mão de obra, doam produtos para aulas e testes, disponibilizam profissionais para o ensino, eventos e projetos, bem como suas estruturas físicas para visitas e testes. A todas as instituições, públicas e privadas, pelas parcerias em projetos de pesquisa.

Biotechnologia na agropecuária



eucalipto arroz sorgo
café milho
batata oliveira
cacau soja
feijão maracujá
cana uva
aves **bovinos** suínos

Informações:
publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002



⁷Informações sobre o processo seletivo podem ser encontradas no site: www.ufjf.br/mestradoleite

⁸www.revistadoilct.com.br

⁹www.arvoredoleite.org/arvore/pagina_menu.php?id=9

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, técnicos, extensionistas, 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 Publicações da EPAMIG e pela Comissão Editorial da Revista, 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 de um a três Editores técnicos, responsáveis 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 por e-mail, no programa Microsoft 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 6 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 enviados, preferencialmente, os arquivos originais da câmera digital (para fotografar utilizar a resolução máxima). As fotos antigas devem 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 na extensão JPG.

Não serão aceitas fotografias já escaneadas, incluídas no texto, em Word. Enviar os arquivos digitalizados, separadamente, na extensão já mencionada (JPG, com resolução de 300 DPIs).

Os desenhos feitos no computador devem ser enviados na sua extensão original, acompanhados de uma cópia em PDF, e os desenhos feitos em nanquim ou papel vegetal devem ser digitalizados em JPG.

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 Editor técnico, pela Revisão e pela Normalização. A não observação 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 Editor técnico.

O Editor técnico deverá entregar ao Departamento de Informação Tecnológica (DPIT), da EPAMIG, os originais dos artigos em CD-ROM ou por e-mail, já revisados tecnicamente (com o apoio dos consultores técnico-científicos), 120 dias antes da data prevista para circular a revista. Não serão aceitos artigos entregues fora desse prazo ou após o início da revisão linguística e normalização da revista.

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

ESTRUTURAÇÃO DOS ARTIGOS

Os artigos devem obedecer à seguinte sequência:

- título:** deve ser claro, conciso e indicar a ideia 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 Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Lavras-MG, e-mail: ctsm@epamig.br;
- resumo:** deve ser constituído de 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 Publicações 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 Publicações da EPAMIG”. Para consultá-lo, acessar: www.epamig.br, em Publicações/Publicações Disponíveis ou Biblioteca/Normalização.

SISTEMA FAEMG. A NOSSA UNIÃO FAZ A FORÇA DO CAMPO.

FAZCOM1

ANTÔNIO ÁLVARES
Presidente do Sindicato Rural
de Pompéu agraciado
com a Medalha do Mérito Rural

SÔNIA REZENDE
Parceira da FAEMG e
produtora agraciada com a
Medalha do Mérito Rural

SAULO LAGE
Presidente da Abanorte e
parceiro do INAES

RONILDO ALVES
Aluno do curso de Tratorista
do SENAR

Quando as pessoas se juntam, conseguem grandes realizações. Com o SISTEMA FAEMG também é assim. Ele reúne os parceiros certos que ajudam a melhorar o agronegócio em Minas. Fazem parte do SISTEMA FAEMG a Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais (FAEMG), o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR MINAS), o Instituto Antônio Ernesto

de Salvo (INAES) e mais de 385 Sindicatos de Produtores Rurais do Estado.

Com programas, pesquisas e capacitações, as entidades apoiam mais de 500 mil produtores rurais, melhorando a qualidade de vida no campo e desenvolvendo o agronegócio, o que garante alimentos de qualidade na sua mesa.

SISTEMA FAEMG
SENAR
A UNIÃO E A FORÇA DO CAMPO

Acesse: www.sistemafaemg.org.br





Sindicato da Indústria de Laticínios
do Estado de Minas Gerais



A diretoria e associados do Silemg
parabenizam o **ILCT** pelos 80 anos de
pesquisa, desenvolvimento e educação
em prol da indústria de laticínios.