
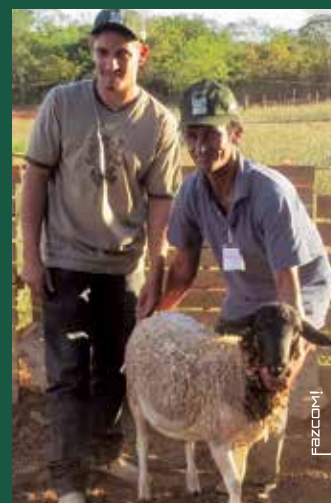


Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Governo de Minas Gerais



Prevenção e correção de defeitos na produção de leite e derivados



SENAR MINAS.

25 ANOS DE FORMAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO.

A ESCOLA DO CAMPO.

Em nossos cursos e programas, os alunos recebem formação qualificada e a oportunidade de transformar vidas no campo. São duas áreas de atuação. A Formação Profissional Rural ensina técnicas de produção e gerenciamento da propriedade. A Promoção Social envolve famílias e comunidades rurais. Dos cursos surgem histórias de superação e sonhos realizados que nos enchem de orgulho e motivação. Conheça algumas dessas histórias em 25anossenarminas.org.br



SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL





Apresentação

O Brasil destaca-se como grande produtor de leite, com um total de 33,62 bilhões de litros produzidos no ano de 2016, ocupando o 4º lugar no ranking mundial. O leite possui alto valor nutricional e deve ser produzido com qualidade físico-química e microbiológica para impactar em produtos também de qualidade. Para isso, a indústria de laticínios utiliza-se de sistemas de gestão da qualidade, os quais monitoram desde a obtenção do leite até a expedição do produto final, bem como sua comercialização, para garantir a segurança do consumidor.

Atender às exigências dos órgãos de fiscalização e dos consumidores é primordial, para a sobrevivência da empresa no mercado competitivo. Nos últimos anos, a indústria brasileira de laticínios encontra-se em fase de crescente faturamento. Nesse mercado em expansão é fundamental a atenção para as falhas que podem ocorrer nos produtos lácteos. Os defeitos durante a produção do leite e na fabricação dos seus derivados, muitas vezes, não podem ser sanados e devem ser prevenidos para evitar prejuízos posteriores. Mas, além da produção, a indústria deve conscientizar-se do seu papel com o meio ambiente e tratar adequadamente todo o resíduo líquido e sólido gerado.

Diante desse contexto, este Informe Agropecuário tem como objetivo apresentar informações relevantes da cadeia produtiva do leite e derivados sobre os principais defeitos que possam ocorrer e suas prevenções e correções, bem como o tratamento de resíduos gerados, para aprimorar a competitividade dessa cadeia e o seu crescimento.

Denise Sobral
Renata Golin Bueno Costa
Vanessa Aglaê Martins Teodoro

Informe Agropecuário

Uma publicação da EPAMIG

v. 38, n. 299, 2017

Belo Horizonte, MG

Sumário

EDITORIAL	3
ENTREVISTA	4
Implementação de programas de autocontrole na indústria de laticínios <i>Vanessa Aglaê Martins Teodoro, Valdeane Dias Cerqueira, Mayara Souza Pinto, Junio César Jacinto de Paula, Denise Sobral e Renata Golin Bueno Costa</i>	7
Parâmetros de qualidade do leite para a produção de lácteos <i>Kely Tatianne Costa Santana, Camila Almeida de Jesus, Lilian Ferreira Neves, Roberta Ribeiro da Cruz Cangussu, Denise Sobral e Maximiliano Soares Pinto</i>	17
Análises físico-químicas no controle de qualidade de leite e de produtos lácteos <i>Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior</i>	26
Análises microbiológicas para o controle de qualidade dos produtos lácteos <i>Carolina Carvalho Ramos Viana e Martha Eunice de Bessa</i>	35
Higienização: da produção de leite à indústria de laticínios <i>Paulo Henrique Costa Paiva, Juliana Nogueira Boccia, Vanessa Aglaê Martins Teodoro, Daniel Arantes Pereira, Nélio José de Andrade e Ana Clarissa dos Santos Pires</i>	43
Principais defeitos na fabricação de queijos <i>Denise Sobral, Renata Golin Bueno Costa, Junio César Jacinto de Paula e Vanessa Aglaê Martins Teodoro</i>	53
Gelados comestíveis: principais problemas e soluções na fabricação e estocagem de sorvetes <i>Mariana Gavioli dos Reis Pena, Marta de Oliveira Coelho, Paulo Cruz, Marco Antônio Moreira Furtado e Fabiano Freire Costa</i>	65
Principais problemas na fabricação de leites fermentados e bebidas lácteas fermentadas <i>Junio César Jacinto de Paula, Juliana Nogueira Boccia, Denise Sobral, Renata Golin Bueno Costa, Vanessa Aglaê Martins Teodoro e Maximiliano Soares Pinto</i>	72
Problemas na fabricação de produtos concentrados e desidratados <i>Rodrigo Stephani, Luiz Fernando Cappa de Oliveira, Ítalo Tuler Perrone, Antônio Fernandes de Carvalho, Guilherme Miranda Tavares e Pierre Schuck</i>	81
Gestão ambiental: manejo, tratamento e legislação pertinente para resíduos de laticínios <i>Marcelo Henrique Otenio, Vanessa Romário de Paula e Henrique Vieira de Mendonça</i>	91

ISSN 0100-3364

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v. 38	n. 299	p. 1-100	2017
----------------------	----------------	-------	--------	----------	------

© 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

Juliana Carvalho Simões

Vânia Lúcia Alves Lacerda

COMISSÃO EDITORIAL DA REVISTA INFORME AGROPECUÁRIO

Trazilbo José de Paula Júnior

Marcelo Abreu Lanza

Vânia Lúcia Alves Lacerda

EDITORES TÉCNICOS

Denise Sobral, Renata Golin Bueno Costa (EPAMIG ILCT) e

Vanessa Aglaê Martins Teodoro (UFJF)

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA

EDITORA-CHEFE

Vânia Lúcia Alves Lacerda

DIVISÃO DE PRODUÇÃO EDITORIAL

Fabriciano Chaves Amaral

REVISÃO LINGÜÍSTICA E GRÁFICA

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

NORMALIZAÇÃO

Fátima Rocha Gomes

PRODUÇÃO E ARTE

Diagramação/formatação: Ângela Batista P. Carvalho, Fabriciano Chaves Amaral e Maria Alice Vieira

Coordenação de Produção Gráfica

Ângela Batista P. Carvalho

Capa: Ângela Batista P. Carvalho

Produção - Mariana Schwartz

Foto - Caio Lima

Contato - Produção da revista

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

DIVISÃO DE PROMOÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA

Rosineila Maria Alves

Publicidade: Décio Corrêa

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

Impressão: EGL Editores Gráficos Ltda.

Circulação: maio 2018

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.

ERRATA

PELEGRINI, D.F.; BEZERRA, L.M.C.; HASPARYK, R.G. Dinâmica da produção de feijão no Brasil: progresso técnico e fragilidades. **Informe Agropecuário**. Inovações tecnológicas para a produção do feijão, Belo Horizonte, v. 38, n. 298, p. 84-91, 2017.

Folha	Gráfico	Onde se lê	Leia-se
86	1	—●— Área	—●— Produção
		—●— Produção	—●— Área
	2	—●— 1ª safra	—●— 2ª safra
		—●— 2ª safra	—●— 1ª safra

Obs.: Esta legenda só é válida para a versão impressa do Informe Agropecuário.

AQUISIÇÃO DE EXEMPLARES

Divisão de Promoção e Distribuição de Informação Tecnológica

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - União

CEP 31170-495 Belo Horizonte - MG

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

(31) 3489-5002 - 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

(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**

Governo do Estado de Minas Gerais

Fernando Damata Pimentel

Governador

Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Amarildo José Brumano Kalil (em exercício)

Secretário



EPAMIG

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Conselho de Administração

Amarildo José Brumano Kalil
Rui da Silva Verneque
Maurício Antonio Lopes
Antônio Nilson Rocha
Glênio Martins de Lima Mariano
Neivaldo de Lima Virgílio
Maria Lélia Rodriguez Simão
Marco Antonio Viana Leite

Suplentes

Ligia Maria Alves Pereira
Guilherme Henrique de Azevedo Machado
João Ricardo Albanex
Reginério Soares Faria

Conselho Fiscal

Márcio Maia de Castro
Livia Maria Siqueira Fernandes
Amarildo José Brumano Kalil

Suplentes

Júlio César Aguiar Lopes
Marcelo de Sousa Magalhães

Presidência

Rui da Silva Verneque

Diretoria de Operações Técnicas

Trazilbo José de Paula Júnior

Diretoria de Administração e Finanças

Guilherme Henrique de Azevedo Machado

Gabinete da Presidência

Maria Lélia Rodriguez Simão

Assessoria de Assuntos Estratégicos

Beatriz Cordenonsi Lopes

Assessoria de Comunicação

Fernanda Nivea Marques Fabrino

Assessoria de Contratos e Convênios

Eliana Helena Maria Pires

Assessoria de Informática

Silmar Vasconcelos

Assessoria Jurídica

Valdir Mendes Rodrigues Filho

Assessoria de Processos Institucionais

Maria Lourdes de Aguiar Machado

Auditoria Interna

Lúcio Rogério Ramos

Departamento de Gestão de Pessoas

Regina Martins Ribeiro

Departamento de Informação Tecnológica

Vânia Lúcia Alves Lacerda

Departamento de Infraestrutura e Logística

José Antônio de Oliveira

Departamento de Orçamento e Finanças

Patrícia França Teixeira

Departamento de Pesquisa

Departamento de Suprimentos

Mauro Lúcio de Rezende

Departamento de Transferência de Tecnologias

Juliana Carvalho Simões

Instituto de Laticínios Cândido Tostes

Claudio Furtado Soares

Instituto Técnico de Agropecuária e Cooperativismo

Luci Maria Lopes Lobato e Francisco Olavo Coutinho da Costa

EPAMIG Sul

Rogério Antônio Silva e Marcelo Pimenta Freire

EPAMIG Norte

Polyanna Mara de Oliveira e Josimar dos Santos Araújo

EPAMIG Sudeste

Marcelo de Freitas Ribeiro e Adriano de Castro Antônio

EPAMIG Centro-Oeste

Marinalva Woods Pedrosa e Waldênia Almeida Lapa Diniz

EPAMIG Oeste

Daniel Angelucci de Amorim e Irenilda de Almeida

Controle de qualidade durante a fabricação de produtos lácteos

A cadeia produtiva do leite destaca-se no mercado nacional por sua importância ambiental, econômica e social. De modo que, esforços dos órgãos públicos de pesquisa, de assistência técnica e extensão rural e de defesa agropecuária para apoio à atividade são fundamentais. Nesse sentido, a EPAMIG vem envidando esforços em gerar informações e tecnologias para o setor pecuário e laticinista para promover a agregação de valor e a qualidade dos produtos desta cadeia produtiva.

O leite é um alimento muito nutritivo e extremamente versátil, sendo utilizado na fabricação de diversos produtos, tais como queijos variados, manteiga, iogurtes, doces, sorvetes, bebidas lácteas, bolos, dentre tantos outros. O rendimento e a qualidade dos produtos lácteos possuem dependência direta com a qualidade da matéria-prima leite, o que implica na necessidade de adoção de Boas Práticas de Produção no estabelecimento rural, além das Boas Práticas de Fabricação no laticínio.

Neste contexto, vale destacar que nos últimos dois anos o queijo Minas artesanal alcançou maior notoriedade nacional e internacional decorrente, sobretudo das várias ações governamentais e de parceria em prol da qualidade do queijo Minas artesanal, das quais a EPAMIG é partícipe e vem contribuindo para a melhoria da qualidade do produto.

Nas indústrias de laticínios, além do controle durante o processo de fabricação, é de fundamental importância avaliar a qualidade microbiológica e físico-química do produto que será repassado para o consumidor. Os resíduos gerados no processamento do leite e derivados, tanto líquidos como sólidos, devem ser tratados e descartados de maneira correta, para evitar contaminação ao meio ambiente.

Esta edição do Informe Agropecuário aborda cuidados essenciais na produção de leite de qualidade, aplicando programas de autocontrole, além de análises laboratoriais que podem mensurar a qualidade do leite e dos seus derivados. Serão, também, destacados os principais problemas encontrados na fabricação dos produtos lácteos, especialmente queijos, sorvetes, iogurtes e doce de leite, suas causas, prevenção e correção.

Rui da Silva Verneque
Presidente da EPAMIG

Inovação impulsiona o setor de laticíneos no Brasil



Cláudio Furtado Soares é chefe-geral da EPAMIG Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), em Juiz de Fora, MG, e possui graduação em Administração, mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), e doutorado em Engenharia de Produção/Inovação Tecnológica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Ex-aluno da EPAMIG ILCT, formou-se Técnico em Laticínios em 1975. É professor do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) da UFV - aposentado. Orientador de pesquisas, coordenador de disciplinas, foi presidente da Comissão de Extensão do DTA, coordenador da Empresa Júnior de Laticínios, membro do Fórum Mineiro de Inovação da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais (Sectes-MG) atual Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (Sedectes), responsável pelos laboratórios de Gestão da Inovação e de Desenvolvimento de Novos Produtos do DTA da UFV, membro do Comitê Científico do BH-TEC e líder do Grupo de Pesquisa em Inovação Tecnológica e Desenvolvimento de Produtos na área de Alimentos/Laticínios no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Exerceu também os cargos de vice-reitor da UFV, diretor-presidente da Fundação Arthur Bernardes (Funarbe), coordenador do curso de Ciência e Tecnologia de Laticínios da UFV, chefe do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV e assessor-adjunto de Planejamento e Gestão da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).

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

Cláudio Furtado - A produção de leite no Brasil está em torno de 36 bilhões de litros anualmente, com maior volume na Região Sul. Minas Gerais é o Estado que concentra a maior produção de leite, representando cerca de 30% da produção nacional. Nos últimos anos a produção nacional apresentou crescimento insignificante, as importações aumentaram e as exportações diminuíram. Apesar das incertezas apresentadas pelo cenário econômico e os constantes desafios, os avanços tecnológicos e a capacidade de inovar nesse setor demonstram que a produção de leite no Brasil tem grande potencial de crescimento.

IA - Os produtos lácteos brasileiros têm qualificação para ser exportados?

Cláudio Furtado - O Brasil tem potencial para exportação em produtos lácteos, entretanto necessita melhorar a competitividade ao longo da cadeia do leite, já que

os custos de produção ainda são elevados, e a qualidade do leite e dos produtos lácteos ainda não alcançou o patamar exigido pelo mercado internacional. A maioria das barreiras não tarifárias impostas às exportações brasileiras de produtos lácteos é de ordem técnica e sanitária. Importante ressaltar que a participação brasileira no mercado internacional de lácteos é um processo recente e que seus resultados, mesmo que oscilantes, animam o setor na busca por maior abertura e ganho de mercado.

IA - Diante disso, qual a importância da prevenção de defeitos para a indústria de laticínios?

Cláudio Furtado - Com a crescente competitividade na indústria de laticínios, a importância da prevenção de defeitos nos produtos, ou seja, a garantia da qualidade, não pode ser mais considerada uma prática exercida apenas para cumprir um protocolo. Para atingir objetivos maiores, o foco principal deve estar na satisfação que o

produto proporciona aos seus clientes. Erros durante a seleção de matéria-prima, no processo de produção, na embalagem, no armazenamento e na distribuição podem comprometer sobremaneira a imagem de uma marca consolidada, além de outros prejuízos, tais como: lotes de produtos acabados que não atingem as especificações de qualidade, devolução de mercadorias pelos distribuidores, pontos de vendas, etc. A adoção de ferramentas de Gestão da Qualidade – que engloba desde o planejamento, o controle, a garantia e a melhoria da qualidade a ser implementada em todas as etapas – surge como uma alternativa eficiente para que se obtenha e mantenha a qualidade desejada pela indústria de laticínios, a qual deve coincidir com a expectativa de qualidade dos clientes.

IA - Como tem ocorrido a inovação dos produtos lácteos no Brasil?

Cláudio Furtado - Existem inovações esporádicas com grande impacto na cadeia

do leite que representam mudanças de paradigmas, mas existem também as inovações nos produtos lácteos que são mais específicas e focadas em produtos e atendem nichos de mercado. As inovações são implementadas pelas empresas por meio da aquisição de equipamentos com tecnologias incorporadas, nas formulações e processamentos dos produtos – por meio da utilização de novos ingredientes, embalagens, designers –, nos processos de gestão ou mesmo no relacionamento com os clientes. Estamos vivenciando muitas inovações provenientes da tecnologia de informações, mas estas ainda não trouxeram maior impacto para a cadeia do leite por causa das deficiências de infraestrutura e de qualificação profissional. A expectativa é de que em um futuro próximo, com a implementação de novas políticas públicas para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), a indústria de laticínios consiga intensificar a inovação de produtos lácteos pelos resultados de pesquisa, disponibilizando produtos com maior valor agregado.

IA - Como as instituições de pesquisa, de ensino e de extensão têm apoiado a produção de lácteos?

Cláudio Furtado - Os avanços alcançados na cadeia de produção de lácteos são provenientes dos resultados de pesquisas nas áreas de Biotecnologia, Engenharia, Biologia, Física, Química, Matemática e das Ciências Humanas e Sociais, desenvolvidas principalmente pelas instituições que coordenam programas de pós-graduação e pelas instituições de pesquisa aplicada. Além da atuação em pesquisa, essas instituições se responsabilizam pela formação e capacitação profissional de recursos humanos para o setor. Este é um trabalho essencial para o setor de lácteos, pois somente com uma equipe de profissionais bem formados e qualificados é que as empresas são capazes de apropriar dos resultados das pesquisas que incrementam a produção e a produtividade em suas atividades. Por meio das atividades de extensão como palestras, congressos, feiras, semanas, cursos, seminários, workshop, dentre outros, essas instituições promovem a transferência de conhecimentos para as empresas. Importante ressaltar o papel das instituições de fo-

ramento às atividades de pesquisa, ensino e extensão e a necessidade de aprimoramento das políticas de apoio a estas, uma vez que são as principais responsáveis pelo financiamento dessas atividades.

IA - Quais as perspectivas da EPAMIG ILCT perante os atuais desafios do setor lácteo?

Cláudio Furtado - A missão do ILCT, desde sua criação em 1940, é a formação de recursos humanos para desenvolver a indústria de laticínios do País. Após ser incorporado pela EPAMIG, em 1974, assumiu também a missão de desenvolver pesquisa aplicada para o setor lácteo. Desde os primórdios, tem seus valores alicerçados no slogan “Para saber mandar é preciso saber fazer e para saber fazer é necessário aprender fazendo”, o que faz com que os profissionais aqui formados sejam estimulados ao empreendedorismo. Portanto, com essas características e com os investimentos que estão sendo realizados, as perspectivas para EPAMIG ILCT são muito promissoras. Estão sendo investidos cerca de R\$2.200.000,00 – provenientes do governo federal, de emenda parlamentar e da Fapemig – em recuperação de infraestrutura física de pesquisa, ensino e extensão, além de R\$1.200.000,00 – provenientes da Sedects/Fapemig – para contratação de 21 bolsistas, distribuídos em três categorias (graduados, mestres e doutores), para atuarem no fortalecimento de nossas atividades de pesquisa, ensino e extensão. Com esse apoio pretende-se criar também o Centro de Capacitação em Leite e Derivados. Com o credenciamento de três fundações de apoio para gestão de projetos, o convênio assinado com a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), que possibilita e estimula o trabalho interinstitucional, e a regulamentação do Marco Legal de CT&I (Lei 13.243/2016), abrem-se grandes oportunidades para parcerias com as empresas. Isto significa, além de investimentos, liberdade em relação às agências públicas de financiamento e agilidade no desenvolvimento e comercialização de resultados de pesquisas. A desburocratização dos processos para inovação deve alavancar a produtividade e os negócios. Entretanto, é fundamental que as empresas

percebam essas oportunidades e priorizem as relações com as instituições de CT&I, fortalecendo cada vez mais o ambiente de empreendedorismo e inovação, para que, além de inovações em produtos e processos, surjam também novas startups nesse setor.

IA - As indústrias têm desempenhado seu papel na sociedade na questão do tratamento dos resíduos, buscando a preservação do meio ambiente?

Cláudio Furtado - A meu ver, a inserção da sustentabilidade ambiental dentro da gestão organizacional não é questão de escolha, é necessidade. Assim, para atender à legislação ambiental e à exigência do consumidor, as empresas estão buscando alternativas que minimizem os impactos da fabricação de produtos lácteos ao meio ambiente e que contribuam com melhora da qualidade de vida da sociedade. Sabe-se que o mercado de laticínios cresce a cada ano e a exigência do consumidor também. Pesquisas apontam que a sustentabilidade do produto é um dos atributos-chave que os consumidores buscam quando vão às compras. Dessa forma, indústrias que não estiverem atentas e não se adequarem a essa realidade, provavelmente não se sustentarão no futuro. Isso fica bem claro quando se fala em expansão de mercado. Indústrias que pensam em comercializar seus produtos em outros países devem estar atentas às questões ambientais, uma vez que as exigências de procedimentos e controle ambiental estão-se tornando barreiras técnicas relevantes ao comércio internacional. A Organização Mundial do Comércio (OMC) vem registrando vários acordos bilaterais de natureza ambiental. Assim, os projetos das indústrias devem utilizar tecnologias que reduzam ao máximo, se não puderem eliminar, os danos ao meio ambiente. Mudança no processo produtivo, novos produtos, matérias-primas mais sustentáveis, equipamentos que economizam água e energia, reaproveitar e reciclar: tudo isso reduz custos e elimina desperdícios no processo produtivo, proporcionando uma melhoria de imagem junto aos consumidores, conquistando novos clientes.

EMATER / 70 Anos

Minas Gerais



Há quase 70 anos, a Emater faz parte da história de vida de muitos mineiros, levando orientações e políticas públicas para uma produção sustentável e rentável no meio rural e mais qualidade nos alimentos que chegam a nossa mesa.

Emater-MG: Lado a lado dos mineiros, para Minas vencer a crise e seguir plantando e colhendo melhoria de vida.

Implementação de programas de autocontrole na indústria de laticínios

Vanessa Aglaê Martins Teodoro¹, Valdeane Dias Cerqueira², Mayara Souza Pinto³, Junio César Jacinto de Paula⁴, Denise Sobral⁵, Renata Golin Bueno Costa⁶

Resumo - Nas últimas décadas, a abordagem da qualidade, bem como sua regulamentação específica, tem passado por diversas alterações. As indústrias de laticínios procuram acompanhar a evolução dos sistemas de gestão da qualidade para atender à legislação, aos consumidores e para garantir a identidade, a qualidade e a inocuidade dos produtos finais. É importante estabelecer uma abordagem preventiva com controles que abrangem os insumos, as etapas do processamento, o transporte e a comercialização dos produtos acabados. Apesar do empenho, o caminho ainda é longo e possui muitos obstáculos. É preciso unir esforços dos produtores rurais, das indústrias e dos governos federal, estaduais e municipais, para que seja possível oferecer o produto que o consumidor deseja e merece.

Palavras-chave: Leite. Qualidade. Boas práticas. Contaminação. Legislação.

Implementation of self-control programs in the dairy industry

Abstract - In the last decades, the quality approach as well as its specific regulation have undergone several changes. The dairy industry seeks to follow the evolution of quality management systems, to comply with legislation and consumers' needs, and also to ensure the identity, quality and safety of final products. It is important to establish a preventive approach with controls covering inputs, processing steps, transportation and marketing of finished products. Despite the commitment, the road is still long and has many obstacles. It is necessary to join efforts of the rural producers, the industries and the federal, state and municipal governments so that it is possible to offer the product that the consumer desires and deserves.

Keywords: Milk. Quality. Good practices. Contamination. Legislation.

INTRODUÇÃO

O contexto mundial e nacional de maior dinamismo competitivo tem exigido que as indústrias trabalhem, cada vez mais, para a melhoria dos seus sistemas de qualidade, reduzindo custos de produção e aumentando seu potencial para a inovação tecnológica de seus produtos (MASTRANTONIO; TOLEDO, 2013).

No Brasil, a intensificação das mudanças está condicionada não só pela globalização, que aumenta a competitividade, e pela saturação de produtos no mercado, mas também para atender às demandas dos consumidores e às inúmeras normas regulamentares dos órgãos de inspeção, reguladores da saúde e do meio ambiente (MASTRANTONIO; TOLEDO, 2013).

A agroindústria constitui atividade de grande importância para a economia brasileira. O Brasil ocupa a quarta posição no ranking mundial de produção de leite, com 35 bilhões de litros/ano. Em 2016, o volume captado para processamento em indústrias de laticínios do País foi de 23 bilhões de litros. O setor lácteo mundial e nacional tem-se modificado para garantir a sustentabilidade

¹Médica-veterinária, D.Sc., Pesq./Prof^a Adj. UFJF - Depto. Medicina Veterinária, Juiz de Fora, MG, vanessa.teodoro@ufjf.edu.br

²Médica-veterinária, M.Sc., Supervisora EPAMIG-ILCT-Núcleo Industrial, Juiz de Fora, MG, valdeane@epamig.br

³Médica-veterinária, M.Sc., Auditora Fiscal Federal Agropecuário MAPA - Superintendência Federal de Agricultura do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, mayara.pinto@agricultura.gov.br

⁴Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, junio@epamig.br

⁵Eng. Alimentos, D.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, denisesobral@epamig.br

⁶Eng. Alimentos, D.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, renata.costa@epamig.br

econômica, procurando reduzir custos e garantir mercado (ZOCCAL, 2017).

A abordagem da qualidade nas empresas tem assumido a função de gerenciamento, principalmente a partir da década de 1970, quando a gestão da qualidade passou a ser trabalhada de forma mais sistêmica e holística (GARVIN, 1992). Dessa forma, as indústrias têm desenvolvido seus sistemas de qualidade de maneira mais preventiva do que somente corretiva. Por meio da prevenção de problemas e de controle das etapas de processamento, é possível garantir que todas as atividades planejadas sejam, de fato, executadas (CROSBY, 1994).

As indústrias de laticínios também passaram por essa evolução dos sistemas de qualidade. Assim, para atender aos requisitos técnicos de identidade, qualidade e inocuidade, à legislação e ao mercado consumidor, devem-se implementar programas de qualidade específicos. Dentre estes, listam-se as Boas Práticas de Fabricação (BPF), os Procedimentos-Padrão de Higiene Operacional (PPHO), a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e, numa abordagem mais atual, os Programas de Autocontrole (PAC). Diante do exposto, o objetivo com este artigo é discutir sobre a implementação dos programas de autocontrole nas indústrias de laticínios.

LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E OS PROGRAMAS DE QUALIDADE

A legislação brasileira para produtos de origem animal regulamenta alguns programas de qualidade reconhecidos e utilizados mundialmente, tais como as BPF, os PPHO e a APPCC. Desde 2009, esses Programas foram agrupados e reestruturados no formato de PAC. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) exige a implementação desses Programas ou de outros que se demonstrem eficazes na garantia da qualidade do produto final.

Em tese, os laticínios podem optar por realizar sua gestão da qualidade por meio dos três Programas, BPF, PPHO e APPCC,

ou utilizar-se do PAC. É fundamental, entretanto, que todos os pontos descritos como elementos de controle nas normas de PAC sejam, de fato, controlados pela indústria. Na prática, os gestores da qualidade têm optado pelo formato de PAC por se tratar de uma sequência de documentos compatíveis com os itens de verificação das fiscalizações, além da maior praticidade em trabalhar com um programa unificado.

No caso de outros produtos alimentícios, que não possuem obrigatoriedade de registro no MAPA, como os gelados comestíveis, as indústrias deverão seguir as normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) que descrevem as BPF, os Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs) e a APPCC.

As BPF são regulamentadas pela Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997 do MAPA (BRASIL, 1997). Constituem os procedimentos de higiene e controle necessários para a obtenção de alimentos inócuos, aplicados na obtenção do leite – Boas Práticas Agropecuárias –, nos laboratórios – Boas Práticas de Laboratório (BPL) e no processamento – BPF. Abrangem itens como as instalações, os equipamentos, utensílios, manipuladores, controle de pragas, potabilidade da água, dentre outros.

Os PPHO, regulamentados pela Resolução nº 10, de 22 de maio de 2003 do MAPA, são procedimentos descritos, desenvolvidos, implantados e monitorados pela indústria de laticínios. Visa estabelecer a forma rotineira pela qual o estabelecimento industrial evitará a contaminação direta ou cruzada e a adulteração do produto, preservando sua qualidade e sua integridade por meio da higiene antes, durante e após as operações industriais (BRASIL, 2003).

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

descrição das tecnologias empregadas na fabricação dos produtos; prevenção da contaminação cruzada; definição de responsabilidades e periodicidades; análises e padrões utilizados na seleção e no controle de qualidade de matérias-primas, ingredientes e produtos acabados; procedimentos de recolhimento de produtos no mercado e de atendimento ao consumidor, dentre outros (BRASIL, 2003).

O sistema APPCC, regulamentado pela Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998 do MAPA, é uma abordagem científica e sistemática para o controle de processo. Foi concebido para prevenir a ocorrência de problemas, assegurando que os controles sejam aplicados em determinadas etapas no sistema de produção de alimentos, em que possam ocorrer perigos ou situações críticas. É um sistema de análise que identifica perigos específicos e medidas preventivas para seu controle, objetivando a segurança do alimento, a garantia da qualidade e a integridade econômica. Baseia-se na prevenção, eliminação ou redução dos perigos físicos, químicos e biológicos em todas as etapas da cadeia produtiva (BRASIL, 1998).

A implementação das BPF e dos PPHO é um pré-requisito para o APPCC. Ou seja, não é possível adotar o sistema APPCC na indústria, se estes programas não estiverem funcionando perfeitamente.

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa), os PAC constituem programas desenvolvidos, procedimentos descritos, implantados, monitorados e verificados pela indústria, com vistas a assegurar a inocuidade, a identidade, a qualidade e a integridade dos seus produtos. Devem incluir as BPF, o PPHO e o APPCC ou outros equivalentes, reconhecidos pelo MAPA, mas não necessariamente se limitar a esses programas (BRASIL, 2017a).

Todas as indústrias de laticínios devem ter registros sistematizados e auditáveis que possam comprovar a adequação higiênico-sanitária e tecnológica, a fim

de assegurar a identidade, a qualidade, a inocuidade e a integridade econômica, desde a obtenção do leite, a aquisição de insumos e ingredientes até o produto final (BRASIL, 2017a).

A seguir apresentam-se os elementos de controle que devem ser desenvolvidos, descritos, implantados, monitorados e verificados pela indústria como parte do PAC (BRASIL, 2017b):

- a) manutenção (inclui ventilação, iluminação e águas residuais e calibração);
- b) água de abastecimento;
- c) controle integrado de pragas;
- d) higiene industrial e operacional;
- e) higiene e hábitos higiênicos dos funcionários;
- f) procedimentos sanitários operacionais;
- g) controle de matéria-prima;
- h) controle de temperatura;
- i) APPCC;
- j) análises laboratoriais – autocontrole;
- k) análises laboratoriais – atendimento de requisitos sanitários específicos de certificação ou exportação;
- l) controle de formulação de produtos e combate à fraude;
- m) rastreabilidade e recolhimento;
- n) respaldo para certificação oficial.

As atividades realizadas pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) compreendem a inspeção tradicional e a verificação oficial dos autocontroles. Quando o objetivo da fiscalização é verificar os PAC, não são realizados os procedimentos da inspeção tradicional como a coleta de amostras, a reinspeção, os procedimentos de registro ou relacionamento de estabelecimentos (projeto e afins) e o registro de produtos (avaliação e afins) (BRASIL, 2017b).

A Norma Interna nº 1, de 8 de março de 2017 (BRASIL, 2017b), aprovou algumas alterações nos procedimentos relativos à verificação dos autocontroles. Dentre estas, os modelos de formulários, as frequências

e as amostragens mínimas a ser utilizadas na inspeção e fiscalização para verificação oficial dos autocontroles implantados pelos estabelecimentos de produtos de origem animal registrados (SIF) ou relacionados (ER) junto ao Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Dipoa) da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do MAPA, bem como o manual de procedimentos.

A verificação dos PAC pela inspeção ocorre por meio da avaliação in loco e/ou documental, abrangendo os procedimentos executados e os registros gerados pelo monitoramento e verificação previstos nos autocontroles, além de outros documentos de suporte. Em geral, a verificação oficial consiste em um conjunto de ações, procedimentos e análises realizadas pelo SIF, com a finalidade de verificar a efetividade dos autocontroles implantados pelo estabelecimento (BRASIL, 2017b).

Tendo em vista que a fiscalização em estabelecimentos de leite e derivados é realizada em caráter periódico (BRASIL, 2017a), a frequência da verificação dos autocontroles é aplicada de acordo com o cálculo do Risco Estimado (RE), associado ao estabelecimento, conforme Norma Interna nº 2, de 6 de novembro de 2015. Para o cálculo do RE é necessário caracterizar aqueles associados ao volume de produção, à categoria dos produtos fabricados e ao desempenho do estabelecimento (BRASIL, 2015).

Após a definição dos riscos, é aplicada a fórmula para o cálculo do RE que determinará se o estabelecimento terá seus autocontroles verificados quinzenalmente, bimestralmente, semestralmente ou anualmente. Além disso, todos os elementos deverão ser verificados pelo SIF, in loco, no mínimo uma vez por ano (BRASIL, 2017b).

Após a verificação pelo SIF, os estabelecimentos serão notificados oficialmente sobre as não conformidades constatadas, sem prejuízo das ações fiscais e medidas cautelares adotadas de acordo com o previsto na legislação vigente. Após

a notificação, o laticínio tem o prazo de dez dias para apresentar o plano de ações corretivas e preventivas para solucionar as inadequações (BRASIL, 2017b).

O não cumprimento pela indústria dos prazos previstos em seus PAC e nos documentos expedidos em resposta ao SIF, relativos a planos de ação, fiscalizações, autuações, intimações ou notificações, é considerado infração moderada, estando o laticínio sujeito às penalidades definidas no Riispoa. Essa não conformidade pode ser caracterizada como atividades de risco ou situações de ameaça de natureza higiênico-sanitária. Neste caso, o laticínio poderá ter suas atividades suspensas, quando apresentar risco ou ameaça de natureza higiênico-sanitária, ou quando acarretar embarço à ação fiscalizadora (BRASIL, 2017a).

No caso em que a desobediência aos prazos citados estiver relacionada com a adulteração ou falsificação habitual do produto, o laticínio poderá sofrer interdição total ou parcial. O mesmo ocorrerá, quando se verificar a inexistência de condições higiênico-sanitárias adequadas à manutenção ou higiene das instalações (BRASIL, 2017a).

O MAPA poderá determinar a revisão dos PAC dos estabelecimentos, sempre que julgar necessário ou que haja evidência ou suspeita de que um produto lácteo represente risco à saúde pública ou tenha sido alterado, adulterado ou falsificado (BRASIL, 2017a).

IMPORTÂNCIA DA IMPLEMENTAÇÃO DE PROGRAMAS DE AUTOCONTROLE EM LATICÍNIOS

O leite e seus derivados constituem excelente fonte de nutrientes para o ser humano e um meio ideal para o desenvolvimento de microrganismos potencialmente patogênicos (SILVA, 2000; GIANNINO et al., 2009). Este fato, aliado à manipulação inadequada e ao abuso do binômio tempo temperatura em sua conservação e transporte, faz com que tais produtos, frequentemente, apresentem-se contaminados.

A Clínica do Leite elaborou um diagnóstico da qualidade a partir de amostras de leite cru analisadas nos últimos 10 anos. Segundo Cassoli e Machado (2016), entre o período de 2008 e 2012, observou-se uma redução nos valores médios de contagem bacteriana total (CBT), porém, nos anos seguintes, houve uma inversão do cenário com novo aumento nas contagens.

No ano de 2015, foram analisadas amostras de leite cru de 446 indústrias localizadas no estado de Minas Gerais (46%), no de São Paulo (42%), e o restante (12%) distribuído nos estados de Goiás, Paraná, Rio de Janeiro, Mato Grosso do Sul, Ceará e Bahia. A conclusão do documento é que a CBT ainda precisa ser reduzida. No ano de 2015, somente 65% do total de 44 mil fazendas atenderam aos requisitos estabelecidos na Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), do MAPA, cujo limite atual é de 300 mil unidades formadoras de colônias (UFC)/mL (CASSOLI; MACHADO, 2016). No caso das contagens de células somáticas (CCS), para a mesma amostragem, as médias aritmética e geométrica foram de 595 mil CS/mL e 400 mil CS/mL, respectivamente. Esses resultados indicam que os rebanhos apresentaram prevalência de mastite em cerca de 50% das vacas ordenhadas (CASSOLI; SILVA, MACHADO, 2016a).

Os resultados apresentados por Cassoli e Machado (2016) e Cassoli, Silva e Machado (2016) indicam que o Brasil ainda precisa melhorar os processos de obtenção do leite na fazenda, para que todos os produtores atendam aos padrões legais. Além disso, é necessário aprimorar também o transporte e o armazenamento do leite até o seu processamento, visto que a qualidade é reduzida, quando comparado o leite na fazenda e na indústria. Para esses autores, uma medida para a melhoria da qualidade é a definição do destino do leite fora das normas, além da efetiva fiscalização.

Os microrganismos presentes no leite podem comprometer sua qualidade e sua inocuidade e ser veiculados para os seres

humanos por meio da sua ingestão in natura ou beneficiado, além de seus derivados contaminados (SILVA, 2000). O Gráfico 1 demonstra o número de surtos ocorridos no Brasil, no período de 2007 a maio de 2017.

Considerando as informações sobre surtos de doenças de origem alimentar no Brasil (Gráfico 1), pode-se concluir que, embora a distribuição ao longo dos anos seja irregular, a partir de 2014 o número de surtos apresenta-se em queda. Até maio de 2017 foram notificados 133 surtos e 2.014 doentes. Dentre os alimentos envolvidos, o leite e seus derivados representaram 2,8% dos casos notificados em toda a série histórica. Assim, em 10 anos, foram registrados um total de 7.170 surtos, sendo 200 desses causados por laticínios (BRASIL, 2017c).

No Brasil, as doenças de origem alimentar são subnotificadas, ou seja, os dados de incidência e letalidade não correspondem à realidade. Isso ocorre porque, para que um surto seja fechado, é necessário o envolvimento de todos os participantes da cadeia. O consumidor precisa denunciar o ocorrido, as vigilâncias sanitária e epidemiológica precisam trabalhar de forma rápida e eficaz, para que seja possível obter informações por meio do inquérito epidemiológico, colher amostras dos alimentos suspeitos, bem como dos in-

divíduos envolvidos. Também é importante que o corpo médico esteja comprometido e comunique às vigilâncias antes de medicar os doentes, para que sejam feitas as coletas de amostras. Se qualquer um dos participantes falhar, a possibilidade de determinar o alimento e o microrganismo envolvidos torna-se mínima.

Quando uma indústria tem seus produtos envolvidos em surtos, ou quando apresentam perigos ou inconformidades em seus padrões, sua imagem pode ser bastante afetada. Se o produto já estiver no mercado, a empresa deverá recolhê-lo e informar aos consumidores. Além disso, nos dias atuais, com o advento das redes sociais e dos aplicativos de comunicação, as informações rapidamente se espalham, muitas vezes, ganhando grandes proporções e versões distorcidas da realidade.

A competitividade e a sobrevivência da indústria de laticínios no mercado brasileiro dependem de uma gestão da qualidade eficiente e eficaz. Esses fatores estão intimamente relacionados com a capacidade da empresa de garantir a inocuidade e a qualidade dos seus produtos, satisfazendo aos anseios dos consumidores.

Em qualquer indústria de alimentos, uma gestão de qualidade eficaz promove a redução de custos, de retrabalho e de

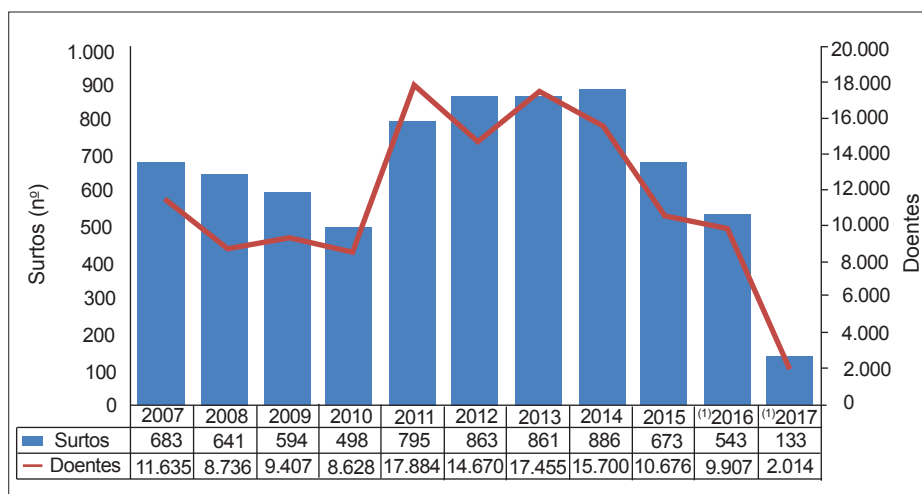


Gráfico 1 - Série histórica de surtos e doentes por doença de origem alimentar no Brasil - 2007 a maio de 2017

Fonte: Brasil (2017c).

(1)Dados sujeitos à atualização.

desperdícios na fabricação dos produtos. O recurso financeiro destinado à implementação do PAC deve ser considerado um investimento, pois reduz os custos de produção, fazendo com que não só a indústria aumente seus lucros, mas também que o produto final tenha um preço mais acessível. Isso é importante, pois grande parte da população ainda considera o preço o fator mais decisivo para escolha do produto lácteo no momento da compra.

Segundo Scalco e Toledo (2002), a qualidade dos derivados lácteos pode ser definida sob perspectivas objetivas e subjetivas. A qualidade objetiva é definida pelas características intrínsecas do produto, as quais constituem os atributos físicos, nutricionais e higiênicos. Por outro lado, a qualidade subjetiva está relacionada com as preferências do consumidor, ou seja, o que este espera sensorialmente do produto, como apresentação, forma, textura, sabor, dentre outros, que contribuem para a sua aceitação ou rejeição.

Dessa forma, são imprescindíveis a garantia da qualidade, bem como a conformidade com os padrões legais do produto, durante todo o processo de fabricação, até o final de sua vida de prateleira. Para isso, etapas como a obtenção do leite, seu armazenamento e transporte, e ainda o transporte, a distribuição e o comércio do produto acabado são importantes, assim como a forma com que o produto é conservado e manipulado pelo consumidor.

O nível de implantação dos programas de qualidade influencia diretamente a qualidade microbiológica dos ambientes, onde ocorre a manipulação e o processamento, incluindo equipamentos e instalações, além do produto final (FORSYTHE, 2013).

Um estudo realizado em Minas Gerais classificou 15 laticínios registrados no SIF segundo o grau de implementação do PAC. Dentre os laticínios pesquisados foram obtidas apenas duas classificações, de acordo com a porcentagem de adequações obtidas por meio de aplicação da lista de verificação (LV): ruim (20% a 49%) e péssimo (0% a 19%). O estudo relacionou o nível

de implementação dos autocontroles com contagens de indicadores e concluiu que os laticínios, com melhor classificação (ruim) na implementação do PAC, apresentaram contagens significativamente menores de aeróbios mesófilos e *Staphylococcus aureus* nas mãos e nas mesas, assim como de fungos filamentosos nos ambientes industriais, quando comparadas com as de pior classificação (péssimo). Confirmou-se que a implantação dos programas de qualidade, influenciam diretamente nas contagens microbiológicas durante o processamento (BENEDITO JÚNIOR, 2017).

Quando o sistema de gestão da qualidade é eficaz e abrange todas as etapas de produção, é possível assegurar que os controles e monitoramentos são realizados de forma adequada e satisfatória, refletindo num produto seguro, de qualidade e com preço justo.

PRINCIPAIS ENTRAVES PARA OBTENÇÃO DA QUALIDADE

A implantação dos sistemas de qualidade pelas indústrias de laticínios requer o compromisso de toda a cadeia produtiva na aplicação de medidas preventivas, no monitoramento, nas ações corretivas, na verificação e no registro das atividades. É imprescindível o envolvimento de toda a equipe para seu sucesso e exige obediência a inúmeras etapas que devem ser desenvolvidas e constantemente reavaliadas.

Muitas são as dificuldades encontradas pelos laticínios na implementação dos programas de qualidade, seja na qualidade do leite recebido, seja na interpretação das normas, na contratação de recursos humanos competentes e capacitados, no treinamento de colaboradores, dentre outras.

Controle da matéria-prima

Em pesquisa realizada no estado de Goiás, por Machado (2014), estudou-se a relação entre o produtor e a indústria. Esse autor concluiu que a principal dificuldade, na visão do produtor, é a falta de transparência na formação do preço, seguida pela falta de clareza sobre o que a indústria

almeja. Por outro lado, a indústria afirma que a principal dificuldade desse relacionamento é o produtor com foco no preço, seguido pelo descumprimento das normas sanitárias e pelo seu pouco conhecimento.

Essa dificuldade de relacionamento entre indústria e produtor pode ser estendida a todos os Estados do Brasil. Com frequência, é possível ouvir relatos de descontentamento de ambas as partes. A indústria, como responsável pelo leite que recebe, tem a obrigação de treinar o produtor. Isso reduziria o fato de o produtor descumprir as normas, ter pouco conhecimento e desconhecer o que a indústria espera dele. O pagamento por qualidade também é importante, pois estimula e valoriza o trabalho do produtor rural. Para isso, é preciso que os requisitos valorizados pela indústria estejam bem estabelecidos e sejam conhecidos pelo produtor.

Por outro lado, o produtor de leite também tem sua parcela de responsabilidade nessa relação. É preciso, principalmente, que esteja disposto a aprender e a mudar velhos hábitos. Deve-se reconhecer como parte do processo para a garantia da qualidade. Para isso, a indústria precisa dispor de programa de treinamento periódico para prevenir e corrigir possíveis falhas, além de trabalhar a conscientização daqueles que lidam diretamente com a produção e a obtenção do leite.

No trabalho de Machado (2014), também foi avaliada a relação entre governo e produtor. Em geral, o governo considera como principal entrave no relacionamento com o produtor, a resistência deste às mudanças tecnológicas, seguidas pelo desinteresse em acessar as políticas públicas e pelo pouco conhecimento do produtor. Na visão do governo, os produtores devem procurar capacitar-se e participar de cooperativas. Para o produtor, o governo deve reduzir as cargas tributárias, criar linhas de crédito que atendam às suas reais necessidades, além de programas de comercialização de leite.

É inegável a necessidade de políticas públicas que auxiliem e facilitem a vida do

produtor rural. O governo pode contribuir no treinamento e na assistência técnica ao produtor por meio das empresas de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater). Além disso, as universidades e instituições de pesquisa também têm um papel fundamental por meio do desenvolvimento de estudos que possam, de fato, ser aplicados no campo. Para isso, além da valorização deste tipo de pesquisa pelos órgãos de fomento, é de extrema importância que os resultados dos trabalhos sejam difundidos e transferidos para o público de interesse.

O produtor rural precisa de assistência veterinária e zootécnica para que aproveite, ao máximo, a produtividade do seu rebanho, além da manutenção da sanidade, incluindo o emprego adequado de vacinas e medicamentos, cumprindo os períodos de carência.

De modo geral, o leite produzido no Brasil possui altas contagens de microrganismos aeróbios mesófilos, psicotróficos, coliformes, além de patógenos (TAMANINI et al., 2008). 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 (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* (COSTA, 2006). A contaminação microbiana do leite pode ser oriunda de diversas fontes, em decorrência, principalmente, de más condições higiênicas na ordenha, de manipuladores, de equipamentos e utensílios, além da água e do próprio animal.

A potabilidade da água usada na propriedade é um ponto bastante crítico na obtenção do leite de qualidade. Grande parte das propriedades não possui água potável, podendo constituir uma das principais vias de transmissão de agentes causadores de

doenças. A água contaminada em contato com a superfície dos tetos pode contaminar os animais, o leite, além de equipamentos e utensílios (ELMOSLEMANY et al., 2010).

A higienização de equipamentos, utensílios e da superfície dos tetos exerce grande influência sobre a qualidade do leite. Os microrganismos presentes nas superfícies de equipamentos podem-se multiplicar, formar biofilmes e ser transferidos para o leite e também de um animal para outro, por meio das teteiras e das mãos dos ordenhadores, quando não são adotadas práticas adequadas de higiene.

Faltam treinamentos em procedimentos de higienização, bem como manutenção adequada de ordenhadeiras, o que predispõe a mastites e favorece à contaminação do leite. Com a implantação do processo de granelização do leite, a higienização de latões tornou-se uma atividade preocupante, pois não mais é realizada na indústria.

A educação continuada dos tiradores de leite também é de extrema importância. Os ordenhadores precisam reconhecer-se como manipuladores de alimentos e adotar práticas higiênicas. É interessante que não estejam envolvidos em mais de uma atividade no momento da ordenha.

Fatores como o tempo e a temperatura de estocagem, bem como as dificuldades de transporte, podem interferir diretamente na qualidade do leite. O treinamento dos responsáveis pelos tanques de expansão e dos motoristas dos caminhões-tanques é de responsabilidade da indústria e imprescindível para garantir a qualidade do leite. O motorista do caminhão tem papel importante no processo, visto que é quem decide se o leite está apto ou não para ser coletado a granel, além de coletar as amostras para envio ao laboratório oficial. Com certa frequência, é possível ouvir relatos de amostras clonadas, ou seja, o motorista, por desconhecer a importância do seu trabalho, coleta todas as amostras de leite em um mesmo tanque de expansão.

Em pesquisa realizada na EPAMIG - Instituto de Laticínios Cândio Tostes (ILCT)⁷, as principais dificuldades encontradas na implementação das Boas Práticas na produção do leite foram a motivação e o envolvimento de funcionários para a nova rotina sugerida, a falta de dados zootécnicos do rebanho, a necessidade de maior tempo para a correção de diversas não conformidades e o melhor controle da mastite. Observou-se a necessidade de uma assistência técnica mais frequente, até que as Boas Práticas sejam incorporadas na rotina dos produtores. Além disso, há necessidade de 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. Dessa forma, é possível concluir que a qualidade da matéria-prima depende essencialmente do treinamento de todos os envolvidos na obtenção do leite, na estocagem e no seu transporte à indústria.

Controle na indústria

Em estudo sobre a relação entre indústria e governo no estado de Goiás, a indústria considerou que o governo deveria criar leis que resguardassem a competitividade e reduzissem os impostos. Por outro lado, o governo deseja que as indústrias promovam o aumento de empregos, disponibilizem produtos de qualidade, atendam às leis sanitárias e ambientais, contribuam para a geração de conhecimento e pesquisa e aumentem a arrecadação de impostos (MACHADO, 2014).

O avanço e o aprimoramento das normas relacionadas com a segurança de alimentos estão sendo vivenciados de forma intensa pelos laticínios registrados no SIF. Nos últimos anos, avolumou-se consideravelmente o número de legislações a ser cumpridas por esses estabelecimentos. Essa variedade de normas e sua compreensão, muitas vezes subjetiva pela

⁷Dados não publicados.

fiscalização, dificulta o atendimento a todas as exigências da indústria (BENEDITO JÚNIOR, 2017).

A eficiência e a eficácia do sistema de gestão da qualidade na indústria de laticínios estão intimamente relacionadas com o grau de envolvimento da alta direção e dos colaboradores da empresa. Não é incomum verificar empresas que possuem departamentos de qualidade que exercem somente função de linha, orientados para atividades tangíveis apenas ao produto. Para garantir a qualidade, as indústrias devem possuir função de suporte, com atividades preventivas, dirigidas ao monitoramento de processos e equipamentos e a programas de educação e de treinamentos (SCALCO; TOLEDO, 2002).

A gestão da qualidade deve possuir visão sistêmica e abranger todos os componentes da cadeia de produção. Não é possível reduzir custos, perdas e retrabalho, bem como prevenir falhas, trabalhando somente para o controle de qualidade do produto final. Todas as etapas do processamento devem ser monitoradas e as ações corretivas necessárias devem ser aplicadas sempre que constatadas não conformidades. Os colaboradores devem ser frequentemente treinados e conscientizados para uma gestão de qualidade eficiente e eficaz. Os gestores precisam integrar o setor de garantia da qualidade com os processos existentes e não criar um estigma frequente de que este é um setor da empresa responsável pela documentação.

Segundo Scalco e Toledo (2002), o sistema de gestão da qualidade na indústria de laticínios deve ser composto pelo controle da qualidade da matéria-prima, controle da qualidade do processo, controle da qualidade do produto final, controle da qualidade no transporte e distribuição e controle da qualidade do produto no ponto de venda. É fundamental, para a garantia de qualidade e inocuidade do produto final, que todas as atividades sejam desempenhadas com eficácia.

A gestão da qualidade dentro da indústria deve abranger a obtenção da matéria-prima. Isto é importante para garantir que

o leite recebido pela indústria foi obtido obedecendo aos requisitos básicos de higiene. Desde 2002, com a aprovação da Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002, pelo MAPA (BRASIL, 2002), a indústria é responsável pelo leite que recebe do produtor. Dessa forma, deve orientar os produtores por meio de programas de treinamentos estabelecidos dentro do seu programa de coleta a granel.

Muitas indústrias de laticínios ainda possuem como principal ação para assegurar a qualidade do leite, a realização das análises microbiológicas e físico-químicas durante a recepção. Embora essas análises sejam obrigatórias e muito importantes para a seleção da matéria-prima, não são suficientes para sanar o problema, quando seus resultados não são trabalhados junto ao produtor.

É fundamental que os laticínios adotem práticas que garantam a qualidade do leite recebido, como assistências técnicas periódicas de caráter preventivo e corretivo, treinamentos, pagamento por qualidade e financiamentos de tanques de resfriamento. Dessa forma, o produtor terá mais estímulo para trabalhar em prol da qualidade, além de melhores condições de trabalho (SCALCO; TOLEDO, 2002).

Indústrias que não possuem um controle eficaz e de qualidade da matéria-prima tendem a priorizar atividades de controle de processo como a higienização de equipamentos e instalações no início e no final da produção, com o objetivo de minimizar possíveis contaminações. Entretanto, essas atividades dependem fortemente de recursos humanos, principalmente em empresas que não têm seus processos automatizados. Assim, a qualificação e a capacitação da mão de obra são fatores de extrema importância, pois o risco de contaminação do produto é bastante significativo (SCALCO; TOLEDO, 2002).

O transporte e o comércio dos produtos, em geral, são etapas negligenciadas pelos laticínios, embora constituam parte do processo e devam ser considerados para a garantia da qualidade do produto final. O transporte e a distribuição de produtos fre-

quentemente são terceirizados, repassando a responsabilidade para a empresa contratada. Apesar disso, é importante que as indústrias realizem controles que garantam que os produtos cheguem aos pontos de venda em condições adequadas de consumo.

A conservação e a exposição dos produtos nos comércios atacadistas ou varejistas também são relevantes para a garantia da qualidade até o consumidor final. Muitos laticínios realizam o controle da qualidade do produto no ponto de venda por meio de orientações quanto ao acondicionamento nas prateleiras de exposição, empilhamento, manuseio e temperatura de armazenamento. Nesta etapa da cadeia, é fundamental a avaliação de desempenho para garantir que os resultados obtidos sejam satisfatórios (SCALCO; TOLEDO, 2002). Esse controle é extremamente importante para garantir que as propriedades iniciais dos produtos serão mantidas durante sua comercialização.

Entraves legais e limitações públicas

É consenso que a gestão da qualidade começa na obtenção da matéria-prima. A Instrução Normativa nº 51, de 18/9/2002 (BRASIL, 2002), estabeleceu a obrigatoriedade de avaliação do leite dos produtores, por laboratórios da Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL). Além disso, determinou a granelização do leite e definiu limites legais de qualidade, iniciando um importante processo de mudanças na cadeia produtiva do leite e derivados, visando à melhoria da sua qualidade.

Ações de fiscalização vêm sendo implementadas desde então, com a definição de gestores estaduais para avaliação da execução da Instrução Normativa nº 51, de 18/9/2002 (BRASIL, 2002). Também foram realizadas reuniões de nivelamento pela Divisão de Inspeção de Leite e Derivados (Dilei), já extinta, para harmonização de procedimentos que acarretaram na adoção de ações fiscais perante estabelecimentos que não enviam amostras para a RBQL e/ou não executam programa de

educação continuada junto aos produtores, obrigatório pela norma.

Contudo, a frequente redução de recursos humanos na fiscalização periódica, a ausência de cobrança de outros órgãos de fiscalização estaduais e municipais e a situação multifatorial que envolve a qualidade do leite no Brasil, dificultam um avanço significativo de atendimento aos padrões legais exigidos na norma.

A criação e a atualização de normas regulamentares para toda a cadeia de leite e derivados devem acompanhar a evolução do mercado, das indústrias e dos consumidores, entretanto, muitos são os entraves que impedem que isso ocorra.

Como exemplo, a norma de destinação do leite e produtos lácteos, incluindo os critérios definidos na Instrução Normativa nº 51, de 8/9/2002 (BRASIL, 2002), alterada pela Instrução Normativa nº 62, de 29/12/2011 (BRASIL, 2011), não poderia ser elaborada sem que houvesse atualização do Riispoa. Isto se justifica uma vez que o Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952 (BRASIL, 1952), definia apenas duas destinações possíveis para o leite não conforme, o desnate para uso do creme para manteiga comum e o leite em pó de uso industrial. Com a publicação do Decreto nº 9.013, de 29/3/2017 (BRASIL, 2017a), a criação da norma tornou-se imprescindível e consta na agenda regulatória do Dipoa.

Porém, cumpre ressaltar, que a melhoria do leite brasileiro não acontecerá apenas por cobrança da fiscalização junto às indústrias. Também são necessárias a adoção de políticas públicas voltadas especificamente para a instrução adequada e continuada ao produtor, para a estruturação das estradas rurais, a liberação de linha de crédito para aquisição de equipamentos de refrigeração, o estabelecimento de pagamento por qualidade por todas as empresas, o envolvimento dos Serviços de Inspeção estaduais e municipais, a consolidação da RBQL com o apoio pessoal e o estrutural adequados para o laboratório de referência – Laboratório Nacional Agropecuário em Minas Gerais (LANAGRO-MG) – para que possam executar os Programas Interla-

boratoriais e realizar as auditorias de forma a avaliar a qualidade dos serviços prestados pelos laboratórios da Rede.

Sem a atenção necessária a estas questões, o avanço da qualidade do leite ficará consideravelmente prejudicado, tendo em vista a responsabilidade de todos os elos da cadeia neste processo.

IMPLEMENTAÇÃO DE PROGRAMAS DE AUTOCONTROLE NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

O grau de implementação de sistemas de garantia de qualidade na indústria pode ser avaliado, segundo Santos e Hoffmann (2010), por meio de técnicas classificadas em quantitativas e qualitativas. A avaliação quantitativa abrange a enumeração de indicadores de contaminação e as qualitativas estão relacionadas com a análise observacional por meio da aplicação de uma LV ou *check-list*.

A LV é uma ferramenta utilizada para avaliar as condições higiênico-sanitárias de estabelecimentos produtores de alimentos, a fim de eliminar ou reduzir riscos de contaminações físicas, químicas e biológicas que possam comprometer a saúde do consumidor. Permite avaliar requisitos relativos a recursos humanos, condições ambientais, instalações, edificações e saneamento, equipamentos, sanitização, produção, embalagem e rotulagem, controle de qualidade e controle de condições de armazenamentos nos mercados. Esta avaliação específica possibilita levantar itens não conformes e traçar ações corretivas para adequação de instalações, processos produtivos e procedimentos.

A LV permite realizar um diagnóstico das condições da fábrica e da implementação dos programas de qualidade. Por esse motivo, deve ser a primeira etapa para atingir tais objetivos. Assim, quando a gerência responsável deseja conhecer o nível de não conformidades presentes na indústria, pode lançar mão do uso dessa ferramenta. É interessante que, a partir de sua aplicação na fábrica, seja elaborado um relatório de auditoria onde serão listadas todas as não conformidades e suas respectivas ações

corretivas. Também é interessante classificar as não conformidades encontradas em função do risco de contaminação ou para a queda de qualidade do produto.

De posse dessas informações, as gerências de qualidade e de finanças podem elaborar um cronograma de adequações, caso a empresa não possa solucionar imediatamente todas as não conformidades. Esse cronograma será estabelecido em função da classificação de risco de cada não conformidade, sendo resolvidas imediatamente as de alto risco, seguidas pelas de médio e de baixo riscos.

Esses documentos embasam e auxiliam o gerente de qualidade na justificativa junto à alta direção da empresa para o emprego dos recursos necessários para solucionar as não conformidades, treinamentos e contratação de novos funcionários. A decisão sobre o modelo de LV a ser utilizado, bem como do relatório de auditoria é individual do profissional que irá fazer a verificação.

O sistema de garantia da qualidade deve ser avaliado periodicamente por auditores internos ou externos. Segundo Stangarlin et al. (2014), é importante que o profissional esteja devidamente treinado, apresentando postura observadora e imparcial, tenha conhecimento sobre a legislação e, de preferência, sobre as particularidades dos setores, para que o diagnóstico retrate a realidade do que está sendo avaliado.

A investigação da causa raiz das não conformidades é um fator determinante para o êxito da implementação das ações corretivas definidas para a tratativa das não conformidades detectadas por meio da aplicação da LV. Essa medida sistemática contribui para a abrangência da atuação do sistema de gestão em todas as etapas de processo.

A implementação dos programas de qualidade nas fábricas de laticínios deve abranger o treinamento de todos os funcionários. Os monitores dos autocontroles devem ter conhecimento específico, o que lhes permite compreender as etapas do processamento, seus possíveis contaminantes, os limites críticos avaliados, a ação corretiva perante algum desvio, dentre outros.

Todos os programas de qualidade devem estar descritos em manuais disponíveis aos colaboradores da empresa e à inspeção. Dessa forma, é imprescindível que estejam em linguagem clara, simples e objetiva. Os documentos devem ser revisados sempre que necessário, a fim de acompanhar as modificações realizadas na fábrica, seja em procedimentos de higienização, tecnologia, seja em fornecedores, etc.

É interessante que os procedimentos realizados na fábrica sejam descritos em conjunto com os funcionários que irão realizá-los. Dessa forma, é possível fazer com que estes se sintam incluídos no processo, entendam e respeitem possíveis alterações.

Ao avaliar um procedimento de higienização, por exemplo, é importante que o responsável pela qualidade verifique as indicações do fabricante dos produtos empregados e certifique-se que as concentrações, tempo e temperaturas utilizados estejam corretos. Além disso, é fundamental validar o procedimento por meio de contagens de microrganismos indicadores. Posteriormente, os processos podem ser avaliados rotineiramente por verificação visual, emprego de análises microbiológicas e testes rápidos como ATP-bioluminescência, que indicam se a superfície foi bem higienizada. Deve-se, ainda, realizar testes com indicadores como a fenolftaleína e o metilorange para verificar a permanência de resíduos de detergentes alcalinos e ácidos, respectivamente, na água de enxágue de equipamentos, ou verificar se o pH encontra-se em torno de 7,0 (ANDRADE, 2008).

Embora não haja legislação nacional que regulamente a utilização de análises microbiológicas, para realização de controles durante as etapas de produção, essa prática é muito útil para verificar a contaminação ao longo do processamento industrial. Para isso, é possível utilizar referências internacionais sobre contagens de microrganismos indicadores em equipamentos e utensílios. A recomendação da American Public Health Association (APHA) (EVANCHO et al., 2001), para

aeróbios mesófilos de superfícies em contato com alimento é de até 2 UFC/cm². Essa recomendação é considerada rígida para as condições brasileiras, por isso alguns pesquisadores e algumas instituições admitem contagens de até 50 UFC/cm² de superfície (OMS, 1991 apud ANDRADE; SILVA; BRABES, 2003).

Também não há padrão ou especificações para contagens microbiológicas para as mãos (ANDRADE, 2008), porém, análises de coliformes avaliam as condições higiênicas e as de *S. aureus* revelam as condições higiênico-sanitárias (ANVISA, 2001).

Dessa forma, a implementação de programas de qualidade na indústria somente será eficaz se todos os envolvidos se empenharem em realizar com primor suas funções. Todos que trabalharem em prol da qualidade colherão os frutos do seu esforço. Outrossim, o fracasso da indústria também será considerado responsabilidade de todos os envolvidos no processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda há muito o que fazer para uma gestão de qualidade eficiente e eficaz nas indústrias, que seja capaz de garantir a qualidade e a inocuidade do produto final. Embora haja muitas normas de qualidade, o MAPA e órgãos de inspeção estaduais e municipais precisam aumentar sua atuação perante os laticínios, cobrando que essas normas sejam, de fato, cumpridas. Por outro lado, os laticínios também precisam se empenhar mais na implementação dos programas de qualidade, uma vez que são responsáveis pelos produtos ofertados à população.

É importante que as indústrias estabeleçam uma abordagem preventiva em seus sistemas de qualidade, reduzindo, assim, a dependência na inspeção final para a verificação da qualidade e da inocuidade do produto acabado. Para isso, é imprescindível o controle da matéria-prima, das etapas do processamento, do transporte e da comercialização dos produtos acabados.

Dessa forma, unindo os esforços dos produtores rurais, das indústrias e dos go-

vernios federal, estaduais e municipais, será possível oferecer ao consumidor o produto que deseja e merece.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, N.J. de. **Higiene na indústria de alimentos**: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos. São Paulo: Varela, 2008. 400p.

ANDRADE, N.J. de; SILVA, R.M.M. da; BRABES, K.C.S. Avaliação das condições microbiológicas em unidades de alimentação e nutrição. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.3, p.590-596, maio/jun. 2003.

ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2001. Seção 1.

BRASIL. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o Novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 7 jul. 1952.

BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 mar. 2017a. Seção 1, p.3.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. 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, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 29 set. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 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, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 nov. 2011. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico sobre as condições Higiénico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para estabelecimentos elaboradores/industrializadores de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 8 set. 1997. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Norma Interna DIPOA/SDA nº 2, de 6 de novembro de 2015. Estabelece os procedimentos para cálculo do Risco Estimado Associado ao Estabelecimento (RE) para determinar a frequência mínima de fiscalização em estabelecimentos registrados ou relacionados no Serviço de Inspeção Federal, sujeitos à inspeção periódica. **Boletim de Pessoal e de Serviços do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Brasília, n.31, 10 nov. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Norma Interna DIPOA/SDA nº 1, de 8 de março de 2017. Aprova os modelos de formulários, estabelece as frequências e as amostragens mínimas a serem utilizadas na inspeção e fiscalização, para verificação oficial dos autocontroles implantados pelos estabelecimentos de produtos de origem animal registrados (SIF) ou relacionados (ER) junto ao DIPOA/SDA, bem como o manual de procedimentos. **Boletim de Pessoal e de Serviços do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Brasília, n.007, 10 mar. 2017b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998. Institui o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC a ser implantado, gradativamente, nas indústrias de produtos de origem animal sob o regime do Serviço de Inspeção Federal - SIF, de acordo com o Manual Genérico de Procedimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 mar. 1998. Seção 1, p.24.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução nº 10, de 22

de maio de 2003. Institui o Programa Genérico de Procedimentos - Padrão de Higiene Operacional - PPHO, a ser utilizado nos estabelecimentos de leite e derivados que funcionam sob o regime de inspeção federal, como etapa preliminar e essencial dos Programas de Segurança Alimentar do tipo APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 28 maio 2003. Seção 1, p.4.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Surtos de doenças transmitidas por alimentos**. Brasília, 2017c. 17p.

CASSOLI, L.D.; MACHADO. P.F. **CBT**: contagem bacteriana total. Piracicaba: Clínica do Leite - ESALQ/USP, 2016. 40p. (Clínica do Leite. Mapa da Qualidade do Leite, 2).

CASSOLI, L.D.; SILVA, J. da; MACHADO. P.F. **CCS**: contagem de células somáticas. Piracicaba: Clínica do Leite - ESALQ/USP, 2016. 34p. (Clínica do Leite. Mapa da Qualidade, 1).

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 “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006.

CROSBY, P.B. **Qualidade é investimento**. 6.ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1994. 241p.

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.

EVANCHO, G.M. et al. Microbiological monitoring of the foods processing environment. In: DOWNES, F.P.; ITO, K. (Ed.). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4th ed. Washington: APHA, 2001. cap. 3, p. 25-35.

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da segurança alimentar**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 607p.

GARVIN, D.A. **Gerenciando a qualidade**: a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992. 357p.

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.

BENEDITO JÚNIOR, H.S. **Associação entre as condições higiênico-sanitárias de indústrias de laticínios e o nível de adequação na implementação de programas de autocontrole**. 2016. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

MACHADO, K.B. **A dinâmica das transações na cadeia produtiva do leite: uma análise das relações entre produtor, indústria e governo**. 2014. 144f. Dissertação (Mestrado em Agropedagogia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2014.

MASTRANTONIO, S. Di S.; TOLEDO, J.C. de. A gestão da qualidade em fabricantes de equipamentos para a indústria de alimentos. **ENGEVISTA**, v.15, n.3, p.313-330, dez. 2013.

SANTOS, V.A.Q.; HOFFMANN, FL. Avaliação das Boas Práticas de Fabricação em linha de processamento de queijos Minas frescal e ricota. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.67, n.2, p.222-228, 2010.

SCALCO, A.R.; TOLEDO, J.C. de. A gestão da qualidade em laticínios do estado de São Paulo: situação atual e recomendações. **Revista de Administração**, São Paulo, v.37, n.2, p.17-25, abr./jun. 2002.

SILVA, R.G. da. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

STANGARLIN, L. et al. **Instrumentos para diagnóstico das Boas Práticas de Manipulação em serviços de alimentação**. Curitiba: Rubio, 2014. 224p.

TAMANINI, R. et al. Bactérias ácido lácticas isoladas de leite cru com atividade antagonista a *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 35., 2008, Gramado. [Anais...] A veterinária no contexto da qualidade de vida humana, bem-estar animal e respeito ao meio ambiente. Gramado: SBMV, 2008. p. R0485-1. 1 CD-ROM.

ZOCCAL, R. Ações e tendências nas indústrias de laticínios. **Balde Branco**, São Paulo, v.52, n.632, p.8-9, jun. 2017. Disponível em: <<http://www.baldebranco.com.br/acoes-e-tendencias-nas-industrias-de-laticinios/>>. Acesso em: 18 ago. 2017.

Parâmetros de qualidade do leite para a produção de lácteos

Kely Tatianne Costa Santana¹, Camila Almeida de Jesus², Lilian Ferreira Neves³, Roberta Ribeiro da Cruz Cangussu⁴, Denise Sobral⁵, Maximiliano Soares Pinto⁶

Resumo - Vários são os fatores que podem comprometer a qualidade do leite e seus derivados, como ausência de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e de Boas Práticas de Ordenha, presença de resíduos de substâncias químicas, manipulação inadequada dos produtos, sanidade do rebanho comprometida e fraudes que, por sua vez, alteram as características físico-químicas do leite e, conseqüentemente, a qualidade do produto final. O leite é um alimento rico nutricionalmente e, por apresentar condições favoráveis ao crescimento microbiano, merece atenção especial em todas as etapas de produção, desde o manejo animal até o produto acabado. A adoção de práticas mantenedoras da qualidade do leite é tecnicamente de fácil acesso na maioria das vezes, como, por exemplo, resfriamento do leite por determinado período, controle de resíduos de antibióticos, ordenha e manejo adequados do gado. Entretanto, o setor carece de investimentos e ações de pesquisa e extensão para aumentar a conscientização da indústria, produtores e consumidores.

Palavras-chave: Laticínios. Segurança alimentar. Boas Práticas Agropecuárias. Parâmetros físico-químicos. Parâmetros higiênico-sanitários.

Milk quality parameters for dairy production

Abstract - There are several factors that can compromise the quality of milk and dairy products, such as the absence of good manufacturing practices and good milking practices, presence of chemical residues, improper handling of products, herd health and frauds that, alter the physicochemical characteristics of milk and, consequently, the quality of the final product. In addition, milk is a nutritionally rich food and, because of the favorable conditions for microbial growth, deserves special attention in all stages of production, from animal husbandry to finished product. The adoption of practices that maintain milk quality is technically easily accessible in most cases, such as milk cooling for a given period, control of antibiotic residues, proper milking and management of livestock. However, the sector lacks research investments and extension actions to raise the awareness of industry, producers and consumers.

Keywords: Dairy. Food safety. Good agricultural practices. Physico-chemical parameters. Hygienic-sanitary parameters.

INTRODUÇÃO

Os testes empregados para avaliar a qualidade do leite fluido constituem normas regulamentares em todos os países. Há pequena variação entre os parâmetros avaliados e/ou tipos de testes empregados. De modo geral, são avaliadas as características físico-químicas e sensoriais, como sabor, odor, e definidos parâmetros de

baixa contagem de bactérias, ausência de microrganismos patogênicos, baixa contagem de células somáticas (CCS), ausência de conservantes químicos e de resíduos de antibióticos, pesticidas ou outras drogas (BRITO; BRITO, 2001).

Apesar de alguns avanços no setor leiteiro, como o crescimento deste em quase 80% nos últimos seis anos, conforme

Tabela 1, o leite brasileiro ainda possui qualidade insatisfatória, principalmente por fatores de ordem social, econômica, cultural e até mesmo climática existentes no País.

Socialmente, pode-se destacar o baixo poder de investimento do produtor de leite no Brasil. Embora o País seja um dos maiores produtores de leite, com produção

¹Graduanda Engenharia de Alimentos UFMG - Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, MG, kelytcs@gmail.com

²Eng. Alimentos, Mestranda Produção Animal UFMG - Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, MG, camilalmeida@gmail.com

³Nutricionista, Mestranda Produção Animal UFMG - Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, MG, lilian.nutricao@hotmail.com

⁴Eng. Alimentos, Mestranda Produção Animal UFMG - Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, MG, roberta_cangussu@hotmail.com

⁵Eng. Alimentos, D.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, denisesobral@epamig.br

⁶Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Prof. Adj. UFMG - Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, MG, maxonze@yahoo.com.br

Tabela 1 - Números do setor leiteiro no Brasil

Item	Valores
Produção de leite em 2015	34 bilhões de litros
Ranking mundial	4º lugar
Importação de leite de jan. a jun. 2016	1,1 bilhão de litros
Número de produtores de leite	1,3 milhão
Rebanho de vacas ordenhadas	23 milhões
Trabalhadores envolvidos	4 milhões
Laticínios com SIF	2 mil
Captação anual dos laticínios registrados	24 bilhões de litros
Valor bruto da produção de leite em 2015	R\$ 28,9 bilhões
Consumo per capita de lácteos	170 litros/habitante/ano
Consumo per capita de leite	60 litros/habitante/ano
Crescimento do mercado de lácteos 2011-2015	78%
Setor leiteiro e o Agronegócio em 2015	R\$ 60 bilhões

Fonte: Zoccal (2016).

Nota: SIF - Serviço de Inspeção Federal.

estimada em 34 bilhões de litros por ano, a comercialização desse produto no Brasil é majoritariamente informal.

Estima-se que o País possua 1.350 mil produtores de leite. Desses, apenas 250 mil comercializam a sua produção formalmente, e 450 mil produzem apenas para consumo próprio. Todo o restante comercializa leite informalmente, sendo a média diária do produtor brasileiro de 244 L (MILK POINT, 2013), diferentemente de outros países onde a produção média por produtor é maior, o que aumenta o poder de investimento e barganha.

Quanto à produção de lácteos, a qualidade do leite é de suma importância sob vários aspectos, pois pode definir pontos-chave da produção, como vida de prateleira, rendimento industrial, inocuidade e valor nutricional (DIAS; ANTES, 2014). Além disso, uma cadeia produtora organizada permite maior geração de empregos, aumento da receita de impostos e, conseqüentemente, melhoria dos serviços públicos.

As mudanças nas exigências para exportação de produtos lácteos, para formulações e as expectativas dos consumidores resultaram em demanda por produtos lácteos que atendam a altos padrões de qualidade e com maior vida de prateleira. Para atender a estes pré-requisitos, as indústrias estão exigindo matéria-prima de alta

qualidade, com níveis de proteína e gordura dentro da norma, isentos de sabores, odores, resíduos de fármacos detectáveis e adulterantes, além de baixas contagens de bactérias totais (CBTs) e CCS (MURPHY et al. 2016). Ainda que seja observada essa demanda pelo aumento da qualidade, o Brasil necessita de mais investimentos governamentais, apoio da iniciativa privada e maior proximidade entre instituições de pesquisa, órgãos de extensão e pequeno produtor, maior responsável pela produção de leite do País.

A obtenção de produtos lácteos de qualidade fica comprometida com matéria-prima de qualidade inferior. Os parâmetros para determinação da qualidade do leite podem ser divididos em físico-químicos, de composição e higiênico-sanitários.

Em parâmetros de composição, são verificados os teores de gordura, proteína e extrato seco desengordurado. Já em parâmetros higiênico-sanitários são averiguados CBT, CCS e detecção de resíduos de antibióticos. Os físico-químicos são acidez titulável, crioscopia e densidade a 15 °C (DIAS; ANTES, 2014).

Dentro desse cenário, o objetivo com este trabalho foi apresentar os principais fatores que afetam a qualidade do leite na elaboração de produtos lácteos, a fim de

sugerir soluções para evitar o aparecimento de falhas e prevenir possíveis defeitos.

COMPOSIÇÃO DO LEITE

A composição do leite tem relação direta tanto com sua qualidade sensorial, reológica e microbiológica como também com a de seus derivados. As alterações em sua composição devem ser controladas e sempre intencionais, para que não afete a qualidade do produto final. O controle dessas alterações é fundamental para a fabricação de grande variedade e identidade dos produtos lácteos.

Gordura

Dentre os nutrientes do leite, pode-se destacar a gordura como sendo o componente tecnológico de maior importância, pelo fato de apresentar grandes alterações em função de diversos fatores, como idade, alimentação e manejo do gado, genética, raça do animal, escore corporal, época do ano, número de ordenhas e também situações de estresse, determinantes para a qualidade composicional.

De acordo com Singh e Gallier (2017), o leite bovino pode conter de 3,5% a 5,2% de lipídeos em sua composição total, sendo, 98% desse valor, triglicerídeos. A gordura do leite é também veículo de outras substâncias importantes, como vitaminas lipossolúveis, carotenoides e compostos aromatizantes voláteis.

O leite pode ser considerado uma emulsão óleo em água, em que glóbulos de gordura estão estabilizados e dispersos, graças a uma camada de membrana complexa que recobre estes glóbulos. O comportamento desta emulsão é afetado pelos processos aplicados ao leite, para a produção de derivados (JUKKOLA; ROJAS, 2017).

No processo de industrialização, a gordura pode afetar propriedades físicas e químicas dos alimentos. Durante o processamento, pode modificar o comportamento do produto quanto à estabilidade ao calor, viscosidade, cristalização e propriedades de aeração. No pós-processamento, tende a afetar características de sensibilidade à

quebra/corte, migração e dispersão e também o rendimento do produto. Na etapa final de armazenamento pode influenciar a estabilidade física (emulsificação, migração ou separação de gordura) e química (rancidez ou oxidação) do produto (SAUDABILIDADE..., 2015).

A gordura é de extrema importância para os derivados de leite, como o creme de leite que deve apresentar no mínimo 45% de gordura láctea e acidez máxima de 0,20% de ácido láctico, devendo também ser armazenado à temperatura de 0 °C a 5 °C, para que suas características sejam mantidas. Para a manteiga, o teor de gordura mínimo deve ser de 82% e a umidade máxima de 16% (RICHARDS, 2017).

Do ponto de vista sensorial, o teor de gordura influencia as principais características de produtos alimentícios, como aparência (brilho, translucidez, coloração, uniformidade da superfície e cristalinidade); textura (viscosidade, elasticidade e dureza); sabor (desenvolvimento, intensidade e liberação de flavor e perfil de sabor) e a sensação na boca (derretimento, cremosidade, lubricidade, espessura) (SAUDABILIDADE..., 2015).

Cada derivado lácteo requer teor específico de gordura na composição do leite a ser utilizado na fabricação. A padronização do leite deve ser feita em função do derivado a ser obtido. O leite pasteurizado pode ser classificado de acordo com o teor de matéria gorda em leite pasteurizado integral (mínimo de 3%); leite pasteurizado semidesnatado (0,6% a 2,9%) e leite pasteurizado desnatado (máximo de 0,5%) (BRASIL, 2011). Considerando um mesmo derivado, a quantidade de gordura é utilizada para classificar diferentes tipos de queijos, e também é responsável pelo sabor característico em queijos maturados por bactérias, fungos e/ou leveduras lipolíticas. O teor de gordura classifica também o creme de leite em baixo teor de gordura ou leve (mínimo de 10% e máximo de 19,9% de gordura); creme (mínimo de 20% e máximo de 49,9% de gordura) e alto teor gorduroso (mínimo de 50%) e a manteiga

com teor de gordura de no mínimo 82%, sendo que a manteiga salgada não poderá apresentar teor inferior a 80% (BRASIL, 2011). Investimentos no controle de qualidade como infraestrutura e recursos humanos tornam-se necessários para garantir produtos padronizados, aceitos sensorialmente, competitivos no mercado e seguros para o consumo.

Proteínas

Ainda que o teor de proteínas não sofra alteração em comparação à gordura presente no leite, sua importância tecnológica na fabricação de derivados lácteos deve ser ressaltada. O teor de proteínas deve ser monitorado, para que os produtos tenham valores mínimos, preconizados pelos padrões de identidade e de qualidade dos derivados exigidos por lei.

Além disso, as proteínas exercem papel fundamental na viscosidade de leites e bebidas lácteas fermentados, sendo responsáveis pela formação da matriz proteica que minimiza a sinérese nesses produtos. Em outros países, o teor de proteína do leite deve ser aumentado com a adição de leite em pó ou concentração por evaporação da água, para fabricação de leites fermentados (TAMIME; ROBINSON, 2000).

A legislação brasileira preconiza valores mínimos de proteínas para diversos lácteos. No caso específico de queijos feitos com leite ou leite reconstituído, a relação entre proteínas do soro e caseína não pode exceder à do leite, podendo os queijos conter 80% de caseína e 20% de proteínas do soro.

O teor de proteínas em bebidas lácteas varia de 1% a 1,7% (BRASIL, 2017ab).

Na fabricação de queijos, o teor de proteína influencia na firmeza do gel durante a coagulação e na qualidade do queijo produzido. Outro fato a ser considerado é que o leite destinado à fabricação de queijos com maiores teores de caseína aumenta o rendimento da fabricação e pode influenciar positivamente também no fator econômico.

Demais componentes

Os teores de lactose, sais minerais e vitaminas são importantes para determinar a qualidade da composição. Embora esses componentes exerçam influência tecnológica nos derivados, salvo raras exceções, a indústria dá pouca ou nenhuma importância a estes para a fabricação da maioria dos derivados. Tal fato pode ser explicado pela baixa variação de alguns componentes, como por exemplo a lactose, e também por aspectos legais que não preconizam limites mínimos para tais componentes e, quando recomendam, situam-se abaixo do mínimo encontrado normalmente no leite.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Na análise de parâmetros físico-químicos, o leite é avaliado quanto à estabilidade ao alizarol, acidez titulável, densidade relativa e índice crioscópico. O novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa) preconiza novos parâmetros físico-químicos para o leite, como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 - Especificações físico-químicas do leite

Leite	Especificações
Gordura mínima	3,0%
Proteína mínima	2,9%
Lactose mínima	4,3%
Sólidos não gordurosos mínimos	8,4%
Sólidos totais mínimos	11,4%
Acidez titulável	0,14% a 0,18%
Densidade a 15 °C	1,028-1,034 g/mL
Crioscopia	-0,530-0,555 °H

Fonte: Brasil (2017ab).

O teste do alizarol foi muito utilizado pela indústria para determinar a acidez do leite de forma rápida por meio de sua coloração, resultante da mistura do leite com a solução de alizarol. Vale destacar que, embora abolido nos demais países, o teste foi mantido na Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), o que indica que o leite no Brasil ainda apresenta problemas microbiológicos. Além disso, esse teste pode apresentar resultados falsos positivos em leite instável não ácido (Lina).

O perfil físico-químico do leite pode ser utilizado como indicador de qualidade na fabricação de derivados. Dentre esses perfis merecem destaque o pH e a acidez titulável na produção de leite e bebida láctea fermentados, a densidade do leite para a fabricação principalmente de queijos, pois, juntamente com o teor de gordura, auxilia na determinação do extrato seco total do leite.

Acidez e pH

O teor de acidez do leite é importante na fabricação de derivados. Alto teor de acidez indica o crescimento microbiano na matéria-prima e pode resultar em defeitos nos derivados como grumos e má-formação do coágulo em leites fermentados. Ainda que o teor de acidez do leite esteja no intervalo desejado, este deve ser reduzido, quando o leite é destinado à fabricação de doce de leite, para aumentar a estabilidade no tratamento térmico durante o processo de fabricação.

O leite cru possui pH levemente ácido entre 6,6 e 6,8, decorrente de alguns de seus compostos naturais que possuem caráter ácido, como citratos, fosfatos, CO₂ e caseína. Outros fatores podem influenciar o pH. O leite é um alimento altamente nutritivo e apresenta condições ideais de desenvolvimento de vários microrganismos. Quando obtido, processado e armazenado sob condições inadequadas pode ser facilmente contaminado, o que resultará em aumento nas contagens bacterianas, interferindo na acidez e, conseqüentemente, no pH. O pH

é de suma importância para a segurança de todos os alimentos, uma vez que por meio deste atributo é que se determinam limites para a multiplicação de patógenos.

Alimentos com pH abaixo de 4,5 são potencialmente seguros para consumo em função de não apresentarem condições de crescimento para patógenos veiculados por alimentos. O leite apresenta pH superior a este valor tornando-o, assim, propício para o desenvolvimento de diversos microrganismos.

Dentre os derivados de leite, uma atenção especial deve ser dada aos queijos frescos fabricados com leite cru que comumente apresentam valores elevados de pH e são responsáveis por surtos de intoxicação e infecção alimentar. Zeni, Marchi e De Carli (2014) verificaram que em queijos fabricados a partir de leite com pH baixo, a consistência do produto ficou quebradiça, resultando em queijos mais secos. Já queijos fabricados a partir de leite com pH mais elevado deu-se origem a um produto com alto teor de umidade, o que prejudica a conservação, favorece a multiplicação de patógenos e modifica a consistência. Outros fatores, além do pH, influenciam o desenvolvimento de microrganismos patogênicos em queijos e devem ser considerados.

Os leites fermentados possuem pH abaixo do limite mínimo de crescimento para patógenos, o que os torna seguros microbiologicamente para consumo. Entretanto, esse atributo merece atenção especial em leites fermentados para obtenção de suas características reológicas e sensoriais. Estudos mostram que a utilização de estirpes de culturas lácticas capazes de crescer à temperatura de refrigeração pode resultar em diminuição da vida de prateleira de leites fermentados, uma vez que mesmo sob refrigeração diminuem o pH, o que favorece o crescimento acelerado de fungos filamentosos e leveduras, além de aumentar consideravelmente a sinérese.

Densidade

A densidade pode ser determinada no leite pela relação entre a massa e o volume,

normalmente medida a 15 °C ou corrigida para essa temperatura. A densidade do leite é, em média, 1,032 g/mL, mas pode variar entre 1,023 e 1,040 g/mL (PEREIRA et al., 2001).

Com esse parâmetro é possível avaliar a relação entre os sólidos e os solventes no leite e, juntamente com a análise de gordura, é possível determinar o teor de sólidos totais. Valores de densidade abaixo do nível normal geralmente estão relacionados com fraudes no leite, porém podem ocorrer também por problemas nutricionais ou de saúde do animal. Independentemente da origem do problema, é importante assegurar que a fabricação de derivados de leite seja feita a partir de leite com densidade dentro dos limites preconizados.

Crioscopia

A crioscopia corresponde à medição do ponto de congelamento do leite em relação ao da água. O ponto de congelamento do leite é de aproximadamente -0,512 °C a -0,536 °C, dependendo dos mesmos fatores que interferem na composição do leite. Este método é comumente utilizado para detecção de fraude em leite, principalmente com água.

É imprescindível que o leite esteja com o ponto de congelamento adequado para a produção de derivados, pelo grande impacto econômico que a fraude pode causar para a indústria e para o consumidor. O leite fraudado ocasiona perda nutricional e econômica em razão do aumento de custos de produção, além de elevar substancialmente o risco de contaminação microbiana proveniente da água ou de outras substâncias adicionadas.

Para a fabricação de bebida láctea fermentada, a mistura de leite e soro que será submetida ao tratamento térmico apresenta ponto de congelamento mais próximo da água em função da diluição que acontece e do decréscimo do valor nutricional do leite ao adicionar soro. Leites modificados, como leite sem lactose ou outras formulações, podem possuir ponto de congelamento fora do intervalo apresentado pelo

leite normal em função da variação dos constituintes.

Muitas indústrias utilizam leite em pó reconstituído para a fabricação de leites fermentados, e a determinação da crioscopia do leite após a reconstituição é determinante para garantir a qualidade do produto final.

PARÂMETROS HIGIÊNICO-SANITÁRIOS

Os cuidados higiênico-sanitários são de fundamental importância para a qualidade do leite e de seus derivados. Perdas econômicas e risco de intoxicação e infecção alimentar são comumente provocados por descuidos no controle higiênico-sanitário do rebanho leiteiro e também na fabricação dos derivados do leite. É notório que a maioria dos procedimentos, que devem ser seguidos para obtenção de produtos seguros para o consumo, é acessível e de fácil aplicação. Todavia é ignorado muitas vezes por falta de conscientização.

Tomando-se como premissa que a qualidade do leite e dos produtos lácteos deve ser mantida desde os cuidados com o rebanho, tal panorama pode ser modificado por meio de ações corretivas e conscientização dos produtores no que diz respeito à vacinação do rebanho, implementação de boas práticas de obtenção do leite e fabricação dos derivados, diminuição da mastite, utilização de leite livre de resíduos de antibióticos e refrigeração do leite à temperatura adequada, abaixo de 4 °C.

A Instrução Normativa nº 62, de 29/12/2011, estabelece a temperatura máxima de 7 °C para conservação do leite na propriedade rural e no tanque comunitário, e 10 °C no estabelecimento onde o leite será processado. Os tanques de expansão devem manter o leite refrigerado a temperaturas inferiores a 4 °C, no período máximo de até 3 horas após a ordenha, e o tempo ideal entre a ordenha e o recebimento do leite no estabelecimento é no máximo de 24 horas (BRASIL, 2011).

Controle microbiano

A carga microbiana inicial do leite é a concentração de microrganismos presentes no leite já armazenado no tanque de resfriamento, imediatamente após a sua ordenha. A qualidade do leite cru refrigerado está diretamente relacionada com as condições higiênico-sanitárias de sua obtenção, armazenamento e transporte e é dependente do grau de contaminação inicial e do tempo/temperatura de resfriamento do leite, desde a ordenha até o seu processamento (REIS et al., 2013).

Os microrganismos indicadores de condições higiênico-sanitárias são: coliformes 30 °C, coliformes 45 °C, *enterococos* e enterobactérias totais. Já o indicador de contaminação de origem fecal (humanos e animais de sangue quente) é a bactéria *Escherichia coli*. Os indicadores da condição de deterioração do alimento e das condições ambientais são: aeróbios mesófilos, psicrotróficos, termófilos, fungos filamentosos e leveduras (REIS et al., 2013).

Os principais gêneros de microrganismos controlados pela legislação em leite e derivados são *Salmonella* sp.; *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus coagulase positiva*, coliformes 30 °C e 45 °C, fungos filamentosos e leveduras. Além desses grupos, a legislação também preconiza valores máximos de CCS no leite cru.

Alguns microrganismos não são contemplados pelo Riispoa, todavia podem ser pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), como é o caso de *Salmonella* em creme de leite (RICHARDS, 2017). Tornam-se necessárias adequações nas portarias, decretos e regulamentos, para que não ocorram dúvidas para a indústria e para o consumidor.

Células somáticas

As células somáticas são as de defesa do animal, originadas do sangue, as quais migram para o úbere, e também as de descamação da glândula mamária. Quando bactérias invadem o úbere de uma vaca, ocorre de imediato uma resposta inflamatória a essa invasão. As células de defesa

do sangue são transportadas para dentro da glândula mamária com o objetivo de destruir as bactérias. Com isso, a consequência direta é o aumento do número de CCS no leite (EMBRAPA GADO DE LEITE, 2011).

Avanços na qualidade do leite têm sido observados com a substituição da Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002, pela Instrução Normativa nº 62, de 20/12/2011 (BRASIL, 2011), que alterou o cronograma de entrada em vigor de limites mais rígidos de CCS e CBT, os quais não eram atendidos por uma parcela bastante significativa de produtores. Estimava-se que em 2011, cerca de 40% dos produtores não atenderiam aos novos padrões de qualidade que entrariam em vigor a partir de 2012. Sendo assim, um novo calendário de entrada em vigor de requisitos mínimos de qualidade foi determinado pela Instrução Normativa nº 62, de 20/12/2011, os quais foram preconizados para julho de 2017, em 400 mil células/mL, para CCS e 100 mil UFC/mL, sendo UFC = unidades formadoras de colônias, para CBT (SANTOS, 2014). Este prazo foi dilatado, mais uma vez, em 2 anos no ano de 2016 pela Instrução Normativa nº 7, de 3 de maio de 2016, ficando estabelecidos os prazos de julho de 2018 para os estados do Sul, Sudeste e Centro-Oeste e de julho de 2019 para os do Norte e Nordeste (BRASIL, 2016). A qualidade dos produtos de origem animal e os impactos econômicos e sociais gerados por doenças do rebanho são fatores importantes e que devem ser controlados.

De acordo com Murphy et al. (2016), níveis elevados na CCS e CBT estão associados à maior atividade de enzimas que danificam os componentes do leite e potencialmente resultam em defeitos no produto final.

Uma alta CCS no leite de vaca indica que provavelmente exista infecção em pelo menos um quarto mamário do úbere, causando a mastite. A CCS é usada como ferramenta para avaliação e monitoramento da saúde do úbere nos programas de controle e prevenção de mastite em vários

países (EMBRAPA GADO DE LEITE, 2011)

A capacidade dessas enzimas de influenciar a qualidade dos produtos lácteos processados depende de vários fatores, incluindo o nível enzimático, especificidade, estabilidade térmica, temperatura de processamento e armazenamento, pH, umidade e a presença de inibidores e ativadores. Assim, o efeito potencial irá variar de acordo com o produto, a enzima e as condições de processamento (MURPHY et al., 2016).

As modificações na composição do leite, decorrentes da presença de células somáticas, são o decréscimo na concentração de gordura, cálcio, fósforo e lactose, o aumento de ácidos graxos livres de cadeia curta e incremento da atividade proteolítica e lipolítica do leite (COELHO et al., 2014).

Produtos lácteos de base proteica como iogurtes e queijos são os mais prejudicados com os efeitos da presença de CCS. A fabricação desses produtos depende da coagulação da caseína que tem sua síntese reduzida e hidrólise favorecida com a mastite (GIGANTE; COSTA, 2008).

Os principais problemas apresentados durante o processamento são a alteração no tempo de coagulação, atraso na fermentação e abaixamento do pH no pós-processamento, os quais resultam na redução do *shelf-life* dos produtos (CASTRO et al., 2014).

Mastite

A mastite bovina pode ser causada por injúria química, mecânica ou infecção microbiológica, sendo esta última a mais comum. A mastite está relacionada com o manejo antes, durante e após a ordenha e envolve três fatores: resistência da vaca, agente patogênico e ambiente.

Segundo Langoni (2013), a mastite bovina é uma doença multifatorial e os elementos da tríade epidemiológica, agente/hospedeiro/meio ambiente, estão interligados de forma muito clara e direta, e cada um apresenta características próprias e variadas, o que pode dificultar a exequibilidade e eficiência do programa de

monitoramento da qualidade do leite a ser desenvolvido. O ser humano é um ponto importante, que deve também ser colocado no centro dessa cadeia, pois é quem cuidará dos animais, da ordenha, enfim, de todo o processo de obtenção do leite.

Ainda de acordo com Langoni (2013), ações corretivas devem ser adotadas para o monitoramento e a diminuição de incidência de mastite. Dentre tais ações citam-se: vigilância epidemiológica nas mastites; controle de qualidade pelo tanque de expansão; exame microbiológico do leite e cuidados antes, durante e após a ordenha.

A mastite pode ser dividida em clínica e subclínica. Mastite clínica é caracterizada pela presença de sintomas inflamatórios no úbere e tetas, além de alterações visíveis no leite (alteração no volume secretado, grumos, pus ou aspecto aquoso), seguidos de febre, perda de apetite, queda de produção e morte do animal em casos mais graves. A mastite subclínica também provoca queda no rendimento, aumento de células somáticas sem, no entanto, apresentar sintomas de inflamação e/ou alterações visíveis no leite (UFLA, 2012).

A prevenção, principalmente pelo correto treinamento da equipe de ordenha, é a melhor forma de manter o rebanho sadio. No Quadro 1 são apresentados os procedimentos para prevenção e controle da mastite bovina.

A mastite subclínica, embora com ausência de sintomas, revela uma fonte de infecção que muitas vezes passa despercebida. Por isso, criar uma rotina de cuidados básicos e de higiene no período de ordenha diminui a incidência da doença no rebanho.

A utilização do pré e pós-dipping (desinfecção dos tetos antes/depois da ordenha) é um método de prevenção que deve fazer parte da rotina dos ordenhadores.

Resíduos de antibióticos

A presença de resíduos de antibióticos no leite é um grave problema para a indústria de lácteos e para a saúde dos consumidores.

Esses compostos inviabilizam a utilização do leite, que, se processado mesmo com pequenos teores, resulta na inibição da ação de culturas lácticas aplicadas ao leite para produção de leite e bebida láctea fermentados. O leite com resultado positivo para resíduos de antibióticos é considerado adulterado e deve ser descartado (VENTURINI; SARCI-NELLI; SILVA, 2007).

Psicrotróficos

A contaminação do leite por microrganismos psicrotróficos é um dos fatores mais relevantes para a determinação da qualidade e possui influência direta no rendimento e qualidade de seus derivados. No Brasil, estudos evidenciaram altas contagens de bactérias psicrotróficas em leite cru refrigerado, mas pouco se conhece sobre a composição dessa microbiota e suas propriedades hidrolíticas (PINTO; MARTINS; VANETTI, 2006).

Dentre os principais gêneros microbianos pertencentes ao grupo dos psicrotróficos estão bactérias Gram-negativas como *Pseudomonas*, *Flavobacterium* e *Alcaligenes* e bactérias Gram-positivas como *Clostridium*, *Microbacterium*, *Streptococcus*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter* e *Bacillus* (ARCURI et al., 2008).

Bactérias patogênicas como *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* e algumas estirpes de *Bacillus cereus* isoladas de leite também são psicrotróficas (ARCURI et al., 2008).

A presença de contagens elevadas de psicrotróficos no leite evidencia a existência de falhas em procedimentos de manipulação e higienização, o que pode comprometer a qualidade e diminuir a vida de prateleira do produto final. A produção de enzimas hidrolíticas termorresistentes por bactérias psicrotróficas pode ocasionar alterações indesejáveis no leite UAT ou UHT, como a gelatinização e o desenvolvimento de gosto amargo (NÖRNBERG; TONDO; BRANDELLI, 2009).

Um dos métodos mais eficazes para o controle do crescimento de psicrotróficos é a refrigeração em temperaturas

Quadro 1 - Prevenção e controle de mastite bovina

Procedimento	Finalidade
Ordenha	Desinfecção dos tetos antes da ordenha, estimulação da ejeção e extração eficiente e rápida do leite e desinfecção dos tetos após a ordenha
Manejo da ordenha	Assegurar que os tetos estejam limpos e secos antes do início da ordenha, por meio da tosquia ou flambagem dos pelos do úbere. Lavagem dos tetos deve ser evitada
Pré-dipping	Utilizar a metade da concentração dos desinfetantes indicados para o pós-dipping
Pós-dipping	Compostos mais indicados: Iodo, 0,7% a 1,0%; Clorexidina, 0,5% a 1,0% e Cloro, 0,3% a 0,5%.
Ordenhador	Deve estar qualificado e envolvido no processo
Ordenhadeira	Necessita funcionar de duas a três vezes por dia, todos os dias do ano, sem interrupções, sendo o único equipamento que entra em contato direto com a glândula mamária
Tratamento dos casos clínicos	A identificação precoce e o tratamento dos casos de mastite clínica são práticas que devem ser rotineiramente utilizadas na maioria dos rebanhos
Manejo de vacas secas	Os produtores devem ser orientados a realizar secagens paulatinas, com restrição alimentar e moderada restrição hídrica
Monitoramento da mastite	Palpação da glândula mamária e observação do aspecto do leite. Utilização de testes auxiliares para a mastite subclínica
Contagem de células somáticas (CCS)	Procedimento fundamental para controle, monitoramento e diagnóstico da mastite
California Mastitis Test (CMT)	Teste auxiliar para mastite subclínica
Wisconsin Mastitis Test (WMT)	Teste auxiliar para mastite subclínica
Caneca de fundo escuro	Teste auxiliar para mastite clínica
Análise microbiológica do leite	Detecção de microrganismos específicos

Fonte: Fonseca e Santos (2001) e UFLA (2012).

próximas a 0 °C por no máximo 24 horas. Outros métodos como termização, carbonatação, microfiltração, bactofugação e inoculação de bactérias lácticas também são utilizados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade do leite é afetada por diversos fatores, no entanto, a maioria destes é, tecnicamente, de fácil controle. A falta de investimentos governamentais, aliada ao baixo poder aquisitivo dos produtores, pode comprometer a qualidade do leite e seus derivados. Além disso, tornam-se necessárias ações de extensão e conscientização dos produtores, indústria e consumidores, para que o agronegócio do leite torne-se cada vez mais próspero,

gerando empregos e produtos de qualidade.

REFERÊNCIAS

- ARCURI, E.F. et al. Contagem, isolamento e caracterização de bactérias psicrotólicas contaminantes de leite cru refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2250-2255, nov.2008.
- BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 mar. 2017a.
- BRASIL. Decreto nº 9.069, de 31 de maio de 2017. Altera o Decreto nº 9.013, de 29

de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 1 jun. 2017b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 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, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa.

Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 30 dez. 2011. Seção 1, p.6.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 7, de 3 de maio de 2016. Altera a tabela 2 do item 3.1.3.1 do Anexo II da Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011, que 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 da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 4 maio 2016. Seção 1 - p.11

BRITO, M.A.V.P.; BRITO, J.R.F. Qualidade do leite. In: MADALENA, F.E.; MATOS L.L. de; HOLANDA JÚNIOR, E.V. (Ed.). **Produção de leite e sociedade**: uma análise crítica da cadeia do leite no Brasil. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2001. p.61-74.

CASTRO, K.A. de et al. Efeito da contagem de células somáticas sobre a qualidade dos queijos prato e mussarela. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Curitiba, v.8, n.1, p.1237-1250, 2014.

COELHO, K.O. et al. Efeito da contagem de células somáticas sobre o rendimento e a composição físico-química do queijo muçarela. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.66, n.4, p.1260-1268, ago. 2014.

DIAS, J.A.; ANTES, F.G. **Qualidade físico-química, higiênico-sanitária e composicional do leite cru**: indicadores e aplicações práticas da Instrução Normativa 62. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2014. 19p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 158). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125963/1/Doc-158-leite.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

EMBRAPA GADO DE LEITE. Contagem de células somáticas. In: EMBRAPA GADO DE LEITE. **Sistemas de produção de leite para diferentes regiões do Brasil**. Juiz de Fora, 2011. Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/sistemaproducao/4721-contagem-de-c%C3%A9lulas-som%C3%A1ticas>>. Acesso em: 15 maio 2017.

FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e controle da mastite**. São Paulo: Lemos, 2001. 175p.

GIGANTE, M.L.; COSTA, M.R. Influência das células somáticas nas propriedades tecnológicas do leite e derivados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 3., 2008, Recife. **Anais... Leite: segurança alimentar e saúde pública**. Recife: CCS, 2008, v.1, p.161-174. Disponível em: <<http://cbql.com.br/biblioteca/cbql3/IICBQL161.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2017.

JUKKOLA, A.; ROJAS, O.J. Milk fat globules and associated membranes: colloidal properties and processing effects. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 245, p. 92-101, July 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cis.2017.04.010>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

LANGONI, H. Qualidade do leite: utopia sem um programa sério de monitoramento da ocorrência de mastite bovina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.33, n.5, p.620-626, maio 2013.

MILKPOINT. **Cai o número de produtores de leite do país**. [Piracicaba], 2013. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/giro-lacteo/cai-o-numero-de-produtores-de-leite-do-pais-85477n.aspx>>. Acesso em: 15 maio 2017.

MURPHY, S.C. et al. Influence of raw milk quality on processed dairy products: how do raw milk quality test results relate to product quality and yield? **Journal of Dairy Science**, v.99, n.12, p.10128-10149, Dec. 2016.

NÖRNBERG, M. de F.B.L.; TONDO, E.C.; BRANDELLI, A. Bactérias psicrófilas e atividade proteolítica no leite cru refrigerado. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.37, n.2, p.157-163, 2009.

PEREIRA, D.B.C. et al. **Físico-química do leite e derivados**: métodos analíticos. 2.ed. rev. e ampl. Juiz de Fora: EPAMIG, 2001. 234p.

PINTO, C.L. de O.; MARTINS, M.L.; VANNETTI, M.C.D. Qualidade microbiológica de leite cru refrigerado e isolamento de bactérias psicrófilas proteolíticas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p. 645-651, jul./set. 2006.

REIS, K.T.M.G. et al. Qualidade micro-

biológica do leite cru e pasteurizado produzido no Brasil: revisão. **UNOPAR Científica: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v.15, p.411-421, 2013. Número especial.

RICHARDS, N.S.P.S. (Coord.). **Novo RIISPOA comentado**: leite e derivados. Holambra: Setembro, 2017. 144p.

SANTOS, M.V. dos. **Padrões mínimos de qualidade do leite**: é necessária uma nova revisão da IN 62? [Piracicaba]: MilkPoint, 2014. Disponível em: <http://m.milkpoint.com.br/mypoint/6239/p_padroes_minimos_de_qualidade_do_leite_e_necessaria_uma_nova_revisao_da_in_62_5597.aspx>. Acesso em: 12 abr. 2017.

A SAUDABILIDADE das gorduras. **Food Ingredients Brasil**, Barueri, v.17, n.34, p.32-40, 2015. Disponível em: <<http://revista-fi.com.br/revista/75/mobile/index.html#p=1>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

SINGH, H.; GALLIER, S. Nature's complex emulsion: the fat globules of milk. **Food Hydrocolloids**, v.68, p.81-89, July 2017. 30th anniversary special issue.

TAMIME, A.Y.; ROBINSON, R.K. **Yoghurt**: science and technology. 2.ed. Cambridge: Woodhead, 2000. 808p.

UFLA. Departamento de Medicina Veterinária. **Mastite bovina**: controle e prevenção. Lavras, 2012. 30p. (UFLA. Boletim Técnico, 93). Disponível em: <<http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-93.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

VENTURINI, K.S.; SARCINELLI, M.F.; SILVA, L.C. da. **Características do leite**. Vitória: UFES, 2007. 6p. (PIE-UFES. Boletim Técnico, 1). Disponível em: <http://www.agais.com/telomc/b01007_caracteristicas_leite.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2017.

ZENI, M.P.; MARCHI, L. de; DE CARLI, E.M. Aproveitamento de leite ácido para a produção de "queijo branco". **Unoesc & Ciência - ACET**, Joaçaba, v.5, n.2, p. 129-136, jul./dez. 2014.

ZOCCAL, R. Alguns números do leite. **Balde Branco**, São Paulo, ano 51, n.623, p.8, set. 2016.

INFORME AGROPECUARIO

Tecnologias para o Agronegócio



Assinatura e vendas avulsas
publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002
www.informeagropecuario.com.br



Análises físico-químicas no controle de qualidade de leite e de produtos lácteos

Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior¹

Resumo - O controle de qualidade na indústria é de extrema importância para o sucesso na produção de leite e de seus derivados. Abrange desde a seleção de matéria-prima, ingredientes, processos de elaboração e produtos acabados, até áreas complementares que precisam estar alinhadas para garantir produtos que atendam à legislação vigente e conquistem os consumidores. Esse setor inclui diversas áreas de conhecimento técnico, como análise sensorial, microbiologia, contagem de células somáticas (CCS), físico-química e outros mais. As ferramentas multidisciplinares que fazem essa interseção para a avaliação da qualidade necessitam de instalações adequadas, metodologias consagradas, analistas treinados e organização para avaliar os dados obtidos, a fim de destinar a matéria-prima para produção compatível com suas características, corrigir eventuais problemas na tecnologia de produção e até sugerir o descarte em produtos e/ou processos em não conformidades com os padrões próprios ou legais. A físico-química, como uma dessas ferramentas no contexto da qualidade, exige uma série de observações metódicas e críticas, assim como as outras áreas supracitadas, e que nortearão a rotina produtiva de uma indústria, nesse caso, os laticínios. Métodos simples para rotina e outros mais elaborados, que exigem maior tempo, custo, equipamentos específicos e treinamento adequado, também precisam ser implantados para garantir a idoneidade da produção. Etapas importantes e conduzidas meticulosamente, desde a colheita de amostras, preparo de soluções, aferições, cuidados com reagentes, vidrarias, separação e montagem dos aparatos para execução analítica, cálculos e interpretação dos resultados, garantem o apoio à produção que o controle de qualidade físico-químico se presta no contexto industrial.

Palavras-chave: Laticínios. Nomenclatura. Terminologia. Amostragem. Análise de laboratório. Legislação.

Physical-chemical analyses in the quality control of milk and dairy products

Abstract - The quality control in the industry is of extreme importance for the success in the production of milk and dairy products. It ranges from the selection of raw material, ingredients, processing and finished products, as well as complementary areas that need to be aligned to ensure products that comply with current legislation and get new consumers. This sector includes several areas of technical knowledge, such as sensory analysis, microbiology, somatic cell count, physical chemistry and others. The multidisciplinary tools that make this intersection for the evaluation of quality need adequate facilities, established methodologies, trained analysts and organization to evaluate the obtained data, in order to destine the raw material for production compatible with its characteristics, to correct any problem in the technology of production and even suggest the disposal of products and/or processes that does not fit with the industry or legal standards. Physical chemistry, as one of these tools in the context of quality, requires a series of methodical and critical observations, as well as the other areas mentioned above, which will guide the productive routine of an industry, in this case, dairy industry. Simple methods for routine analysis and more elaborate methods that require more time, cost, specific equipment and adequate training also need to be deployed to ensure the suitability of production. Important and meticulously conducted steps from the collection of samples, preparation of solutions, measurements, calibration solutions, reagent care, glassware, separation and assembly of the apparatus for analytical execution, calculations and interpretation of the results, guarantee the production support that the physical chemistry quality control can offer to the industrial context.

Keywords: Dairy. Nomenclature. Terminology. Sampling. Laboratory analysis. Legislation.

INTRODUÇÃO

As metodologias físicas, químicas e físico-químicas são ferramentas indispensáveis no controle de qualidade de leite

e de produtos lácteos e de coadjuvantes tecnológicos empregados em laticínios.

Compreender os fundamentos das análises, seu preparo, execução, interpretação

dos resultados obtidos e atentar para detalhes é imprescindível para não interferir na obtenção do sucesso do emprego das metodologias.

¹Eng. Agrônomo, D.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, luizcarlos@epamig.br

As terminologias empregadas frequentemente em físico-química do leite e seus derivados, expressões de resultados e de soluções/reagentes, além de unidades mais usuais e definições importantes tornam-se necessárias ao entendimento dos métodos. Também se deve ressaltar e compreender as propriedades físico-químicas do leite, muitas vezes abordadas em diversas literaturas publicadas, que são importantes e que não podem ser jamais deixadas de lado, para uma conexão com resultados obtidos.

Acompanhar a atualização da legislação brasileira para leite e derivados, incluindo técnicas de coleta de amostras e as particularidades que cada produto lácteo exige, faz-se necessário para o sucesso na escolha de métodos viáveis para cada realidade e na interpretação dos resultados obtidos.

Quanto às metodologias, deve-se oferecer ao analista a possibilidade de escolha entre técnicas oficiais, muitas destas que compõem a Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006), a qual oficializa, no Brasil, os métodos consagrados internacionalmente por órgãos especializados, como as da International Dairy Federation (IDF), Association of Official Analytical Chemists (AOAC) e os métodos de rotina, que se mostram também eficazes para determinada necessidade, sem comprometimento da qualidade da análise, e ainda atendendo a realidade dos laboratórios industriais.

O objetivo deste artigo é atualizar conceitos e apresentar, de forma didática e clara, a ferramenta que laboratoristas utilizam no trabalho de avaliar a qualidade físico-química da matéria-prima disponível, dos produtos elaborados e de outras necessidades detectadas na indústria laticionista, dando uma abordagem dos conceitos que permeiam as metodologias adotadas.

NOMENCLATURAS E TERMOS EMPREGADOS EM FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE E DERIVADOS

Muitas nomenclaturas e termos empregados na rotina de um laboratório de controle de qualidade físico-química de

laticínios devem ser padronizados, de modo que não gere dúvidas aos analistas e colaboradores no momento da execução de uma metodologia, seja esta a mais simples possível. Isso evita distorções durante o manuseio de reagentes, preparo de soluções e suas aferições, execução analítica propriamente dita e interpretação dos resultados gerados.

Algumas convenções importantes que devem ser consultadas por laboratoristas e responsáveis por análises físico-químicas de produtos lácteos e constam na Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006), como por exemplo, o termo água, quando empregado em metodologias analíticas, refere-se à água destilada.

Quando metodologias descreverem reagentes sem especificação de concentração, deve-se adotar sempre o termo para análise ou p.a., assim aqueles mais usuais em físico-química para análises de leite e derivados apresentam concentrações definidas dentro de padrões. Se o reagente vier seguido somente da letra R (de reagente) ao final, quer dizer que na análise onde será empregado, não necessitará de p.a., ou seja, o grau de pureza poderá ser inferior (BRASIL, 2006).

Algumas concentrações de soluções e a maioria dos resultados em físico-química referem-se a percentuais, os quais indicam, na primeira cifra, a quantidade de substância a ser dissolvida ou encontrada, e, na segunda, o volume/massa total de solução ou mesmo do produto analisado. Assim, quatro formas diferentes podem aparecer como percentual (BRASIL, 2006):

- a) % (m/m): percentual massa/massa, compreendido como x grama da substância contida em 100 g de produto ou mesmo de solução, neste último caso, menos comum;
- b) % (m/v): percentual massa/volume, que expressa x grama da substância em 100 mL de solução ou de produto, que, neste caso, são muito usuais na rotina de laboratórios de laticínios;

- c) % (v/v): percentual volume/volume, que significa x mL de reagente líquido em 100 mL de solução. Esta forma não se aplica usualmente em resultados de produtos lácteos, uma vez que os métodos físico-químicos quantitativos clássicos determinam massa de substância, em gramas, como apresentado nas alíneas a e b;
- d) % (v/m): percentual volume/massa, que expressa x mL de reagente ou substância em cada 100 g de solução, o que é o menos usual de todos em físico-química do leite e derivados, seja em preparo de soluções, seja em expressão de resultados.

Um termo ainda muito empregado é o chamado ppm, parte por milhão, que se refere a uma parte por um milhão de partes. Esse termo deve ser mais específico, e pode ser expresso diretamente pela unidade empregada, como mg/kg, mg/L, µg/g ou µg/mL, por exemplo. Outra grandeza, porém, menos usual em laticínios, é o ppb, parte por bilhão, que expressa µg/kg, µg/L, ng/mL ou ng/g.

Quando em uma análise físico-química, o roteiro analítico descrever “pesar exatamente” significa que se deve empregar balança analítica de precisão e observar até a quarta casa decimal. Já a expressão “ponderável”, refere-se ao adjetivo que se dá à quantidade de substância, cuja massa supera 0,0005 g ou 0,5 mg. A expressão “até massa constante” significa que a variação entre duas pesagens consecutivas não deve ultrapassar a 0,5 mg (0,0005 g) para cada grama de substância (BRASIL, 2006).

Em relação aos líquidos, “medir exatamente” significa medir o volume de um líquido usando material volumétrico previamente calibrado (pipeta volumétrica p.e.). Quando a metodologia referir ao emprego de banho-maria, a expressão deverá especificar a temperatura, em graus Celsius (°C) ou pelo menos fervente, morna ou gelada. Sem indicação de temperatura, é a denominação do processo de aquecimento, onde o recipiente que contém a substância é mergulhado em água em ebulição. A ex-

pressão “cerca” significa que a quantidade empregada oscilará no máximo em 10 % do valor adotado (BRASIL, 2006).

Algumas abreviaturas no final das soluções aparecem frequentemente nas metodologias, e representam os tipos de soluções químicas empregadas. Quando se especificar a solução, e no final aparecer a sigla S.R., trata-se de uma Solução Reagente, que é coadjuvante numa metodologia analítica e que não será empregada como titulante, porém, exerce papel importante para o sucesso da análise. Normalmente, não se adiciona uma S.R. com pipeta volumétrica, pois não há necessidade de exatidão no volume ao ser descarregada, bastando medir com pipeta graduada.

As chamadas S.I. são as Soluções Indicadoras, e, como o próprio nome menciona, preparadas a partir de um indicador de pH e usadas para auxiliar o ponto final de viragem numa titulação. Para adicioná-la no momento da análise, basta medir com pipeta graduada também.

Já as S.V. caracterizam as Soluções Volumétricas, ou seja, aquelas que são aferidas após o preparo, para ter a exatidão de sua concentração (normalmente nos rótulos vêm acompanhado do fator de correção, que será empregado nos cálculos finais). Como necessita-se da exata quantidade da S.V., estas precisam ser descarregadas em volumes precisos, o que requer emprego de pipetas volumétricas. As S.V. não são empregadas somente como titulantes, pois podem ser necessárias durante uma etapa analítica para determinada reação.

Para o emprego de pipetas graduadas (com menor precisão) e/ou volumétricas (maior precisão), na medição dos volumes, algumas recomendações são importantes para os analistas. As pipetas volumétricas são classificadas em A e B, sendo a primeira a classe de maior precisão.

Outro detalhe importante é se as pipetas volumétricas apresentam-se sem traço, com um ou dois traços, e ainda com siglas que vêm gravadas no corpo dessa vidraria. Aquelas com um ou nenhum traço ou

ainda com a sigla TC (*to contain*) indicam que a quantidade de solução retida já é considerada, o que não necessita esgotá-la totalmente. As pipetas volumétricas de dois traços, ou que exibem a sigla TD (*to deliver*) gravada, indicam que todo o volume deverá ser retirado.

UNIDADES

Ao se referir à temperatura em análises físico-químicas no Brasil, adotam-se a escala centígrada e a unidade Celsius. Outros termos usuais, como lugar fresco, significa que a temperatura não deverá ultrapassar 25 °C, assim como lugar frio, que, por convenção, significa que a temperatura não deve ser superior a 15 °C. Água quente em laboratório é aquela cuja temperatura situa-se entre 60 °C e 70 °C, enquanto, aquela que se diz muito quente, entre 85 °C e 95 °C. Preferencialmente, deve-se adotar a temperatura indicada ou mesmo uma faixa desta, para evitar equívocos (BRASIL, 2006).

A Instrução Normativa nº 68, de 12/12/2006 (BRASIL, 2006), alerta para algumas unidades mais empregadas e suas grandezas (Quadro 1).

Ainda em unidades, quando se aplica frações ou partes, por exemplo álcool-éter: 2+3, indica cada parte de a + b, ou seja, duas partes de álcool e três de éter. Pode-se também referir-se à parte de soluto em relação à solução, assim: a:b, em que a representa o soluto e b a solução, por exemplo sal:água 1:10, 1 g de sal em água na quantidade suficiente para (qsp) 10 mL (volume final da solução) (BRASIL, 2006).

Algumas unidades especiais aparecem ao longo dos roteiros, como °GL, que correspondem ao porcentual (v/v), ou seja, um álcool a 70 °GL (70 graus Gay Lussac), equivale a 70% (v/v), a 15 °C de álcool etílico ou etanol -C₂H₆O (BRASIL, 2006).

A densidade pode ser muitas vezes requerida para o preparo de soluções, como a de um ácido sulfúrico p.a. $d_{20^{\circ}\text{C}} = 1.840 \text{ g/L}$, onde podem ser necessários, 18,4 g para um preparo de solução, porém, como o reagente é líquido, faz-se necessário transformar massa em volume por meio da densidade, que representará nesse exemplo, 10 mL (BRASIL, 2006).

No peróxido de hidrogênio (H₂O₂ - água oxigenada), o volume representa a quantidade de O₂ liberada ao se decompor, ou seja, 100 mL de água oxigenada a 10 V representa 1.000 mL de O₂ liberados. Solução de água oxigenada a 3% é, aproximadamente, a 10 volumes; solução a 6% é, aproximadamente, a 20 volumes, pois 11,355 V equivalem a uma concentração de 34 g/L (BRASIL, 2006).

Unidade química como mol/L expressa quantidade de soluto em mol, por volume de solução em litro (SILVA; ROCHA-FILHO, 1995). Uma solução de NaOH a 1 mol/L apresenta 40 g de NaOH (massa molar - M do NaOH equivale a 40 g/mol, sendo as massas do sódio - Na = 23, oxigênio - O = 16 e hidrogênio - H = 1), para 1 L de volume final de solução.

Para usar conversão do Equivalente-grama/litro (eqg/L), que é equivalente à Normalidade (N), para mol/L, basta dividir eqg/L por X, em que X representa nos

Quadro 1 - Principais grandezas e unidades adotadas em físico-química do leite e derivados

Grandeza	Unidade	Prefixo	Símbolo	Equivalência
Comprimento	Metro (m)	Mili	m	1 mm = 10 ⁻³ m
		Micro	μ	1 μm = 10 ⁻⁶ m
		Nano	n	1 nm = 10 ⁻⁹ m
Volume	Litro (L)	Mili	m	1 mL = 10 ⁻³ L = 1 cm ³ = 1cc
		Micro	μ	1 μL = 10 ⁻⁶ L
Massa	Gramas (g)	Micro	μ	1 μg = 10 ⁻⁶ g
		Nano	n	1 ng = 10 ⁻⁹ g

Fonte: Brasil (2006).

ácidos, o H^+ ; nas bases, o OH^- ; e nos sais, carga $^+$ ou $-$. Os exemplos a seguir facilitam esse entendimento:

a) Exemplo 1:

Ácido: solução 0,1 N (eqg/L) de H_2SO_4 ; 0,1 eqg/l = 0,1 N = mol/L · X, nesse caso X = 2 (2 H), então essa solução apresenta 0,05 mol/L;

b) Exemplo 2:

Base: solução 1 N (eqg/L) de $Mg(OH)_2$; 1 eqg/L = 1 N = mol/L · X, nesse caso X = 2 (2 OH), então essa solução apresenta 0,5 mol/L.

Para a solução Dornic (NaOH a 0,111 mol/L), muito empregada em determinação da acidez titulável de leite e derivados, cuja concentração é N/9 (0,111 N), o X representa 1, pois tem uma hidroxila - OH somente, assim: 1/9 N = 1/9 eqg/L = 0,111 N = 0,111 eqg/L = 0,111 mol/L · X = 0,111 mol/L · 1 = 0,111 mol/L, ou seja, 0,111 N = 0,111 mol/L.

SOLUÇÃO DE ANÁLISE, ALÍQUOTAS E PORÇÃO ALÍQUOTA

Estes termos serão frequentes ao longo das técnicas de diversas metodologias analíticas para chegar ao cálculo do teor de determinado constituinte do leite ou dos derivados lácteos.

Ao diluir, dissolver ou mesmo homogeneizar um produto, visando analisar um de seus constituintes, seja simplesmente empregando água destilada ou outros reagentes/soluções, com o objetivo de separar fases, purificá-lo ou mesmo só para torná-lo mais fluido para facilitar as reações químicas, é preciso o preparo de uma solução de análise.

A definição de solução de análise é a quantidade de produto que se tem em uma solução volumetricamente preparada. Exemplificar torna mais fácil o entendimento. Tem-se uma amostra de doce de leite pastoso, na qual a metodologia analítica para determinação do teor de um constituinte X descreve a necessidade de pesar 20 g do produto, inicialmente. Como

o doce de leite é de consistência pastosa, este deverá ser diluído em água quente para facilitar sua dissolução e também a medição de um volume posteriormente, que sofrerá desproteínização para seguir a análise, pois as proteínas interferem no resultado.

Ao diluir os 20 g de doce de leite pastoso em água quente e, posteriormente, resfriar a solução e completar o volume do balão volumétrico para 100 mL, tem-se uma solução de análise a 20% (m/v). Seguindo o raciocínio dessa análise, é necessário um pequeno volume da solução de análise preparada a 20% (m/v), para dar precisão ao método e evitar desperdícios desnecessários de reagentes. Dessa forma, serão retirados 5 mL dessa solução de análise a 20% (m/v), para dar continuidade à metodologia, e, assim, efetuar a etapa de desproteínização da amostra de doce de leite. Depois será adicionado um volume de um ácido, e, finalmente, completa-se o volume do balão volumétrico para 50 mL com água destilada.

Pôde-se perceber, que nessa etapa de desproteínização da amostra de doce de leite, não foi necessário usar todo o volume (100 mL) da solução de análise previamente preparada a 20% (m/v). Foram retirados exatos 5 mL dessa solução, para proceder o efeito da desproteínização, o que permitiu precisão analítica, controle do processo e economia de solução/reagente (nesse exemplo, o ácido). A esse volume de 5 mL, retirado da solução de análise, dá-se o nome de alíquota, que, se for a única na metodologia não precisa ser numerada,

porém, se forem feitas outras diluições e/ou etapas analíticas, podem ser numeradas como alíquota 1, alíquota 2 etc.

Se durante a análise, conforme exemplo citado, tirar-se uma segunda alíquota de 10 mL (alíquota 2), a partir da primeira, e adicionar 10 mL de outra solução e 20 mL de água destilada, e desse total de 40 mL, retirar 10 mL novamente (alíquota 3) para efetuar a titulação do constituinte X, aquela massa de 20 g de doce de leite pastoso, inicialmente pesada para a análise, foi bastante diluída ao longo das etapas que compuseram a metodologia, e aí é preciso calcular a chamada porção alíquota, que equivale no cálculo final do teor do constituinte X à quantidade de doce de leite contida nos 10 mL finais que foram titulados na alíquota 3.

Esquematizar as diluições da amostra permite facilitar o entendimento, conforme Figura 1, que demonstra como calcular a porção alíquota, infatizando o preparo da solução de análise e identificando as tomadas de alíquotas durante o processo analítico.

Assim, a porção alíquota no exemplo refere-se a 0,05 g de doce de leite, pois, os 20 g iniciais foram diluídos cinco vezes, para a tomada da alíquota 1, depois, dez vezes para a tomada da alíquota 2 e, finalmente, quatro vezes para a tomada da alíquota 3, de 10 mL, onde estão contidos 0,05 g do doce de leite analisado. Fazendo os cálculos dessa forma, torna-se mais claro cada etapa, porém, pode-se fazê-lo também por regra de três.

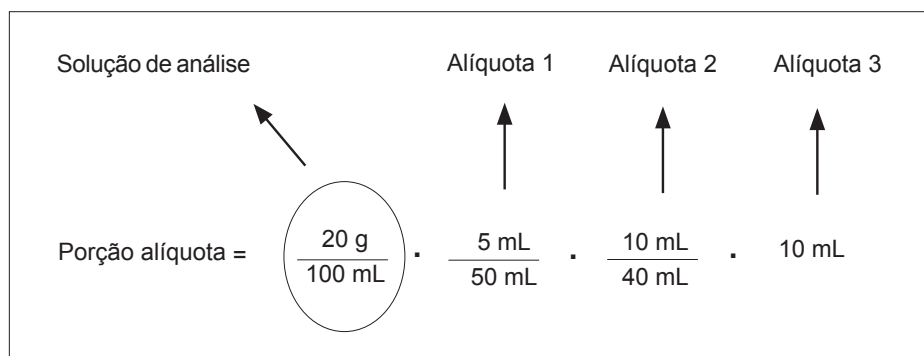


Figura 1 - Exemplo de diluição de amostra para calcular a porção alíquota

CONCEITOS EM AMOSTRAGEM

Tão importante quanto as análises é a etapa que as precede, ou seja, a coleta ou colheita das amostras. Embora existam particularidades entre amostras de produtos lácteos fluidos, cremosos, pastosos, desidratados, concentrados, gelados e sólidos, dois princípios devem ser considerados em todo plano amostral, a homogeneidade e a representatividade das amostras.

Para que uma amostra de um produto chegue ao laboratório e represente todo aquele lote fabricado, precisa de diversos cuidados desde sua coleta até a chegada para início das análises físico-químicas. Dessa forma, os resultados analíticos irão apontar se aquele produto ou matéria-prima está ou não em conformidade com os padrões da indústria e com a legislação em vigor.

Para coletar amostras fluidas, recomenda-se agitação, a fim de provocar a homogeneização do produto pela turbulência, porém, sem exageros para evitar a descaracterização do produto, como o desenvolvimento de ranço, por causa do teor de gordura da maioria dos produtos lácteos. Os agitadores mais comuns em laticínios são em aço inoxidável, que podem atingir até 2m de comprimento, conforme a necessidade, com a base circular perfurada. Estes furos visam melhor homogeneização dos produtos fluidos (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1985, 2008; PEREIRA et al., 2001; BRASIL, 2006).

Após a homogeneização, procede-se à coleta propriamente dita. Para isso, recomenda-se utensílio em aço inoxidável, como canecas de capacidade conforme a necessidade da quantidade amostrada e com alças compridas, também de aço inoxidável, para atingir pontos mais profundos dos tanques de estocagem sem contato direto com as mãos (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1985, 2008; PEREIRA et al., 2001; BRASIL, 2006).

Etapas da amostragem

Dentre as etapas importantes no processo amostral, destacam-se as descritas a seguir.

Planejamento da quantidade

Ao coletar amostras de lote de fabricação, que, por exemplo, pode ser de um silo de estocagem de leite ou mesmo de um tanque de fabricação de um determinado queijo, deve-se ter a noção de quanto retirar de amostras desse lote, e que o represente. Pode haver a necessidade de se recorrer a subamostragens, ou seja, coletar amostras dos produtos em pontos diferentes de um tanque, uma vez que havendo dificuldades de retirada única, correm-se riscos que comprometeriam os princípios da homogeneidade/representatividade.

Portanto, se forem colhidas subamostras, estas devem conter iguais quantidades das amostras, em volume nunca inferior ao também recomendado pela International Dairy Federation para amostras, ou seja, 100 mL ou 100 g para fluidos (leite, soro, iogurte, bebida láctea), 100 g para produtos cremosos, desidratados (soro em pó, leite em pó), gelados comestíveis e produtos gelados semiacabados, produtos sólidos (queijos de modo geral) e também os pastosos (doce de leite pastoso), exceto a manteiga e seus derivados, que devem conter o mínimo de 50 g (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 2008).

A AOAC International, por meio das instruções de coletas amostrais, recomenda o mínimo de 200 mL para leite acondicionado em silos, tanques e similares, leite condensado e leite evaporado; 300-500 g para leite em pó; e mínimo de 200 g para manteiga (LATIMER JUNIOR, 2012).

As subamostras coletadas em pontos distintos do lote devem ser homogeneizadas, independentemente do número, em um único recipiente, onde se retira a amostra final, também em mesmo volume ou massa, conforme o tipo de produto lácteo (PEREIRA et al., 2001).

Quando não tiver uma definição precisa do número de amostras a ser coletado, que represente o lote, pode-se adotar a fórmula $\sqrt{n} + 1$, em que n representa o tamanho do lote (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Acondicionamento

Preferencialmente, as amostras devem ser acondicionadas em suas embalagens originais, porém, nem sempre isso é possível, como por exemplo coleta durante processamentos e produtos a granel. Nesse caso, se o produto for fluido, utilizar frascos higienizados, secos e com tampas e preenchê-los completamente, porém, permitindo a homogeneização antes da análise para reincorporação da gordura que eventualmente tenha-se separado no armazenamento ou mesmo no transporte da amostra (PEREIRA et al., 2001).

Se os produtos forem sólidos, desidratados, cremosos e pastosos e não for possível a coleta nas embalagens originais, recorrer a frascos secos e higienizados, de boca mais larga e que permitam o acondicionamento da quantidade amostrada, pois tais amostras poderão ser armazenadas e transportadas até o momento das análises e precisam chegar íntegras, conforme foram coletadas, sem influência nas propriedades dos produtos, como odor, flavor, consistência e composição, pois quaisquer danos posteriores à coleta poderão comprometer os resultados obtidos e reprovar a qualidade do produto (PEREIRA et al., 2001).

No caso dos queijos sem embalagem, recomenda-se, quando não houver disponibilidade de recipiente apropriado, o uso de papel alumínio, que irá proteger o produto de perda de umidade até chegar ao laboratório ou mesmo até o momento da análise. Se houver necessidade de guardar essas amostras por mais dias em refrigerador ou até congelá-las, além do papel alumínio, colocar em sacolas plásticas identificadas com fechos (PEREIRA et al., 2001).

Como muitos dos produtos lácteos são perecíveis, é necessária a imediata refrigeração após coleta para evitar deterioração. O congelamento só se faz necessário em casos onde a refrigeração pode não ser efetiva, porém, pode alterar alguns constituintes do leite e derivados, comprometendo resultados posteriores. No caso de queijos, que poderão ter a necessidade de reavaliação analítica de uma mesma

amostra, recomenda-se congelamento rápido e descongelamento lento (passar do freezer ou congelador para refrigerador e, posteriormente, à temperatura de análise).

O uso de refrigeradores domésticos para acondicionamento de amostras, seja antes do transporte, seja no laboratório onde acontecerão as análises, é perfeitamente possível. Porém, as amostras não poderão em hipótese alguma ter suas embalagens (originais ou provisórias somente para chegada ao laboratório) comprometendo o produto. Uma vez que no interior desses refrigeradores não existe controle de umidade relativa, e esta é muito baixa, o que desidrata e resseca produtos lácteos, além de promover cristalização da lactose em alguns casos, mesmo em embalagens herméticas, dependendo do tempo em que a amostra for assim conservada.

Rotulagem

As amostras ou subamostras devem estar devidamente identificadas para evitar quaisquer possibilidades de confusão de sua origem, na chegada ao laboratório. Os quesitos mínimos são: lote, local de coleta, data e horário, nome de quem coletou, armazenou e transportou, se é proveniente de subamostras, laboratório de destino e outras informações que se fizerem necessárias e úteis. Podem-se

adotar nos laboratórios, etiquetas padronizadas e impressas de modo que sejam preenchidas na coleta e não danificadas até o destino. O uso de código de barra facilita a identificação das amostras e permite codificá-las, conforme interesse do laboratório.

Transporte

Via de regra, o o transporte deve ocorrer o mais rápido possível e preferencialmente na mesma temperatura indicada para acondicionamento do tipo de amostra colhida. Atualmente, há no mercado, minigeladeiras que funcionam com bateria ou são alimentadas na corrente elétrica de veículos, e podem ser empregadas para o transporte de pequenas quantidades de amostras, não sendo necessários tanques isotérmicos ou caminhões com refrigeração para transporte de pequenos volumes. Caixas isotérmicas com gelo reciclável também podem ser usadas, porém, deve-se atentar para o controle da temperatura, periodicamente, evitando sua elevação em longas distâncias. Uso de gelo é permitido, porém, deve-se evitar contato direto deste com as amostras, protegendo-as para não danificar as embalagens (PEREIRA et al., 2001).

A International Dairy Federation (2008) recomenda alguns cuidados com a tem-

peratura de produtos lácteos (Quadro 2), não só durante o transporte, mas também durante o armazenamento.

Para alguns produtos, como manteiga, queijos, leite em pó e outros desidratados e gelados comestíveis, pode-se recorrer ao emprego de sondas de aço inoxidável, que facilitam a retirada de amostras pelo seu comprimento, e, quando necessário, também cortam os produtos, uma vez que possuem suas bordas afiadas para essa prática (PEREIRA et al., 2001; INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 2008).

Particularidades no preparo de amostras

Cada produto lácteo apresenta um manuseio diferente quanto ao preparo de suas amostras para posterior análise.

O leite fluido que foi beneficiado deverá ser homogeneizado a 15 °C por agitação e inversão, de cinco a seis vezes na própria embalagem ou no recipiente onde foi acondicionado na amostragem. Se for verificada a presença de grumos de gordura, aquecer a amostra a 38 °C - 40 °C em banho-maria, com agitações ocasionais, e resfriar a 15 °C. Com o leite in natura, homogeneizar a 15 °C e, se necessário, aquecê-lo a 40 °C em banho-maria (BRASIL, 2006).

Quadro 2 - Tipo de produto lácteo e respectivas temperaturas de acondicionamento e transporte para análises

Tipo de produto lácteo	Temperatura de acondicionamento e transporte
⁽¹⁾ Leite não esterilizado e produtos lácteos fluidos	1 °C - 5 °C
Leite esterilizado, leite UHT (UAT), produtos lácteos fluidos esterilizados em embalagens originais e tanques fechados	Temperatura ambiente no máximo 30 °C
⁽¹⁾ Leite esterilizado, leite UHT (UAT), produtos lácteos fluidos esterilizados após amostrados de sua linha de produção ou de uma ou mais embalagens originais	1 °C - 5 °C
Leites evaporados, leite condensado açucarado, leite concentrado e concentrado esterilizado	Temperatura ambiente no máximo 30 °C
Produtos lácteos sólidos ou semissólidos, exceto manteiga e queijo	1 °C - 5 °C
Gelados comestíveis e produtos gelados semiacabados	≤ -18 °C
Leite em pó e produtos lácteos em pó	Temperatura ambiente no máximo 30 °C
Manteiga e produtos de manteiga	1 °C - 5 °C e no escuro
Óleo de manteiga ("butter oil" e similares)	1 °C - 5 °C e no escuro
Queijos frescos, processados e demais queijos	1 °C - 5 °C

Fonte: Adaptado de International Dairy Federation (2008).

(1) Permitido uso de conservantes para análises físico-químicas.

Para creme de leite, recomenda-se agitar a embalagem, abri-la e homogeneizar com bastão de vidro. Se necessário, aquecer a amostra em banho-maria a 55 °C, por 10 minutos, para melhor homogeneização dos constituintes (BRASIL, 2006). No caso da manteiga, se não estiver na embalagem original, usar frasco de boca larga, preenchendo de 1/2 a 3/4 da capacidade. A amostra deverá ser aquecida em estufa ou banho-maria, até 35 °C. Deve-se evitar a fusão da amostra, que se trata de processo irreversível. A massa deverá se tornar homogênea, o que é conseguido por meio de bastão de vidro em movimentos de rotação e, em seguida, pode-se esfriá-la, colocando o frasco em banho com água gelada (PEREIRA et al., 2001; BRASIL, 2006).

Produtos concentrados, como doce de leite pastoso, necessitam ser conservados em geladeira após homogeneizado com bastão de vidro, porém para o leite condensado, a refrigeração não é necessária, entretanto, deve-se agitar a embalagem antes da abertura e proceder da mesma forma. Nos dois casos deve-se tomar o cuidado de não raspar o verniz das latas (BRASIL, 2006).

Os leites fermentados devem ter suas embalagens ou recipientes agitados antes de abrir, e, após abertos, devem ser homogeneizados com emprego de bastão de vidro, para remover a possível parte da amostra contida na tampa aluminizada, se for o caso. Em produtos com pedaços de frutas, recomenda-se a homogeneização com gral ou processador de alimentos. Leite e soro em pó deverão ser homogeneizados rapidamente, por serem higroscópicos (PEREIRA et al., 2001; BRASIL, 2006).

Nos queijos com casca, esta deverá ser removida, permanecendo somente a parte comestível. Os requeijões cremosos deverão ser homogeneizados antes das análises com emprego de bastão de vidro (BRASIL, 2006). Outro recurso empregado para amostragem de queijos é o corte das peças (Fig. 2), de forma

que a amostra contenha proporcionalmente todas as partes do queijo como casca, centro, superior, inferior, interna e externa. A International Dairy Federation (2008) indica alguns tipos de corte e amostragem por sondas, conforme o formato e tamanho de queijos.

LEGISLAÇÃO

A legislação brasileira de lácteos, quanto aos aspectos físico-químicos, sejam referentes aos padrões exigidos nos regulamentos técnicos de identidade e de qualidade, sejam mesmo em metodologias analíticas oficiais, avançou bastante nesses últimos anos. Por 25 anos, desde 1981 até 2006, os métodos analíticos adotados não sofreram atualização, o que é muito tempo. Mesmo com a adoção da Instrução Normativa nº 68, de 12/12/2006 (BRASIL, 2006), muitas metodologias já precisam ser atualizadas e novos métodos implantados, principalmente os instrumentais, que permitem maior agilidade na obtenção de resultados.

A Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011) define o leite, sem outra especificação, como sendo o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite de outros animais deve denominar-se segundo a espécie de que proceda.

No caso do leite cru refrigerado tipo A, a Instrução Normativa nº 62, de 29/12/2011 (BRASIL, 2011) recomenda que as análises físico-químicas, como teor de gordura, acidez titulável, densidade, índice crioscópico, teor de sólidos não gordurosos (SNG) ou extrato seco desengordurado (ESD) e teste do alizarol, devam ser realizadas diariamente e tantas vezes quanto necessárias. Os padrões físico-químicos legais estão apresentados no Quadro 3.

Ao leite A pasteurizado, acrescentam-se as provas enzimáticas de fosfatase alcalina e peroxidase, as quais devem apresentar resultados negativo e positivo,

respectivamente. Para leite cru refrigerado, a definição é a mesma, porém, acrescenta-se refrigerado e mantido nas temperaturas de 7 °C, na propriedade rural ou no tanque comunitário; e 10 °C no estabelecimento processador, transportado em carro-tanque isotérmico da propriedade rural para um posto de refrigeração de leite ou estabelecimento industrial adequado, para ser processado.

A Instrução Normativa nº 62, de 29/12/2011 (BRASIL, 2011), também definiu padrões e exigências para leite cru refrigerado (Quadro 4).

Os padrões e exigências de requisitos físico-químicos para leite pasteurizado, segundo a Instrução Normativa nº 62, de 29/12/2011 (BRASIL, 2011), seguem os mesmos do leite tipo A (Quadro 3).

Para os aspectos físico-químicos de leite UHT (UAT), prevalece a Portaria nº 370, de 4 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997) (Quadro 5).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conceitos apresentados permitem auxiliar os analistas na execução das metodologias adotadas no controle de qualidade físico-química do leite e derivados.

Organizar os roteiros analíticos compreendendo cada etapa, descrever os procedimentos operacionais padrões e fazê-los cumprir rigorosamente, garantem o sucesso na obtenção de resultados confiáveis e fidedignos à qualidade das amostras, produtos e processos.

Os treinamentos contínuos da equipe que compõe o laboratório devem ser prioridade, a fim de padronizar as atividades de rotina numa eventual troca de colaboradores para a mesma tarefa.

As metodologias oficiais adotadas no Brasil estão mais atualizadas, e, em alguns casos, permitem alternativas ao laboratório na escolha dos métodos e vêm descritas de forma mais clara e objetiva. Porém, muito ainda se deve avançar, pois trata de uma área que necessita de contínua atualização.

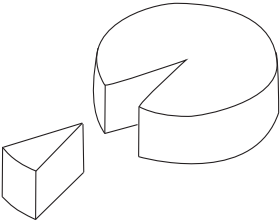
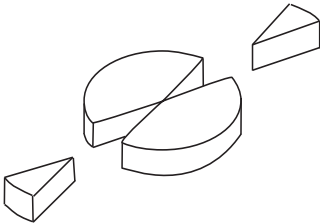
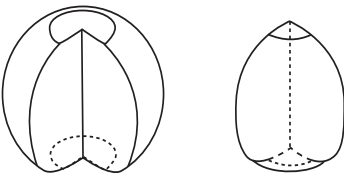
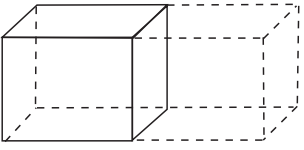
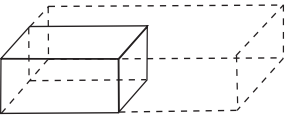
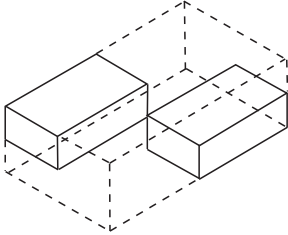
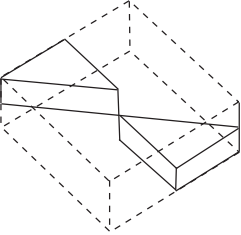
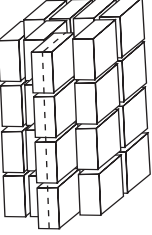
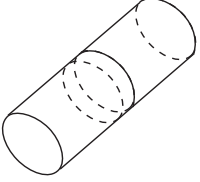
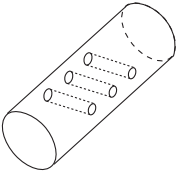
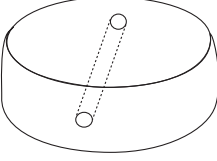
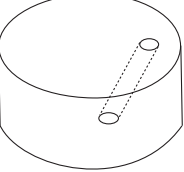
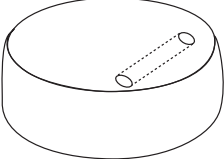
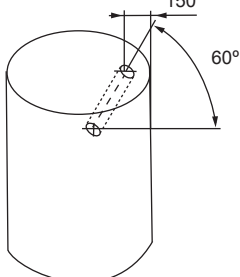
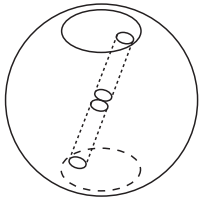
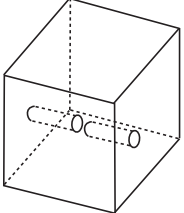
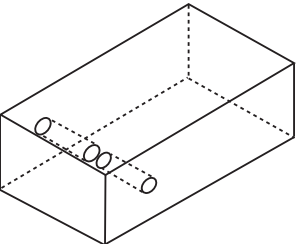
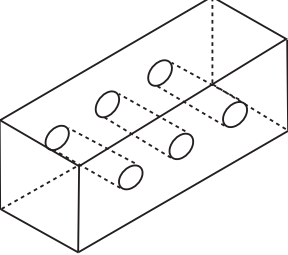
<p>Cilíndrico com um corte</p> 	<p>Cilíndrico com dois cortes</p> 	<p>Esférico e com lados achatados e corte de um setor</p> 	<p>Peça em bloco 3 - 5 kg e face mais larga retangular</p> 
<p>Peça em bloco 10 - 20 kg e face mais larga retangular</p> 	<p>Peça em bloco, na qual a face maior é a retangular</p> 	<p>Peça em bloco, na qual a face maior é a quadrada</p> 	<p>Peças em tanques de salmoura com mais de quatro blocos</p> 
<p>Corte de uma peça</p> 	<p>Sondagem em uma peça</p> 	<p>Cilíndrico por sondagem lateral</p> 	<p>Cilíndrico largo na qual a sonda entra inclinada do topo ao centro</p> 
<p>Cilíndrico largo na qual a sonda entra inclinada do topo ao centro</p> 	<p>Sondagem em cilíndrico alto</p> 	<p>Sondagem em esférico de ambos os lados até o centro</p> 	<p>Sondagem em cúbico</p> 
<p>Sondagem em bloco pelas laterais até o centro</p> 		<p>Sondagem em bloco (tipo pão de forma) pelas laterais até o lado oposto</p> 	

Figura 2 - Tipos de amostragem de queijos, conforme tamanho e formato, por sondas e cortes

Quadro 3 - Padrões exigidos para leites refrigerado cru e pasteurizado tipo A

Constituinte/Requisito	Valores
Acidez titulável	0,14% a 0,18% de ácido láctico
Gordura	⁽¹⁾ Mínimo 3,0% (m/m); ⁽²⁾ 0,6% a 2,9% (m/m); ⁽³⁾ máximo 0,5% (m/m)
Proteína	Mínimo 2,9% (m/m)
Densidade relativa a 15/15 °C	1,028 a 1,034 g/mL
Estabilidade ao etanol 72% (v/v)	Estável
Sólidos não gordurosos (SNG) ou extrato seco desengordurado (ESD)	Mínimo 8,4% (m/m) para integral
Índice crioscópico (mínimo)	-0,530 a -0,550 °H ou (-0,512 a -0,531 °C)

Fonte: Brasil (2011).

Nota: SNG (% (m/m) para outros teores de gordura = $8,652 - (0,084 \times G)$; teor de gordura em % (m/m). Densidade relativa: dispensada quando os teores de sólidos totais (ST) e SNG forem determinados eletronicamente.

(1) Integral. (2) Semidesnatado. (3) Desnatado.

Quadro 4 - Padrões exigidos para leite refrigerado cru

Constituinte/Requisito	Valores
Acidez titulável	0,14% a 0,18% de ácido láctico
Gordura	Mínimo 3,0% (m/m)
Proteína	Mínimo 2,9% (m/m)
Densidade relativa a 15/15 °C	1,028 a 1,034 g/mL
Estabilidade ao etanol 72 % (v/v)	⁽¹⁾ Estável
Sólidos não gordurosos (SNG) ou extrato seco desengordurado (ESD)	Mínimo 8,2% (m/m)
Índice crioscópico (mínimo)	-0,530 a -0,550 °H ou (-0,512 a -0,531 °C)

Fonte: Brasil (2011).

(1) Para leite de conjunto.

Quadro 5 - Padrões físico-químicos exigidos para leite UHT (UAT)

Constituinte/Requisito	Valores
Acidez (g de ácido láctico/100 mL)	0,14% a 0,18%
Gordura (mínimo)	⁽¹⁾ 3,0% (m/v)
Estabilidade ao etanol 68% (v/v)	Estável
Extrato seco desengordurado (mínimo)	⁽²⁾ 8,2% (m/m)

Fonte: Brasil (1997).

(1) Integral: semidesnatado de 0,6% a 2,9% (m/v) e desnatado até 0,5% (m/v). (2) Integral: mínimo 8,3% (m/m) para semidesnatado e mínimo 8,4% (m/m) para desnatado.

REFERÊNCIAS

LATIMER JUNIOR, G.W. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC International**. 19th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 370, de 4 de setembro de 1997. Aprova a inclusão do citrato de sódio no Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Leite U.H.T. (U.A.T.). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 8 set. 1997. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 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 da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 dez. 2006. Seção 1.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4.ed. São Paulo, 2008. 1020p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **International Standard IDF 50B: milk and milk products: methods of sampling**. Brussels, 1985. 19p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **International Standard ISO 707 - IDF 50: milk and milk products: guidance on sampling**. Brussels, 2008. 40p.

PEREIRA, D.B.C. et al. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. 2.ed. rev. e ampl. Juiz de Fora: Templo, 2001. 234p.

SILVA, R.R. da; ROCHA-FILHO, R.C. Mol: uma nova terminologia. **Química Nova na Escola**, v.1, p.12-14, maio 1995.

Análises microbiológicas para o controle de qualidade dos produtos lácteos

Carolina Carvalho Ramos Viana¹, Martha Eunice de Bessa²

Resumo - A agroindústria, com destaque para a produção de leite e seus derivados, possui grande importância social e econômica no Brasil, por trabalhar com alimentos de amplo consumo, produção e comercialização. A qualidade do produto final está intimamente relacionada com as características da matéria-prima utilizada e com as condições higiênico-sanitárias de todas as etapas de processamento, por influenciar suas propriedades microbiológicas e físico-químicas. As análises microbiológicas, especialmente para quantificação de microrganismos indicadores e detecção de patógenos, configuram-se como ferramenta valiosa à indústria, seja para qualificar o leite recebido, principalmente com relação à ocorrência de práticas inadequadas e fraudulentas na sua obtenção e transporte, seja para avaliar o desempenho produtivo com relação a não conformidade, buscando sempre a garantia de um alimento seguro a ser ofertado ao consumidor.

Palavras-chave: Laticínio. Inspeção do leite. Alimento seguro. Patógeno. Microrganismo indicador. Contagem bacteriana.

Microbiological analysis for the quality control of dairy products

Abstract - The agribusiness, with emphasis on the production of milk and dairy products, has great social and economic importance in Brazil, since they are foods of ample consumption, production and commercialization. The quality of final product is closely related to the characteristics of raw material used, as well as to hygienic-sanitary conditions of all stages of processing, as they influence its microbiological and physicochemical properties. The microbiological analyzes, especially for quantification of indicators microorganisms and detection of pathogens, are a valuable tool for industry, either to qualify the milk received, mainly in relation to the occurrence of inappropriate and fraudulent practices in obtaining and transporting procedures, or in order to evaluate the productive performance in relation to nonconformities, always aiming the assurance of a safe food to be offered to the consumer.

Keywords: Dairy. Milk inspection. Safe food. Pathogens. Indicator microorganisms. Bacterial count.

INTRODUÇÃO

O leite e seus derivados são alimentos relevantes na dieta de grande parte da população, e a importância social e econômica desses produtos ressalta-se no Brasil. A união de esforços dos segmentos envolvidos, produtores, processadores e governo federal, tem buscado a melhoria da qualidade do leite cru, um dos objetivos primordiais do setor lácteo nacional (REIS et al., 2013).

No agronegócio brasileiro, o leite tem papel de destaque na cadeia produtiva, ao gerar renda e emprego, principalmente para pequenos produtores. A produção e a comercialização de leite e derivados requerem eficiência e eficácia em seus processos, além do cumprimento das exigências de qualidade para atender ao alto nível de competitividade mundial e nacional (TRAVASSOS et al., 2016).

Vários fatores interferem na produção e no teor dos componentes do leite, dentre estes (WALSTRA; WOUTERS; GEURTS, 2006):

- a) genéticos: espécie e raça dos animais;
- b) individuais: idade, estágio de lactação, número de lactações;
- c) nutricionais: tipo de alimento e disponibilidade, forma de conservação, adequação da dieta às exigências do animal;

¹Farmacêutica, M. Sc. Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Profa^{EPAMIG-ILCT}, Juiz de Fora, MG, carolinaviana@epamig.br

²Farmacêutica-bioquímica, Doutoranda, Profa^{EPAMIG-ILCT}, Juiz de Fora, MG, marthaebessa@hotmail.com

- d) ambientais: condições ambientais, estresse, estação do ano, manejo;
- e) extrínsecos: sanidade animal, contaminação bacteriana.

O leite é naturalmente um alimento rico em nutrientes, o que o torna um substrato ideal para a proliferação de microrganismos e, além da deterioração, pode representar também um risco à saúde humana. Para que tenha boa qualidade, o leite deve apresentar baixa carga bacteriana, ausência de patógenos, reduzida contagem de células somáticas (CCS) e ausência de resíduos de substâncias químicas (REIS et al., 2013).

A qualidade do leite relaciona-se com o aspecto higiênico-sanitário em sua obtenção e manipulação, bem como em suas propriedades microbiológicas e físico-químicas. Tais propriedades e suas interações constituem valiosa ferramenta para avaliar o desempenho produtivo, o processamento industrial e a qualidade final dos produtos lácteos, além da ocorrência de práticas inadequadas e fraudulentas na cadeia produtiva (CARDOSO, 2014).

Os parâmetros de qualidade e de inocuidade são imprescindíveis para manutenção da saúde do consumidor, reduzindo, inclusive, as perdas no setor de laticínios (SEVERO, 2016). Para atingir os padrões que atendam à segurança microbiológica, as indústrias devem adotar programas de qualidade, corroborando para a redução de doenças transmitidas por alimentos (DTA) frequentemente associadas aos produtos de origem animal (NEITZKE; ROZA; WEBER, 2017).

Este artigo tem como objetivo abordar as principais análises microbiológicas que devem ser empregadas na indústria como ferramentas de garantia de qualidade e de inocuidade do produto final, o que auxilia no controle e na validação dos processos, bem como na implementação dos programas de qualidade e na elucidação de possíveis não conformidades.

PRODUÇÃO E CONSUMO DE PRODUTOS LÁCTEOS

A agroindústria é uma atividade importante para a economia brasileira. O País é

considerado um grande produtor de leite, ocupando a quarta posição no ranking mundial, com cerca de 34% da produção destinada à fabricação de queijos (FONSECA; REIS; SANTOS, 2016).

De acordo com as informações divulgadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção nacional de leite, sob algum tipo de serviço de inspeção sanitária, foi próxima a 23,2 bilhões de litros, no ano de 2016. O estado de Minas Gerais manteve sua ampla liderança com 26,4% de participação nacional, seguido por Rio Grande do Sul (14,0%) e Paraná (11,8%) (IBGE, 2017).

As exportações no ano de 2015 foram direcionadas a 42 países, com destaque para Venezuela, que absorveu 77,8% do valor total exportado. Em seguida, observa-se o mercado da Arábia Saudita (4,2% do valor anual exportado) e Angola (3,6% do valor total exportado no ano) (CONAB, 2016).

Dentre os 26 tipos de derivados lácteos exportados em 2015, o leite em pó integral representou 76,8% do total exportado no ano, seguido pelo leite condensado e o creme de leite, representando, respectivamente, 13,5% e 4,1% do valor anual total (CONAB, 2016).

As projeções para o Brasil, realizadas pela Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) e Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), em 2015, indicam que, entre 2016 e 2024, a produção de queijos deverá aumentar 13,9% (taxa de 1,6% ao ano) alcançando 867,15 mil toneladas no final do período. Para a fabricação de leite em pó, espera-se um aumento de 25,5% (2,9% ao ano) para o produto integral, alcançando 749,03 mil toneladas, enquanto para o leite em pó desnatado o esperado é de 6,9% (0,8% ao ano), totalizando 175,16 mil toneladas. A produção de manteiga deverá aumentar 7,0% (0,8% ao ano), alcançando 93,6 mil toneladas (CONAB, 2016).

A produção de leite e derivados possui grande importância social e econômica, além de relevante papel na dieta da po-

pulação brasileira. Assim, o controle da qualidade higiênico-sanitária e microbiológica dos alimentos torna-se essencial para a economia do País, bem como para a manutenção da saúde da população (FONSECA; REIS; SANTOS, 2016)

BUSCA POR ALIMENTOS SEGUROS

Nas últimas décadas, a alimentação tem sido motivo de grande preocupação, e o principal desafio é adequar a produção de alimentos em quantidade, qualidade e regularidade à demanda crescente da população. Com a globalização e as mudanças no estilo de vida e hábitos alimentares ficaram ainda mais evidentes os problemas relativos à qualidade dos alimentos (RODRIGUES et al., 2013).

A demanda por alimentos aumentou consideravelmente em consequência do crescimento populacional. Para atender a essa demanda com produtos microbiologicamente seguros, a indústria deve investir em programas de qualidade que contemplem a prevenção da contaminação e monitoramentos durante toda a produção. Dessa forma, é possível reduzir os surtos de DTA, frequentemente associados a produtos de origem animal (NEITZKE; ROZA; WEBER, 2017).

No relatório “Estimativas da carga global de doenças”, publicado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), em 2015, cerca de 600 milhões, ou quase uma em cada dez pessoas no mundo, apresentaram morbidades, em 2010, após consumir alimentos contaminados por bactérias, vírus, dentre outros patógenos (CAMINO FELTES; ARRISSETO-BRAGOTTO; BLOCK, 2017).

O Ministério da Saúde, em 2015, atribuiu 3,4% do total de surtos de DTA ocorridos no Brasil ao consumo de produtos lácteos (BRASIL, 2017). Assim, a melhoria da qualidade do leite cru é um dos objetivos primordiais do setor laticinista brasileiro. Para isso, é fundamental a união de esforços dos segmentos envolvidos, tais como produtores, processadores e governo federal (REIS et al., 2013).

Por parte do governo citam-se ações como a instituição da Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL), que tem como principais objetivos avaliar e monitorar a qualidade do leite cru produzido nos rebanhos bovinos leiteiros. Outro destaque é o Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNQL), cuja finalidade é mudar a forma de produzir o leite no Brasil, a fim de melhorar a qualidade e garantir à população o consumo de produtos lácteos mais seguros, nutritivos e saborosos, além de proporcionar condições para aumentar o rendimento dos produtores (DURR, 2012).

Outra ação relevante foi a publicação, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2002, da Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002 e, em 2011, da Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011, a fim de regulamentar a produção, identidade, qualidade, coleta e transporte do leite tipo A, leite cru refrigerado e leite pasteurizado (SENAR, 2005).

Por parte das empresas de lácteos, uma das ações voltadas para melhoria da qualidade do leite é a efetiva implantação de programas de pagamento por qualidade. Também é papel da indústria o monitoramento dos parâmetros microbiológicos e físico-químicos da matéria-prima, de forma que garanta a fabricação de produtos seguros e com qualidade para o consumidor. Além disso, devem ser adotados programas de educação continuada para os produtores, que terão sua eficácia demonstrada pelos resultados de análises do leite cru.

Nesse contexto, não só o controle microbiológico da matéria-prima faz-se necessário, mas também torna-se primordial avaliar e assegurar a qualidade para os derivados produzidos. Os alimentos comercializados no Brasil são avaliados de acordo com as regulamentações previstas pelos órgãos oficiais, que, por meio de inspeção e de fiscalização, verificam se as indústrias cumprem com os requisitos básicos para garantir a inocuidade do produto acabado (RODRIGUES, 2016).

CONTROLE MICROBIOLÓGICO DO LEITE E DERIVADOS

A qualidade microbiológica do leite cru está relacionada com o número inicial de bactérias no úbere e com o ambiente externo no ato da ordenha. Dessa forma, o controle da saúde animal, em consonância com as Boas Práticas Agropecuárias, torna-se imprescindível para a obtenção de um leite com baixas contagens microbianas. Outrossim, a qualidade dos derivados lácteos depende da qualidade inicial do leite cru, bem como dos tratamentos empregados nessa matéria-prima e dos cuidados higiênicos no processamento, armazenamento, transporte e comercialização (RODRIGUES, 2016).

Os órgãos de inspeção têm-se preocupado em estabelecer e atualizar normas que garantam a qualidade e a inocuidade dos produtos de origem animal. Nesse contexto, o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa), aprovado no ano de 1952, foi atualmente revisado pelo Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017 (BRASIL, 2017). Essa regulamentação objetiva garantir a segurança e a inocuidade alimentar, além de combater fraudes econômicas, por meio das punições para as irregularidades na produção desses alimentos.

Da mesma forma, como mencionado, a Instrução Normativa nº 62, de 29/12/2011, atualmente é responsável por regulamentar a produção, identidade e qualidade do leite cru e pasteurizado, bem como o controle de qualidade microbiológico da matéria-prima recebida pela indústria. De acordo com a legislação vigente, para o leite cru são preconizadas: a contagem padrão em placas (CPP), a qual estima a contagem bacteriana total (CBT) do produto e infere sobre sua qualidade microbiológica; a CCS, indicativa da sanidade animal, com relação à ocorrência de infecções na glândula mamária; além da pesquisa de resíduos de antibióticos, indicativa da utilização de leite proveniente de animal em tratamento (BRASIL, 2011).

Para o controle efetivo da qualidade do leite e de seus derivados, devem ser seguidas as metodologias oficiais para análises físico-químicas e microbiológicas, descritas, respectivamente, na Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006) e na Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003, do MAPA (BRASIL, 2003).

Contagem bacteriana total

A qualidade da matéria-prima é influenciada diretamente pela saúde do animal e procedimentos que envolvem o manejo e a ordenha. As bactérias mesófilas podem estar presentes em quantidades elevadas, sendo a CBT um importante indicador de qualidade higiênica do processo de obtenção do leite e de parâmetros como tempo e temperatura adequados de conservação (RODRIGUES, 2016).

A obtenção de um leite de qualidade começa ordenhando-se apenas vacas saudáveis, tendo um controle efetivo da sanidade animal, bem como respeitando os prazos de carência de medicamentos. A saúde do animal, o manejo sanitário, a qualidade da água de abastecimento e a higienização nas etapas que envolvem a ordenha consistem em ferramentas fundamentais para diminuição da CBT e para qualidade final dos produtos obtidos (RODRIGUES et al., 2013).

A classificação das bactérias que podem contaminar o leite cru tem como base a temperatura ideal de multiplicação exponencial do microrganismo. Os mesófilos, psicotróficos, termófilos e termotúricos podem ser evidenciados na CBT e identificados por métodos tradicionais de cultivo. Nos últimos anos, a detecção e a enumeração desses grupos de microrganismos, assim como de proteolíticos e lipolíticos, vêm sendo muito utilizadas como forma de diagnóstico da relação intrínseca (microbiológica e enzimática) entre a matéria-prima com o produto acabado (REIS et al., 2013).

A granelização e o resfriamento do leite cru possuíam o objetivo principal

de reduzir a deterioração resultante da atividade acidificante das bactérias mesofílicas, e, simultaneamente, reduzir perdas de matéria-prima e custos operacionais de produção. Além disso, nesse grupo de microrganismos incluem-se patógenos, que podem desenvolver-se rapidamente, se a refrigeração não for eficiente, reforçando ainda mais a necessidade de controle de temperatura do leite cru (BRASIL, 2002).

Procedimentos de higienização inadequados no sistema de produção, bem como o contato do leite com animais sujos, ambientes inadequados de produção, falhas na velocidade de resfriamento do leite para temperaturas inferiores a 5 °C e leite proveniente de animais com mastite são determinantes para contagens microbianas elevadas (PINTO et al., 2013).

A adoção de prazos para a redução da CCS e CBT foi uma ação importante com o intuito de melhorar a qualidade do leite no Brasil. Atualmente, o valor legal para CBT é de 300 mil unidades formadoras de colônias (UFC)/mL, devendo reduzir para 100 mil UFC/mL, em 2018 no Sudeste, Sul e Centro-Oeste (BRASIL, 2011, 2016).

Apesar de reduzir a contagem de mesófilos, a granelização resultou na elevação da microbiota psicotrófica no leite cru, uma vez que estas bactérias caracterizam-se por ter mecanismos de adaptação a baixas temperaturas, por modificações em lipídeos e proteínas. Ou seja, independentemente de sua temperatura ótima de crescimento, estas podem-se desenvolver e se multiplicar mesmo sob refrigeração (PINTO et al., 2013).

Dentre os principais gêneros que podem contaminar o leite cru, destacam-se *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Achromobacter*, *Lactobacillus* e *Flavobacterium*, sendo que sua presença na matéria-prima está relacionada, principalmente, com procedimentos deficientes de higiene, bem como com a inadequada qualidade da água utilizada (PINTO et al., 2013). No Brasil, não existe uma regulamentação específica com relação à enumeração desses microrganismos em produtos

lácteos específicos, porém, com base na literatura, seria imprudente a fabricação a partir do leite cru com contagem superior a $5,0 \times 10^6$ UFC/mL (PINTO et al., 2013).

Apesar de a maioria dos psicotróficos não resistir ao processo de pasteurização, o controle mostra-se como uma ação adequada, uma vez que estes podem produzir enzimas proteolíticas e lipolíticas inespecíficas e termorresistentes. Com isso, alterações significativas e indesejáveis podem ocorrer, principalmente em alimentos de vida útil prolongada, sobretudo no sabor, odor e textura, além de redução do rendimento, impactando na qualidade do produto final (REIS et al., 2013).

Quando a contaminação inicial do leite é elevada, a pasteurização pode ser insuficiente para reduzir a quantidades adequadas as contagens desses microrganismos. Isto ocorre porque bactérias termodúricas são capazes de resistir ao binômio tempo-temperatura, e podem, eventualmente, causar alterações no leite. Em geral, este grupo, com destaque para *Bacillus cereus* e *Clostridium* sp., é capaz de formar esporos, formas de resistência contra condições adversas. Dessa forma, podem influenciar a vida de prateleira do produto final, inclusive dos produtos UHT, pois alteram suas características sensoriais e físico-químicas. Sua presença geralmente é associada à presença de biofilmes e limpeza ineficiente de equipamentos de ordenha ou por contaminação diretamente do solo (REIS et al., 2013).

Contagem de células somáticas

Em resposta a processos inflamatórios da glândula mamária (mastite), as paredes dos vasos sanguíneos tornam-se dilatadas, as junções intercelulares apresentam-se menos rígidas, e diversas substâncias, assim como células, migram do sangue para o leite. Dentre essas, estão íons de cloro e sódio, que podem promover ao leite um sabor levemente salgado, e enzimas que causam alterações em proteínas e gorduras. As alterações na homeostasia do animal, decorrentes da inflamação, elevam

também o número de células sanguíneas, os leucócitos polimorfonucleares (neutrófilos), identificados como células somáticas (BRITO; BRITO, 1998). Tais células estão presentes normalmente no organismo animal, sendo responsáveis pela resposta a patógenos invasores e cujo aumento caracteriza a tentativa de destruir estas bactérias. Assim, a infecção intramamária consiste no fator que exerce a maior influência sobre a CCS, sendo considerado o indicador de qualidade sanitário do rebanho.

Há uma relação direta entre o aumento na CCS e a redução na concentração dos constituintes do leite: ocorre um aumento de íons como cloretos e sódio e, consequentemente, o pH altera-se para alcalino; a albumina e a imunoglobulina aumentam, e o teor de caseína decresce (WALSTRA; WOUTERS; GEURTS, 2006). Tais modificações proteicas e alterações iônicas decorrem da tentativa de recobrar o equilíbrio fisiológico, e impactam em processos como no retardo do tempo de coagulação dos queijos e na redução do rendimento; afetam também na produção do leite UHT e do leite condensado, pelas alterações promovidas na estabilidade ao tratamento térmico (BRITO; BRITO, 1998).

Controle de microrganismos indicadores e patógenos

A contaminação por microrganismos e/ou suas toxinas constitui as causas mais frequentes de problemas sanitários. O controle microbiológico da matéria-prima e dos produtos derivados é previsto na legislação vigente para obter um consumo seguro desses produtos.

Existem padrões legais regulamentados para a quantidade e/ou presença de microrganismos indicadores e patógenos, sendo estes preconizados no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de cada produto lácteo. Assim, ao registrar o produto, a indústria deve estabelecer, junto ao fiscal, a periodicidade das análises para controle de qualidade de seus produtos, atestando o atendimento a estes padrões, além de assegurar ao consumidor

final um alimento de qualidade comprovada. Tais análises podem ser realizadas em laboratórios no próprio laticínio, bem como em laboratórios terceirizados, o que deve ser acordado juntamente com o fiscal conforme cada realidade.

Não apenas para cumprimento de uma exigência legal, o controle microbiológico deve ser encarado como uma ferramenta importante da indústria de alimentos, como forma de avaliar e monitorar a segurança durante o processamento de todos os lotes dos produtos acabados. É possível, por exemplo, validar procedimentos de higienização, verificar fatores relacionados com a contaminação pós-tratamento térmico, a estimativa do potencial de deterioração e a determinação de vida útil do produto final (REIS et al., 2013).

São considerados como microrganismos indicadores de condições higiênic-sanitárias: coliformes totais, coliformes termotolerantes, enterococos e enterobactérias totais; indicadores de contaminação de origem fecal (humanos e animais de sangue quente): *Escherichia coli*; e indicadores da condição de deterioração do alimento e das condições ambientais: microrganismos aeróbios mesófilos, psicrotróficos, termófilos, fungos filamentosos e leveduras (REIS et al., 2013).

A quantificação de microrganismos indicadores, representada principalmente pelo grupo dos coliformes, merece destaque, uma vez que sugere a qualidade e a segurança do produto. Desse modo, caso esteja acima dos valores preconizados na legislação vigente, pode indicar falhas na higiene do processo, e, como consequência, a provável presença de patógenos. Tais irregularidades podem ser referentes desde a limpeza e sanitização de mãos, equipamentos e utensílios, até o cumprimento do binômio correto de tempo e temperatura de tratamento térmico do leite ou, ainda, a recontaminação pós-processamento, e, por isso, pode ser utilizada pela indústria como um sinalizador importante das condições microbiológicas do alimento produzido.

A pesquisa de *Staphylococcus* coagulase positiva é relevante para avaliar as boas práticas aplicadas pelos manipuladores, o qual geralmente é a fonte de contaminação primária dos alimentos. A tolerância permitida de *Staphylococcus* em um alimento considera o emprego de ferramentas que eliminem a bactéria, impossibilitando a produção da toxina estafilocócica responsável pela DTA. Nesse aspecto, a avaliação por meio de *swab* de mãos e superfícies, e o monitoramento por meio da Bioluminescência contribuem efetivamente para redução da carga bacteriana nos alimentos durante o processo produtivo.

Staphylococcus spp. são potenciais produtores de enterotoxinas que causam intoxicação alimentar, assim como a espécie *Bacillus cereus*, cuja patogenicidade merece destaque, pela sua capacidade de esporulação, que o torna resistente às barreiras microbiológicas utilizadas durante a produção. As enterotoxinas termoestáveis e pré-formadas representam um risco sanitário, quando os níveis desses patógenos ultrapassam os limites previstos de tolerância (MARTINS et al., 2015).

A legislação prevê a ausência de *Salmonella* spp. no leite pasteurizado e em seus produtos, sendo esse microrganismo causa de toxinfecção alimentar e normalmente veiculado ao leite por contaminação em nível fecal.

Estirpes de *Yersinia enterocolitica* e *Listeria monocytogenes* têm a capacidade de se desenvolverem em temperatura de refrigeração, sendo fator de preocupação para a indústria alimentícia. A listeriose é uma doença relacionada com a presença de *Listeria monocytogenes* em diferentes tecidos do organismo humano, é associada à presença de biofilmes e ao consumo de produtos crus e também não é tolerada em alimentos.

Na análise microbiológica do leite e derivados é imprescindível a aplicação de técnicas e procedimentos previstos nas normas internacionais e nacionais específicas de cada produto. Essas normas determinam as metodologias que devem ser

empregadas, e a padronização de métodos utilizados nas identificações laboratoriais corrobora para o êxito na garantia da qualidade dos produtos.

TÉCNICAS DE CULTIVO CONVENCIONAIS

A verificação da presença de microrganismos patogênicos, indicadores de qualidade e produtores de toxinas, deve ser efetuada utilizando-se técnicas padronizadas e previstas nas normas e legislações vigentes. Os laboratórios devem apresentar consonância com as normatizações International Organization for Standardization (ISO) previstas para seleção, isolamento e provas bioquímicas necessárias para identificação das bactérias. As estirpes apresentam normas específicas que permitem a padronização intralaboratorial, sendo imprescindíveis para implementação de norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2005) aplicável a laboratórios de calibração e de ensaio.

A análise convencional envolve etapas específicas de preparo das amostras obedecendo a peculiaridades inerentes a cada produto; pré-enriquecimento que recupera as células injuriadas; enriquecimento seletivo em que são efetuados o plaqueamento seletivo e diferencial por emprego de meios de cultura que atendam às necessidades nutricionais da bactéria investigada.

Os meios de cultivo são utilizados como agentes seletivos, diferenciais, redutores e tamponantes. São fontes de nutrientes que dependem do tipo de microrganismo em estudo. A produção de enzimas específicas de determinados microrganismos pode ser avaliada utilizando-se substratos cromogênicos e fluorogênicos.

Independentemente da análise a ser realizada, procedimentos padronizados na amostragem, bem como homogeneização das amostras, e retirada da unidade analítica tornam-se imprescindíveis para a obtenção de um resultado coerente e confiável. É essencial que a amostra não sofra nenhuma modificação nas suas características, decorrente da manipulação analítica,

para garantir a representatividade do lote que está sendo avaliado. Para isso, o uso de materiais e instrumentos esterilizados e a utilização de técnicas assépticas para evitar contaminação são cruciais e podem por em risco as análises, caso não sejam adotadas.

Os microrganismos apresentam fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados com o seu desenvolvimento. As exigências de cada espécie microbiana devem ser observadas nas análises, como temperatura ideal de incubação, pH ótimo de crescimento, e o desenvolvimento em diferentes tensões de oxigênio. Após o isolamento do microrganismo, as colônias que apresentam características fenotípicas semelhantes ao patógeno questionado são avaliadas por testes bioquímicos e sorológicos.

A legislação prevê a análise de coliformes a 30 °C e a 45 °C, sendo este último grupo indicativo de contaminação em nível fecal. De acordo com a Instrução Normativa nº 62, de 26/8/2003 do MAPA (BRASIL, 2003), a contagem de coliformes totais (ou a 30 °C) inicia-se com uma recuperação de células injuriadas, por meio de caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), no caso da técnica do Número Mais Provável (NMP) ou, pelo Ágar Bile Vermelho Violeta – Violet Red Bile (VRB), no método de placas. A utilização de um ou outro método irá depender do valor máximo tolerado para coliformes na legislação específica de cada produto. Caso este valor esteja abaixo de 100 UFC/mL, emprega-se o método do NMP, e estando igual ou acima desse valor, deve-se utilizar o método de plaqueamento.

Caso haja desenvolvimento típico nesta etapa presuntiva, que no método de tubos é evidenciado com produção de gás no tubo de Durhan, deve ser feita a confirmação da presença de coliformes a 30 °C, utilizando-se caldo Verde Bile Brilhante (VBB), bem como a confirmação de coliformes termotolerantes (ou a 45 °C), por meio de caldo *E. coli* (EC).

Para confirmação da presença de *E. coli*, principal patógeno de origem fecal, recomenda-se a realização de estrias de esgotamento com alíquotas de tubos po-

sitivos no caldo EC, em placas de Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB). O desenvolvimento de colônias nucleadas com centro preto, com ou sem brilho metálico, é típico de *E. coli*. Provas bioquímicas como teste de citrato, indol, vermelho de metila e Voges-Proskauer podem ser efetuadas separadamente ou pela utilização de kits comerciais (SILVA et al., 2013).

A *Salmonella* spp. e o *Staphylococcus aureus* são os microrganismos mais associados a surtos alimentares no Brasil. A identificação de *Salmonella* spp. em leite e derivados está prevista na norma da ISO (2001) e de *S. aureus* na ISO (1999). A padronização das etapas de análise permite a associação com a automação e o emprego de equipamentos que realizam as provas bioquímicas de forma simultânea, reduzindo o tempo de análise e auxiliando em medidas corretivas que podem ser utilizadas pelas indústrias para prevenção de contaminantes e adequação do alimento à legislação. O tempo de análise e identificação de possíveis patógenos é importante para dirimir surtos de DTA e garantir a segurança do alimento para expedição.

Os derivados do leite podem ser uma fonte potencial de *S. aureus*, oriundos de uma contaminação pós-processamento ou com superfícies inadequadamente sanitizadas, bem como a ocorrência de mastite no rebanho. A contagem de estafilococos coagulase positiva é efetuada empregando-se o meio Baird-Parker, que utiliza o telurito de potássio, glicina e o cloreto de lítio como agentes seletivos; a redução do telurito e a hidrólise de gema de ovo são características diferenciais que podem ser evidenciadas pelo crescimento típico expresso no meio de cultura. Como prova confirmativa para as colônias típicas, recomenda-se a atividade de coagulase, catalase e de termonuclease, bem como a coloração de Gram e visualização microscópica como testes empregados para identificação da bactéria (BRASIL, 2003).

A técnica tradicional de detecção de *Salmonella* spp. baseia-se na presença/

ausência. A amostra de alimento a ser analisada pode estar contaminada com uma microbiota competidora maior do que a população de *Salmonella* spp. ou situações em que as células estão reduzidas ou injuriadas pelo calor, congelamento e processamento em geral.

Os procedimentos recomendados pelos órgãos reguladores são aqueles em que a detecção do patógeno seja evidenciada mesmo em situações desfavoráveis. A recuperação de células injuriadas é efetuada pelo emprego de água peptonada tamponada. Para inibir a microbiota acompanhante e a promoção da elevação preferencial do número de células de *Salmonella* sp., deve-se incubar a amostra recuperada em caldos seletivos como caldo tetratoato e o caldo Rappaport-Vassiliadis. Após a incubação dos caldos em diferentes temperaturas, o meio diferencial é utilizado para evidenciar células típicas

Os meios de cultivo como o ágar entérico de Hectoen, o ágar xilose lisina desoxicolato e o ágar xilose lisina tergitol fazem a diferenciação com base na ausência de fermentação de lactose e na produção de sulfeto de hidrogênio (H₂S). O plaqueamento diferencial pode ser efetinado com o emprego de ágar verde-brilhante, que se baseia na fermentação da lactose, mas não na produção de H₂S, e o ágar bismuto sulfito que não fermenta a lactose, mas ocorre a produção de H₂S (SILVA et al., 2013).

As colônias típicas são confirmadas por meio de provas bioquímicas e sorológicas: teste de urease, descarboxilação da lisina em caldo, fermentação do dulcitol, teste do indol, teste de crescimento em caldo cianeto de potássio, teste de malonato e sorológico com base nos antígenos somáticos, permitindo a classificação do gênero *Salmonella* (BRASIL, 2003).

A Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001), que é uma norma específica para produtos já no comércio, prevê a quantificação de *B. cereus*, que pode ser realizada por plaqueamento direto. O meio mais empregado é o ágar manitol e gema de ovo enriquecido com polimixina

B, que atua como agente seletivo. As provas bioquímicas de utilização anaeróbica da glicose, teste de Voges Proskauer, teste de redução do nitrato e de decomposição da tirosina, devem ser realizadas nas colônias que apresentam crescimento típico do microrganismo. A confirmação também é evidenciada pela coloração de esporos e glóbulos de lipídeos intracelulares.

A análise de *Listeria monocytogenes* emprega meios seletivos e diferenciais descritos na ISO (2017). As espécies são diferenciadas pela fermentação de carboidratos e produção de hemolisina. Os métodos baseiam-se na capacidade de crescimento dessas espécies em baixas temperaturas e na resistência a antibióticos. As etapas de pré-enriquecimento e enriquecimento seletivo permitem o desenvolvimento de células presentes no alimento em análise. Os meios diferenciais como ágar Palcam, ágar Oxford e ágar cromogênico são empregados para evidenciar as colônias típicas. Os testes de confirmação preliminar incluem teste de catalase, teste de motilidade, verificação de hemólise e fermentação de diferentes carboidratos (BRASIL, 2003).

Há uma alta correlação entre os resultados obtidos nas análises e a amostra. Cuidados com a preparação do alimento para envio ao laboratório são fundamentais para êxito da análise e para detecção de possíveis contaminantes. A padronização laboratorial (ABNT, 2005) e o emprego de métodos oficiais de análise também são importantes para evidenciar a contaminação microbiana.

USO DE TÉCNICAS MOLECULARES PARA CONTROLE MICROBIOLÓGICO

As técnicas tradicionais de cultivo de microrganismos são definidas pelos métodos analíticos oficiais e estão previstas nas normatizações e na legislação que determinam a sanidade de alimentos. Essas técnicas são descritas no “Bacteriological Analytical Manual” (BAM) e baseiam-se em características fenotípicas apresentadas pelas estirpes em estudo, onde os micror-

ganismos são selecionados e submetidos a provas bioquímicas e de identificação (DWIVEDI; JAYKUS, 2011).

Na aplicação de técnicas moleculares, o tempo de análise é reduzido, principalmente quando se utiliza reação em cadeia da polimerase em tempo real – real time quantitative (qPCR), que é determinada pelas características genotípicas das bactérias. A metodologia tem sido amplamente aplicada para a detecção dos genes responsáveis pela produção de toxinas. A PCR - Multiplex permite verificação de mais de um alvo, e detecta, por exemplo, os genes que codificam a produção de toxinas, permitindo um estudo epidemiológico de *Staphylococcus* spp. e sua abrangência em intoxicações alimentares (ROSA et al., 2015).

Entretanto, as células não viáveis dos microrganismos podem levar a resultados falso-positivos decorrentes das amplificações geradas. A preparação das amostras de alimentos com enriquecimento inicial é fundamental antes da aplicação de PCR e tem viabilizado a otimização e o aperfeiçoamento de técnicas moleculares. Os esquemas de pré-amplificações devem ser específicos para cada matriz alimentícia. As padronizações são necessárias, pois permitem o monitoramento de alimentos e a purificação do DNA e RNA, para verificar a viabilidade das células em estudo. As moléculas intercalantes de DNA, Brometo de Etídeo Monazida (EMA) ou Propídeo Monozida (PMA) ligam-se à membrana danificada de células e não permitem sua amplificação durante a qPCR, distinguindo, assim, as células viáveis e inviáveis. A sensibilidade do método permite detectar de forma rápida o patógeno presente no alimento (SILVA et al., 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O leite de qualidade é obtido nas melhores condições de higiene, de animais sadios, com resfriamento logo após a ordenha, seguindo para aplicação nos processos industriais, sem adulterações nem contaminações, e no mais curto espaço de tempo. Considerando a perecibilidade, quanto menor for o tempo entre a ordenha

e a industrialização, aliada ao resfriamento imediato após sua obtenção, menor será o risco de perda da qualidade do produto.

Pelo papel nutricional e pelo grande consumo em todo o Brasil, o leite e seus derivados devem ter a qualidade investigada, e, neste sentido, a aplicação do controle microbiológico dos produtos lácteos, torna-se imprescindível, principalmente, para garantir a saúde e a segurança do consumidor. O emprego de técnicas oficiais ou moleculares, juntamente com a acreditação de laboratórios de análise microbiológica, permite assegurar resultados fidedignos que refletem a sanidade do alimento e auxiliam na determinação de ferramentas adequadas para o controle e garantia da qualidade do processo produtivo de indústrias, que utilizam o leite como matéria-prima para elaboração dos produtos.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR ISO/IEC 17025**: requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2005. 31p.
- ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2001.
- BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 mar. 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. 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, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 29 set. 2002.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62,

- de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água, com seus respectivos capítulos e anexos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados no Sistema de Laboratório Animal do Departamento de Defesa Animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 set. 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 dez. 2006. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 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, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 dez. 2011. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 7, de 3 de maio de 2016. [Altera os prazos estabelecidos na Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011 para contagem bacteriana total e células somáticas]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 4 maio 2016. Seção 1, p.11.
- BRITO, J.R.F.; BRITO, M.A.Y.P. **Qualidade higiênica do leite**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 17p. (EMBRAPA-CNPGL. Documentos, 62).
- CAMINO FELTES, M.M.; ARISSETO-BRAGOTTO, A.P.; BLOCK, J.M. Food quality, food-borne diseases, and food safety in the Brazilian food industry. **Food Quality and Safety**, v.1, n.1, p.13-27, Mar. 2017.
- CARDOSO, G. de S.P. **Avaliação físico-química e microbiológica do leite cru refrigerado e soro dos queijos Minas Frescal e Mussarela estocados sob diferentes temperaturas**. 2014. 125f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- CONAB. **Conjuntura mensal: leite e derivados**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_04_17_33_34_leite_abril_2016.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2017.
- DWIVEDI, H.P.; JAYKUS, L.A. Detection of pathogens in foods: the current state-of-the-art and future directions. **Critical Reviews in Microbiology**, v.37, n.1, p.40-63, 2011.
- FONSECA, B.C.P. da; REIS, J.N.; SANTOS, M.S. dos. Avaliação microbiológica de produtos lácteos comercializados na cidade de Vitória da Conquista - Bahia. **Revista Saúde.Com**, v.12, n.2, p.575-583, abr./jun. 2016.
- IBGE. **Indicadores IBGE: estatística da produção pecuária**. [Rio de Janeiro], 2017. 47p. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201701caderno.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2017.
- ISO. **6888-1: microbiology of food and animal feeding stuffs - horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species) - part 1: technique using baird-parker agar medium**. Genebra, 1999. 11p.
- ISO. **6785 (IDF 93): milk and milk products - detection of *Salmonella* spp.** 2.ed. Genebra, 2001.
- ISO. **11290-1: microbiology of the food chain - horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* and of *Listeria* spp.** - part 1: detection method. Genebra, 2017. 36p.
- MARTINS, A.G.L. de A. et al. Estabilidade microbiológica e nutricional de doce de leite pastoso durante o armazenamento em condições ambientais. **Revista Agropecuária Técnica Online**, Areia, v.36, n.1, p.161-166, 2015. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/view/23798/13592>>. Acesso em: 1 jun. 2017.
- NEITZKE, D.C.; ROZA, C.R. da; WEBER, F.H. Segurança dos alimentos: contaminação por *Salmonella* sp. no abate de suínos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.20, p.e2015063, 2017.
- PINTO, C.L. de O. et al. Bactérias psicrófilas importância do controle de sua contaminação na cadeia do leite. In: PINTO, C.L. de O. et al. (Ed.). **Qualidade microbiológica do leite cru**. Viçosa, MG: EPAMIG, 2013. cap. 4, p.135-156.
- REIS, K.T.M.G. et al. Qualidade microbiológica do leite cru e pasteurizado produzido no Brasil: revisão. **UNOPAR Científica. Ciências e Biologias e da Saúde Online**, Londrina, v.15, p.411-421, 2013. Número especial.
- RODRIGUES, E. et al. **Qualidade do leite e derivados: processos, processamento tecnológico e índices**. Niterói: PESAGRO-RIO, 2013. 53p. (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 7).
- RODRIGUES, L.G. **Avaliação dos componentes e contagem de células somáticas do leite cru de rebanhos bovinos localizados em Estados da região Sudeste do Brasil e atendimento aos limites estabelecidos na legislação vigente**. 2016. 76f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- ROSA, D.L.S.O. et al. Detecção de genes toxigênicos, susceptibilidade antimicrobiana e antagonismo in vitro de *Staphylococcus* spp. isolados de queijos artesanais. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, Rio de Janeiro, v.3, n.1, p.37-42, fev. 2015.
- SENAR. **Leite: produção de leite conforme Instrução Normativa nº 62**. Brasília, 2005. (Coleção SENAR, 133). 44p. Disponível em: <<https://www.senar-ap.org.br/uploads/biblioteca/2015/06/producao-de-leite-conforme-instrucao-normativa-n-62.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2017.
- SEVERO, J.S. et al. Food safety and quality control in a supermarket chain in Teresina-PI. **Brazilian Journal of Food Research**, v.7, n.2, p.112-124, 2016.
- SILVA, L.C. et al. Ocorrência de *Escherichia coli* potencialmente causadoras de toxinfecções alimentares em queijos coalho e ricota comercializados no sudeste do Brasil. **Blucher Food Science Proceedings**, v.1, n.1, p.177-178, 2014.
- SILVA, N. da. et al. **Microbiological examination methods of food and water: a laboratory manual**. London: Taylor & Francis, 2013. 484p.
- TRAVASSOS, G.F. et al. Determinantes da eficiência técnica dos produtores de leite da mesorregião da Zona da Mata - MG. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.3, n.1/3, p.63-92, 2016.
- WALSTRA, P.; WOUTERS, J.T.M.; GEURTS, T.J. **Dairy science and technology**. 2nd ed. Boca Raton: CRC, 2006. 761p.

Higienização: da produção do leite à indústria de laticínios

Paulo Henrique Costa Paiva¹, Juliana Nogueira Boccia², Vanessa Aglaê Martins Teodoro³, Daniel Arantes Pereira⁴, Nélcio José de Andrade⁵, Ana Clarissa dos Santos Pires⁶

Resumo - A higienização tem papel fundamental ao longo da cadeia produtiva do leite. Contribui decisivamente para a produção de lácteos dentro dos padrões de identidade e de qualidade requeridos pela legislação, além de sua relevância quanto aos aspectos econômicos e comerciais. A produção de leite e derivados, seguindo normas de qualidade, melhora o custo-benefício, satisfazendo aos anseios dos produtores, industrializadores e consumidores. Os principais aspectos relacionados com a higienização são: qualidade da água e da matéria-prima, tipos de resíduos removidos das superfícies de processamento, funções e condições de uso dos agentes de limpeza e sanitização, procedimentos e mecanismos de ação da higienização, métodos de monitoramento e avaliação do processo de higienização, aspectos relacionados com a adequação dos procedimentos à legislação vigente.

Palavras-chave: Produtos lácteos. Higiene de alimento. Limpeza. Sanitização. Contaminação. Legislação.

Hygienization: from milk production to the dairy industry

Abstract - Hygiene plays a key role throughout the milk production chain. It contributes decisively to dairy production within the standards of identity and quality required by legislation, as well as its relevance to economic and commercial aspects. The production of milk and dairy products following quality standards improves cost-effectiveness, satisfying producers, industrializers and consumers needs. The main aspects related to hygiene are: water and raw material quality, types of waste to be removed from processing surfaces, functions and conditions of use of cleaning and sanitizing agents, procedures and mechanisms of action of hygiene, methods of monitoring and evaluation of the hygiene process, aspects related to the adequacy of procedures to current legislation.

Keywords: Dairy products. Food hygiene. Cleaning. Sanitization. Contamination. Legislation.

INTRODUÇÃO

O conhecimento do processo de higienização ao longo da cadeia do leite é fundamental para criar um ambiente seguro e livre de contaminações, a começar pela produção do leite nas fazendas e durante todo o processamento, estocagem e distribuição.

Ao longo das últimas décadas, a indústria de alimentos cresceu enormemente, com o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias, e de intensificação do comércio entre os países. Entretanto, o

aumento dos relatos de surtos de doenças de origem alimentar e maior preocupação com a segurança do consumidor mostram que a implementação de procedimentos de higienização mais eficazes e rigorosos é fundamental para a indústria de processamento de leite (COSTA et al., 2006).

Todas as etapas da cadeia produtiva do leite, desde a ordenha das vacas até o consumo, devem ser controladas para garantir a qualidade e a segurança da matéria-prima e dos seus derivados. O

controle do processo de higienização na indústria de laticínios, dentro do programa de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e dos Procedimentos-Padrão de Higiene Operacional (PPHO), é um dos primeiros passos para alcançar a qualidade. Além disso, o programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) deve ser implementado como uma ferramenta para avaliar os perigos e estabelecer sistemas de controle que se concentrem em medidas preventivas, ao invés de depender

¹Eng. Alimentos, Doutorando Ciência e Tecnologia de Alimentos, Prof./Pesq. EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, paulohcp@epamig.br

²Téc. Laticínios, Mestranda Profissional Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados UFJF, Juiz de Fora, MG, junoboccia@gmail.com

³Médica-veterinária, D.Sc., Pesq./Prof^a Adj. UFJF - Depto. Medicina Veterinária, Juiz de Fora, MG, vanessa.teodoro@ufjf.edu.br

⁴Zootecnista, Doutorando Ciência dos Alimentos, Pesq. EPAMIG Sul-CERN, São João del-Rei, MG, daniel.arantes@epamig.br

⁵Eng. Agrônomo, D.Sc., Pesq./Prof. Tit. UFV - Depto. Tecnologia de Alimentos, Viçosa, MG, nandrade@ufv.br

⁶Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Pesq./Prof^a Adj. UFV - Depto. Tecnologia de Alimentos, Viçosa, MG, anaclarissasp@yahoo.com.br

unicamente dos testes de inspeção dos produtos finais.

Deve-se ter em mente que os fabricantes de alimentos são sempre obrigados a manter altos padrões de higiene. Isso se aplica tanto à estrutura física e aos equipamentos e utensílios, quanto, naturalmente, aos funcionários envolvidos na produção.

De acordo com Santos e Oliveira (2007), as operações de higienização devem ser consideradas sob quatro aspectos fundamentais:

- a) exigências legais: a legislação brasileira exige que os produtos alimentícios produzidos e comercializados atendam a um padrão mínimo de qualidade. Além de cumprir os requisitos legais de obtenção do leite e de produção dos derivados lácteos, as indústrias devem implementar as BPF, o PPHO e o APPCC. Estes programas compõem os Programas de Autocontrole (PAC), que garantem a inocuidade e a qualidade dos alimentos;
- b) competitividade: o mercado atual exige qualidade, confiabilidade e segurança. Esses fatores são fundamentais para a competitividade, a manutenção e a ampliação dos consumidores e viabilização financeira da atividade de produção do leite;
- c) necessidades econômicas: são fundamentais a redução das perdas de matéria-prima e de produtos acabados, as menores interrupções do processo produtivo para limpeza e a sanitização e o aumento no valor agregado do leite aos produtores;
- d) exigências tecnológicas: a aptidão do leite e de produtos intermediários para o processamento depende, fundamentalmente, da qualidade físico-química e microbiológica.

Cita-se ainda a obrigação moral da indústria de laticínios, visto que a maioria dos clientes não conhece pessoalmente a fábrica e a manipulação dos produtos. Existe uma relação de confiança na empresa e em sua reputação e acredita-se que

as operações são realizadas sob condições higiênicas, por funcionários treinados e conscientes (TETRA PAK, 1995).

Os aspectos críticos em relação ao leite e aos produtos lácteos são garantir que a matéria-prima seja da melhor qualidade, visando à obtenção de alimentos seguros, particularmente em relação às contaminações com agentes químicos, físicos e biológicos. Assim, procedimentos de higienização adequados ao longo da cadeia produtiva do leite objetivam não só reduzir a população microbiana do leite e dos derivados lácteos em níveis seguros (em relação aos aspectos tecnológicos e de saúde pública), mas também eliminar completamente contaminações por sujidades diversas, proporcionando produtos com a qualidade nutricional, sensorial e higiênico-sanitária adequada.

Este artigo faz uma revisão sobre o tema “Higienização: da produção de leite à indústria de laticínios”, abordando assuntos como qualidade da água e da matéria-prima, tipos de resíduos a ser removidos das superfícies de processamento, funções e condições de uso dos agentes de limpeza e sanitização, procedimentos e mecanismos de ação da higienização, métodos de monitoramento e avaliação do processo de higienização, além dos aspectos relacionados com a adequação dos procedimentos à legislação vigente.

QUALIDADE DA ÁGUA

Na indústria láctea, a água é usada, principalmente, nas operações de processamento, higiene do pessoal, limpeza e sanitização, preparo de formulações, cozimento, caldeiras, salmouras e torres de refrigeração. Dessa forma, é primordial o controle da qualidade dessa água nos estabelecimentos industriais (KAMIYAMA; OTENIO, 2013).

Segundo Andrade (2008), o controle da qualidade da água industrial quanto às suas características químicas, físicas e microbiológicas auxilia a garantia da qualidade dos alimentos produzidos, a segurança nos processos industriais, a maior eficácia

das soluções de limpeza e sanitização e a redução de problemas operacionais, pela formação de incrustações e corrosão em superfícies e metais. Além disso, contribui para a redução dos custos de produção em razão da maior vida útil de equipamentos e utensílios.

A atual legislação brasileira de potabilidade de água, Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. E estabelece no Capítulo I:

Art. 3º Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.

Art. 4º Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água.

A água é um potencial veículo de microrganismos causadores de doenças e, por isso, deve ser tratada com o objetivo de garantir a qualidade da produção de leite e a saúde do consumidor (PEREIRA; PAIVA, 2016). Segundo Tortora, Funke e Case (2012), a forma mais perigosa de poluição ocorre quando fezes entram no abastecimento de água. Muitas doenças são transmitidas por via oral-fecal, onde um patógeno é disseminado por fezes humanas ou de animais, contamina a água e é, em seguida, ingerido.

Na produção de leite nas fazendas, a qualidade da água deve ser monitorada pelo produtor, sendo recomendável sua análise a cada 6 meses ou sempre que houver suspeita de contaminação. A caixa d'água deve ser higienizada com a mesma frequência (PEREIRA; PAIVA, 2016).

A qualidade química da água é determinada pela concentração de sais, expressa por sua dureza (ou por sua quantidade de carbonatos), e o conteúdo de elementos

tóxicos. Geralmente, essas substâncias são detectadas apenas por métodos analíticos, porém, possuem grande importância sob o aspecto de processamento, de higiene e toxicológico (MACÊDO, 2004).

O uso de água não potável leva ao aumento da contagem total de bactérias (CTB) do leite, além da sua contaminação e de seus derivados por patógenos de importância para a saúde pública (PICININ, 2010).

Durante a produção da matéria-prima e processamento, até o consumo final, os produtos lácteos devem estar sujeitos a uma combinação de medidas de controle para garantia de proteção à saúde pública. Assim, a água usada na cadeia produtiva do leite, desde a ordenha do animal até a higienização dos equipamentos, utensílios e manipuladores na indústria, tem influência direta sobre a qualidade e a segurança dos produtos lácteos (KAMIYAMA; OTENIO, 2013).

QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA

Os microrganismos estão disseminados no ambiente natural, como solo, água, plantas e animais, servindo como reservatórios. Algum grau de contaminação do leite cru durante a produção é inevitável, sendo o procedimento de ordenha (manual ou mecânico) e os equipamentos de armazenamento do leite as principais fontes de contaminação (GIFFEL, 2003).

A microbiota do leite, de maneira geral, depende do estado de saúde do animal, das condições higiênicas de obtenção, transporte e manipulação, dos hábitos higiênicos dos colaboradores, da temperatura de conservação, do tempo gasto até seu processamento e da capacidade de os microrganismos desenvolverem-se nestas condições (SANTOS; CHELINI, 2009).

Segundo Pereira, Machado e Teodoro (2012), os principais fatores relacionados com a alta população microbiana no leite são falta de higiene na ordenha, a má higienização de equipamentos e utensílios, a contaminação da água e o resfriamento inadequado do leite (Fig. 1).

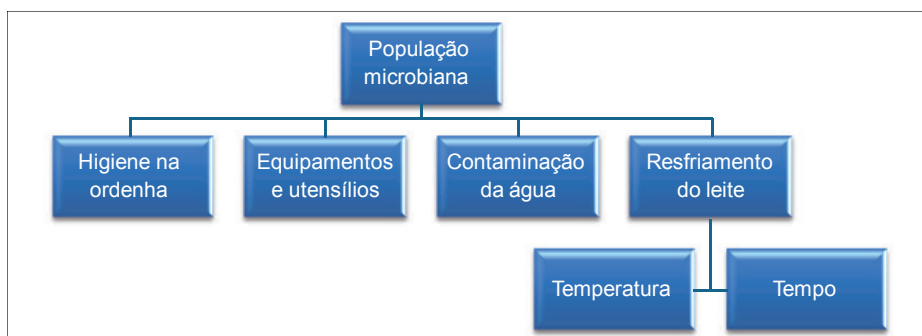


Figura 1 - Fatores relacionados com a alta população microbiana no leite

Fonte: Pereira e Paiva (2012).

Os equipamentos e utensílios utilizados na ordenha e no armazenamento do leite devem ser apropriados e mantidos em boas condições higiênicas. Por exemplo, os tanques de resfriamento de leite nas fazendas 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 ainda mais a higienização (PEREIRA; MACHADO; TEODORO, 2012).

Se o leite é produzido em condições higiênicas adequadas, as bactérias típicas da superfície do úbere, principalmente da família Micrococcaceae, serão predominantes e menos de 10% da microbiota total será constituída por psicrotróficos (bactérias, principalmente espécies de *Pseudomonas*, que crescem rapidamente a temperaturas de refrigeração). Sob condições de produção não saudáveis, o leite pode conter mais de 75% de psicrotróficos. Essas bactérias produzem enzimas proteolíticas e lipolíticas extracelulares resistentes ao calor que sobrevivem ao processamento térmico. A atividade enzimática durante o armazenamento resultará em defeitos de sabor, textura e estabilidade no leite e em produtos lácteos (GIFFEL, 2003).

A higienização compreende duas etapas: limpeza e sanitização (ANDRADE, 2008). Para uma boa higienização, o produtor deve ficar atento ao tempo adequado para cada etapa, à temperatura ideal e à concentração das soluções de limpeza e sanitização, e à ação física para remoção dos resíduos.

Os procedimentos de higienização utilizados na propriedade rural ou na indústria de laticínios, em geral, seguem as indicações dos fabricantes dos produtos de limpeza e sanitização. No Quadro 1 é apresentada uma sugestão de procedimento operacional padronizado de higienização de ordenhadeiras mecânicas.

A adequação dos procedimentos de limpeza e de sanitização dos equipamentos e utensílios deve ser verificada regularmente, a fim de garantir a obtenção de leite apto para o processamento e o consumo.

CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DO LEITE

A composição do leite é determinante para o estabelecimento de sua qualidade nutricional e de sua aptidão para processamento e consumo. A composição aproximada do leite de vaca é apresentada na Tabela 1.

As sujidades presentes nos equipamentos em indústrias de laticínios consistem em depósitos presos às superfícies de processamento. Sua composição, neste caso particular, baseia-se em componentes do leite, que são utilizados por bactérias “escondidas” na sujeira (biofilme) (TETRA PAK, 1995).

Sujidade, incrustação ou *fouling* corresponde a qualquer resíduo indesejado na superfície de processamento antes da sanitização, como resíduos de alimentos, contaminação do ambiente (ar e/ou manipuladores), resíduos de detergentes e microrganismos.

Quadro 1 - Proposição de um procedimento operacional padronizado de higienização de ordenhadeiras mecânicas

Fatores	Enxágue inicial (indeterminado)	Limpeza com alcalino clorado (10 min)	Enxágue/Limpeza ácida (5 min)	Sanitização (5 min)
Temperatura	Água morna 35 °C a 43 °C.	70 °C inicial; 50 °C final.	Água à temperatura ambiente ou morna 35°C a 43 °C/ detergente ácido 50 °C.	Sanitizante (hipoclorito de sódio) à temperatura ambiente.
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/pH	Água potável.	Concentração (seguir recomendação do fabricante).	Concentração (seguir recomendação do fabricante).	100 mg/L de cloro ativo.
Drenagem	Drenar rapidamente. Não recircular.	Recircular enquanto a solução se mantiver na temperatura ideal; após, drenar rapidamente.	Recircular por 5 min e depois drenar.	Recircular por 5 min e depois drenar.
Observações	As impurezas residuais são em grande parte solúveis em água e de remoção relativamente simples. 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 feita 30 min antes da ordenha. Não enxaguar.

Fonte: Adaptado de Pereira, Machado e Teodoro (2012).

Tabela 1 - Composição aproximada do leite de vaca

Constituinte	Teor médio no leite (% m/m)	Variação (% m/m)
Água	87,1	85,3-88,7
Lactose	4,6	3,8-5,3
Gordura	4,0	2,5-5,5
Proteína	3,3	2,3-4,4
Substâncias minerais	0,7	0,57-0,83
Outros (ácidos orgânicos, vitaminas)	0,3	-

Fonte: Adaptado de Walstra, Wouters e Geurts (2006).

A incrustação excessiva em equipamentos é dispendiosa para a indústria, pois, em muitos casos, o leite é perdido, além da necessidade de aumento das concentrações de detergentes utilizados na limpeza e, conseqüentemente, aumento do volume de água residual. Segundo Walstra, Wouters e Geurts (2006), a formação de incrustações ocorre especialmente durante o aquecimento do leite, resultando em depósitos de difícil remoção em superfícies metálicas. Essa formação de depósitos reduz a taxa de transferência de calor e a de fluxo de leite no equipamento. Eventualmente, o equipamento

deixará de funcionar. Em um evaporador com seis efeitos, os custos decorrentes da incrustação (perda de leite e limpeza) podem representar mais da metade dos custos totais de funcionamento, incluindo máquinas e consumo de energia.

As etapas de um procedimento de higienização propostas para o controle higiênico de superfícies de equipamentos e utensílios, para o asseio pessoal de manipuladores e para o ar de ambientes de processamento, levam em consideração as características de solubilidade dos resíduos de alimentos em água ou detergentes alcalinos e ácidos (ANDRADE, 2008).

É muito importante estabelecer as especificidades de cada tipo de alimento e de cada tipo de processo. No caso do leite, o principal carboidrato é a lactose, que é solúvel em água, portanto, de fácil remoção. Por outro lado, as soroproteínas lácteas sofrem desnaturação e insolubilização durante o tratamento térmico, dando início à formação de incrustações que são difíceis de ser removidas. Também ocorre insolubilização de fosfato de cálcio com o tratamento térmico, dificultando ainda mais a remoção desses resíduos da superfície (SANTOS; CHELINE, 2009).

Quando o leite é aquecido acima de 60 °C, a “pedra de leite” começa a se formar. Trata-se de um depósito de fosfatos de cálcio (e magnésio), proteínas e gorduras. Pode-se ver facilmente o resultado em placas de trocadores de calor após um longo tempo de produção, na seção de aquecimento e na primeira parte da seção de regeneração. Os depósitos permanecem presos às superfícies, e, após períodos de mais de 8 horas, uma mudança de cor de esbranquiçada a acastanhada também pode ser observada. Nas superfícies de processa-

mento frias, um filme de leite adere-se às paredes de tubulações, bombas e tanques. Quando o sistema é esvaziado, a limpeza deve começar o mais rápido possível ou, caso contrário, esse filme irá secar e será difícil a sua remoção (TETRA PAK, 1995).

Na Figura 2 são mostrados os tubos de um evaporador com incrustação acastanhada, após 16 horas de processamento de leite em pó.

Biofilmes

Os biofilmes são constituídos de bactérias aderidas às superfícies, que, por sua vez, são envolvidas por uma camada de partículas de matéria orgânica (MO), formando depósitos, nos quais os microrganismos estão fortemente aderidos por meio de filamentos de natureza polissacarídica ou proteica, denominados glicocálix (CRIADO; SUÁREZ; FERREIRÓS, 1994; ANDRADE, 2008). Na indústria de laticínios, os microrganismos podem-se aderir às sujidades depositadas nas superfícies de tubulações, equipamentos e utensílios, por causa das possíveis falhas no processo de higienização.

Os biofilmes presentes nas superfícies de processamento, em contato com o leite, ameaçam a qualidade e a segurança dos produtos lácteos. Extremidades mortas, cantos, rachaduras, fissuras, válvulas e juntas são pontos vulneráveis para acúmulo de resíduos e formação de biofilmes. O desenvolvimento desses biofilmes em uma unidade de produção de leite depende do tipo de microrganismo, do tipo de produto a ser processado, das condições de operação da planta (temperaturas e duração da produção) e do tipo de superfície. O design higiênico do equipamento de processamento é de grande importância para evitar a formação de biofilmes (GIFFEL, 2003).

Procedimentos de higienização incorretos de equipamentos e utensílios têm como consequência a permanência de resíduos que servem de substratos para o desenvolvimento de microrganismos deterioradores e patogênicos. Estes podem interagir com essa superfície condicionante formando



Figura 2 - Tubos de um evaporador com incrustação acastanhada, após 16 horas de processamento de leite em pó

biofilmes, complexo, mais resistente aos sanitizantes que, durante o processamento do leite e derivados, podem-se desagregar, aumentando a contaminação microbiana dos produtos. Dessa forma, os produtos finais terão qualidade inferior, menor vida útil e segurança duvidosa (SANTOS et al., 2009).

A contaminação atribuída ao desenvolvimento de biofilme foi relatada no processamento geral do leite (por exemplo, pasteurização) e fabricação de queijo, soro e leite em pó. Microrganismos patogênicos como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Typhimurium* e *Yersinia enterocolitica* podem formar biofilmes nas diversas superfícies de processamento de lácteos, dificultando sua identificação e remoção, podendo levar à contaminação dos produtos (GIFFEL, 2003).

ETAPAS DE UM PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO

Cada indústria de laticínios é responsável por estabelecer seus procedimentos de higienização em função das condições de operação da planta (equipamentos/processos utilizados e produtos a ser fabricados), entretanto, existem etapas básicas que são comuns a todos os casos. Na Figura 3 são

apresentadas etapas de um processo de higienização (manual ou mecânica).

Segundo Andrade (2008), a temperatura da água é importante, pois, se estiver muito elevada, pode provocar a desnaturação de proteínas; se estiver muito baixa, causa a solidificação de gordura. A lavagem com alcalinos para remoção de resíduos orgânicos, como proteínas e gorduras, deve ser efetuada, quando possível, a cerca de 80 °C. A lavagem com ácido tem a função de remover os sais minerais das superfícies e, quando possível, deve ser efetuada a cerca de 70 °C. A temperatura elevada favorece as reações químicas para retirada desses resíduos das superfícies, mas somente pode ser utilizada na higienização em sistemas Cleaning in Place (CIP). A higienização manual não permite o uso de temperaturas elevadas, por serem danosas aos manipuladores.

Os enxágues removem das superfícies os resíduos que reagem com os detergentes. São realizados após a limpeza com detergentes alcalinos, com detergentes ácidos e, às vezes, após o uso de sanitizantes químicos.

Limpeza e sanitização

Na indústria de laticínios, a limpeza e a sanitização são operações essenciais.

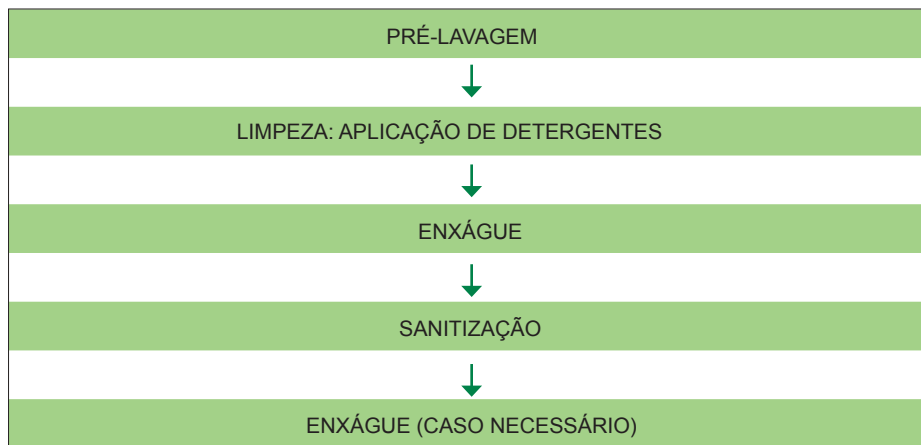


Figura 3 - Etapas de um processo de higienização

Fonte: Andrade (2008).

Segundo Lelieveld et al. (2003), a limpeza e a sanitização são realizadas para:

- remover os resíduos alimentares deixados nas linhas de produção, que podem deteriorar-se e ser reintroduzidos nas produções subsequentes, reduzindo a qualidade do produto;
- remover microrganismos ou materiais que permitam o desenvolvimento microbiano, reduzindo a chance de contaminação por agentes patogênicos e deterioradores, prolongando a vida útil dos produtos;
- remover materiais que possam levar à contaminação ou que possam fornecer alimento ou abrigo para pragas;
- prolongar a vida útil e evitar danos aos equipamentos e superfícies;
- proporcionar um ambiente de trabalho seguro e limpo para os colaboradores;
- apresentar uma imagem adequada aos visitantes e aos fiscais (por exemplo, durante as auditorias).

A limpeza destina-se, principalmente, à remoção de material que interfira no bom funcionamento dos equipamentos de processamento e à prevenção da contaminação dos produtos a ser fabricados. Sua execução não deve prejudicar a equipe, contaminar os alimentos ou levar à poluição do

meio ambiente, nem danificar equipamentos ou corroer materiais. Além disso, seus custos devem ser razoáveis (WALSTRA; WOUTERS; GEURTS, 2006).

A limpeza é realizada por meio de soluções detergentes, constituídas por várias substâncias que atuam de forma sinérgica (LELIEVELD et al., 2003). Os principais grupos são representados pelos agentes alcalinos, ácidos, fosfatos, complexantes e tensoativos (ANDRADE, 2008).

As soluções de limpeza podem ser aplicadas manualmente; por imersão de partes desmontáveis de equipamentos e tubulações, como válvulas, conexões, e, ainda, no interior de tachos e de tanques; pelas máquinas lava jato tipo túnel; pelo equipamento spray com alta ou baixa pressão; por nebulização ou atomização; pelo uso de espuma de gel; e por circulação (CIP) (ANDRADE, 2008).

Durante a limpeza também ocorre eliminação de microrganismos, sendo que a intensidade dessa redução vai depender principalmente do tipo de solução detergente utilizada, da concentração e da temperatura (LELIEVELD et al., 2003). Entretanto, não é essa a sua finalidade. A superfície deve estar em condições de garantir que o leite resulte em produtos seguros e com viabilidade econômica e, isso, só será possível com a aplicação da segunda etapa, a sanitização.

A sanitização complementa o procedimento de higienização, assegurando a qualidade microbiológica das superfícies.

Deve ser realizada, de preferência, imediatamente antes do uso do equipamento, pois, após a limpeza, pode ocorrer a multiplicação de microrganismos indesejáveis, que não foram eliminados ou, mesmo, a recontaminação ambiental das superfícies. Essa etapa do procedimento de higienização visa à eliminação dos microrganismos patogênicos e à redução dos alteradores em níveis que atendam às especificações previamente propostas (ANDRADE, 2008).

A sanitização pode ocorrer por ação física ou química. Dentre os sanitizantes físicos, o mais utilizado é o calor, seja na forma de vapor, seja como água quente. Pelas características de processamento da indústria de laticínios, os sanitizantes químicos são os mais empregados (LELIEVELD et al., 2003). Os mais utilizados são os compostos liberadores de cloro, os compostos iodados, clorhexidina, ácido peracético, compostos de amônia quaternária e álcool. O mecanismo de ação desses compostos sobre os microrganismos é uma complexa sequência de reações que causam danos à membrana celular, oxidação de substâncias essenciais ao metabolismo, abaixamento de pH do interior celular, além de alterações cromossômicas (AKUTSU, 2001).

Segundo Andrade (2008), devem-se selecionar sanitizantes que:

- sejam aprovados pelos órgãos competentes, como o Ministério da Saúde e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA);
- apresentem amplo espectro de ação antimicrobiana capaz de destruir rapidamente os microrganismos;
- sejam estáveis sob variadas condições de uso e que possuam baixa toxicidade e corrosividade.

Fatores que influenciam no processo de higienização

Para a realização das etapas de um programa de higienização, emprega-se uma combinação de quatro principais fatores: energia mecânica ou cinética; energia química; temperatura ou energia térmica; e tempo (Fig. 4). As combinações desses



Figura 4 - Variáveis responsáveis pela eficiência e eficácia da higienização

Fonte: Lelieveld et al. (2003).

quatro fatores variam para diferentes sistemas de higienização e, em geral, se o uso de um dos fatores for restrito, esse déficit pode ser compensado pela utilização de maiores quantidades dos outros (LELIEVELD et al., 2003).

Por exemplo, a diminuição no tempo de contato exigirá maior concentração dos detergentes e sanitizantes (ação química), ou maior ação mecânica. Entretanto, um tempo excessivo é inviável economicamente, pois aumenta o custo operacional do processo de higienização. Assim, a busca pela otimização da correlação entre os quatro fatores determina o sucesso dos programas de higienização.

De acordo com o layout de produção, os sistemas de higienização utilizados são classificados em dois tipos básicos: o Open Plant Clean (OPC) e o CIP. O primeiro é aplicado em superfícies, ambientes e equipamentos abertos. O segundo é utilizado em circuitos total ou parcialmente fechados (LELIEVELD et al., 2003).

O sistema CIP geralmente é aplicado em locais onde a limpeza manual não pode ser realizada facilmente ou é impossível de ser feita (por exemplo, silos, tubulações, trocadores de calor, centrífugas e concentradores).

Segundo Lelieveld et al. (2003), o sistema de limpeza CIP é projetado para uso em equipamentos de processamento sem desmontar e remontar as diferentes unidades no processo de produção.

Vantagens do sistema CIP:

- minimizar custos: garante melhor uso da água, detergentes, sanitizantes e vapor;
- aumentar a utilização da planta: tanques e tubulações podem ser limpos logo que estiverem vazios, e recarregados imediatamente após a limpeza. Assim, o tempo de inatividade da produção é minimizado;
- minimizar esforço manual: as operações manuais podem ser reduzidas ou eliminadas inteiramente, dependendo do grau de automação da planta;
- garantir maior segurança: o risco de quedas em superfícies internas escorregadias é minimizado e o pessoal não precisa entrar em locais perigosos;
- melhorar a higiene: os horários de limpeza são mais bem estabelecidos, com resultados mais consistentes. Assim, obtêm-se produtos de melhor qualidade e vida útil prolongada;

- eliminar a necessidade de remontar o equipamento após a limpeza, reduzindo, assim, as possibilidades de recontaminação da planta;
- reduzir danos e desgaste com desmontagem.

Desvantagens do sistema CIP:

- custo dos equipamentos: como a maioria do sistema CIP é projetado, o design e o custo de instalação aumentam o preço dos equipamentos;
- manutenção: equipamentos e sistemas mais sofisticados tendem a exigir maior manutenção;
- inflexibilidade: tais sistemas de limpeza podem efetivamente limpar apenas áreas onde o equipamento está instalado, enquanto o de limpeza portátil pode cobrir mais áreas. O equipamento de processamento estando muito sujo não é efetivamente limpo.

No Quadro 2 é apresentado um exemplo de procedimento operacional

Quadro 2 - Proposição de um procedimento operacional padronizado para a higienização de um pasteurizador de leite

Execução	Procedimento
Imediatamente após o uso do equipamento	1 - Pré-enxaguar com água a 35 °C; 2 - Circular detergente alcalino a 1% de alcalinidade cáustica a 80 °C/20 minutos (ou de acordo com a recomendação do fabricante); 3 - Circular água de enxágue até reação negativa com fenoltaleína ou até o pH próximo de 7; 4 - Circular detergente ácido (solução de ácido nítrico) a 0,5% a 70 °C/20 minutos (ou de acordo com a recomendação do fabricante); 5 - Circular água de enxágue até a reação amarela com metilorange ou até o pH próximo de 7.
Imediatamente antes do uso do equipamento	Circular solução de ácido peracético a 300 mg/L à temperatura ambiente (20 °C - 25 °C).
Frequência	1 - Após cada ciclo de pasteurização; 2 - Quando necessário, desmontar, conforme instruções específicas.
Monitoramento	Análises microbiológicas de swabs ou teste de bioluminescência (ATP < 150 URL) na solução de enxágue após o uso do detergente ácido

Fonte: Adaptado de Andrade (2008).

Nota: ATP - Adenosina trifosfato; URL - Unidade relativa de luz.

padronizado para a higienização de um pasteurizador de leite pelo sistema CIP.

MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO

As condições de higiene das superfícies e utensílios, que entram em contato com o leite e derivados, devem ser periodicamente avaliadas, para garantir que os procedimentos de higienização estejam sendo realizados de forma correta e eficaz. Assim, a indústria de produtos lácteos tem buscado técnicas rápidas e sensíveis para avaliar as condições higiênicas das superfícies de processamento do leite.

Sistemas como Hygiene Monitoring Systems (HMS), que utilizam técnicas de bioluminescência com base na determinação do adenosina trifosfato (ATP), têm-se mostrado eficazes (MURPHY et al., 1998) como indicadores de boas condições de higienização e também de possibilidade de adesão microbiana e formação de biofilmes (COSTA et al., 2006).

Quanto maior a concentração de ATP, pior a condição higiênica das superfícies. Existem comercialmente equipamentos que se fundamentam na técnica do ATP-bioluminescência, que expressam resultados em unidade relativa de luz (URL), relacionada com a quantidade de luz emitida pela reação entre o ATP presente na superfície e o complexo enzimático luciferina e luciferase (ANDRADE, 2008).

O teste de ATP-bioluminescência detecta a quantidade de ATP nas superfícies de contato em sistemas de processamento de alimentos, bem como em amostras de alimentos. O ATP detectado por essa técnica é derivado de microrganismos, células somáticas, exsudados de plantas e sangue de animais (COSTA et al., 2006). Por este motivo, não pode ser utilizado como estimativa da contagem microbiana, embora seja um bom indicativo das condições de higiene de superfícies.

É importante observar que essa técnica é altamente afetada pelas condições de processamento e pelo tipo de sanitizante utilizado. Segundo Costa et al. (2006), deve-se considerar que os testes químicos rápidos não são uma substituição direta para testes microbiológicos, mas fornecem informações complementares e devem ser utilizados como parte de uma estratégia integrada.

O emprego de análises microbiológicas de *swabs* das superfícies constitui o meio mais eficaz para validação e monitoramento do processo de higienização. Na legislação brasileira, não há regulamentação específica para contagens de microrganismos em equipamentos e utensílios. A recomendação da American Public Health Association (APHA) (EVANCHO et al., 2001) para aeróbios mesófilos de superfícies em contato com alimento é de até 2 unidades formadoras de colônias (UFC)/cm². Essa recomendação é considerada rígida para as condições brasileiras, por isso, alguns pesquisadores e algumas instituições admitem contagens de até 50 UFC/cm² de superfície (OMS, 1991 apud ANDRADE; SILVA; BRABES, 2003).

ADEQUAÇÃO À LEGISLAÇÃO: DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

O leite e seus derivados, por sua natureza, são meios ideais para o desenvolvimento de microrganismos, incluindo agentes patogênicos. Conseqüentemente, existem muitas normas que regulamentam sua produção, manuseio, processamento, embalagem, armazenamento e distribuição.

Embora a fiscalização da produção de produtos de origem animal, como leite e derivados, seja atribuição do MAPA e dos órgãos estaduais e municipais de agricultura, na prática, há normas dos mais diversos órgãos regulamentares.

Não existe uma norma específica sobre procedimentos de higienização. A regula-

mentação sobre o assunto é geral e versa sobre a importância de manter a higiene adequada antes, durante e após as atividades de produção de alimentos e sobre o controle e a garantia da potabilidade da água. Além disso, descrevem-se padrões de identidade e de qualidade que abordam limites microbiológicos e físico-químicos a ser seguidos; trata do armazenamento e da identificação de produtos químicos e sobre a necessidade de serem próprios para o uso na indústria de alimentos e possuírem registro no órgão competente; ou sobre a descrição dos procedimentos de higienização, bem como sua frequência, monitoramento e ações corretivas diante de desvios.

No Quadro 3 são apresentadas normas que podem auxiliar no melhor entendimento sobre a higiene na produção de leite e de derivados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procedimentos adequados de higienização ao longo de toda a cadeia produtiva do leite são fundamentais para a otimização da qualidade sensorial, nutricional e higiênico-sanitária dos produtos lácteos. Entretanto, é importante que se faça uma gestão estratégica de todo o processo de higienização, de modo que minimize os custos com mão de obra, segurança, consumo de água e produtos químicos, consumo de energia elétrica e vapor, tratamento de efluentes e tempos de inatividade da produção. Ao mesmo tempo, garantindo a eficácia dos procedimentos de limpeza e de sanitização e, conseqüentemente, a inocuidade dos produtos e a segurança do consumidor.

AGRADECIMENTO

Ao amigo, ex-professor/pesquisador da EPAMIG - Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), Adbeel de Lima Santos (in memoriam).

Quadro 3 - Normas sobre a higiene na produção de leite e derivados

Norma	Ementa
Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977	Configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências.
Portaria MAPA nº 368, de 4 de setembro de 1997	Aprova o Regulamento Técnico sobre as Condições Higiénico-Sanitárias e Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos.
Resolução RDC ANVISA nº 184, de 22 de outubro de 2001	Dispõe sobre registro de produtos saneantes domissanitários e afins, de uso domiciliar, institucional e profissional, e dá outras providências.
Resolução MAPA/SDA/DIPOA nº 10, de 22 de maio de 2003	Institui o Programa Genérico de Procedimentos - Padrão de Higiene Operacional - PPHO, a ser utilizado nos Estabelecimentos de Leite e Derivados que funcionam sob o regime de Inspeção Federal, como etapa preliminar e essencial dos Programas de Segurança Alimentar do tipo APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle).
Instrução Normativa MAPA/SDA nº 49, de 14 de setembro de 2006	Aprova as Instruções para permitir a entrada e o uso de produtos nos estabelecimentos registrados ou relacionados no Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa.
Resolução RDC ANVISA nº 14, de 28 de fevereiro de 2007	Aprova o Regulamento Técnico para Produtos Saneantes com Ação Antimicrobiana harmonizado no âmbito do Mercosul através da Resolução GMC no 50/06, que consta em anexo à presente Resolução.
Resolução RDC ANVISA nº 40, de 5 de junho de 2008	Aprova o Regulamento Técnico para Produtos de Limpeza e Afins harmonizado no âmbito do Mercosul através da Resolução GMC nº 47/07.
Instrução Normativa MAPA 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, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa.
Norma Interna MAPA/SDA/DIPOA nº 1, de 8 de março de 2017.	Aprova os modelos de formulários, estabelece as frequências e as amostragens mínimas a serem utilizadas na inspeção e fiscalização, para verificação oficial dos autocontroles implantados pelos estabelecimentos de produtos de origem animal registrados (SIF) ou relacionados (ER) junto ao DIPOA/SDA, bem como o manual de procedimentos.
Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017.	Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal.

Nota: MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; SDA - Secretaria de Defesa Agropecuária; DIPOA - Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal; ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária; RDC - Resolução da Diretoria Colegiada.

REFERÊNCIAS

AKUTSU, C.K. **Adesão de esporos de *Bacillus sporothermodurans* ao aço inoxidável e sua resistência a sanitizantes químicos em condições de uso simulado**. 2001. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

ANDRADE, N.J. de. **Higienização na indústria de alimentos**: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos. São Paulo: Varela, 2008. 400p.

ANDRADE, N.J. de; SILVA, R.M.M. da; BRABES, K.C.S. Avaliação das condições microbiológicas em unidades de alimentação e nutrição. **Ciência e Agrotologia**, Lavras, v.27, n.3, p.590-596, maio/jun. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 2011. Dispõe os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e o seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 dez. 2011. Seção 1, p.39-46.

COSTA, P.D. et al. ATP-bioluminescence assay as an alternative for hygiene-monitoring procedures of stainless steel milk contact surfaces. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.37, n.3, p.345-349, July/Sept. 2006.

CRIADO, M.T.; SUÁREZ, B.; FERREIRÓS, C.M. The importance of bacterial adhesion in the dairy industry. **Food Technology**, v.48, n.2, p.123-126, 1994.

EVANCHO, G.M. et al. Microbiological monitoring of the foods processing environment. In: DOWNES, F.P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: APHA, 2001. cap.3, p.25-35.

GIFFEL, M.C. te. Good hygienic practice in milk processing. In: SMIT, G. (Ed.). **Dairy processing: improving quality**, Cambridge: Woodhead, 2003. p.68-80.

KAMIYAMA, C.M.; OTENIO, M.E. Aspectos sobre qualidade da água e qualidade de produtos na indústria de laticínios. **Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.68, n.391, p.42-50, mar./abr. 2013.

LELIEVELD, H.L.M. et al. **Hygiene in food processing: principles and practice**. Cambridge: Woodhead, 2003. 379p.

MACÊDO, J.A.B. **Águas e águas**. 2.ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2004. 977p.

MURPHY, S.C. et al. Evaluation of adenosine triphosphate-bioluminescence hygiene monitoring for trouble-shooting fluid milk shelf-life problems. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.81, n.3, p.817-820, mar. 1998.

PEREIRA, D.A.; MACHADO, G. de M.; TEODORO, V.A.M. **Cartilha do produtor de leite: Boas Práticas de Ordenha**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2012. 27p.

PEREIRA, D.A.; PAIVA, P.H.C. **Uso do clo-ro para desinfecção em queijarias artesanais: segurança e qualidade na produção de queijos**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2016. 23p.

PICININ, L.C.A. Quantidade e qualidade da água na produção de bovinos de leite. In: SIMPÓSIO PRODUÇÃO ANIMAL E RECURSOS HÍDRICOS, 1., 2010, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2010. p.57-71.

SANTOS, A.L.; CHELINI, D.B. Higienização: a formação de incrustações ("fouling") no processamento do leite, aspectos químicos e tecnológicos. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 26., 2009, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EPAMIG-ILCT, 2009. 1 CD-ROM.

SANTOS, A.L.; OLIVEIRA, P.H.B. Operações de higienização na indústria de laticínios: aspectos determinantes para sua eficiência – uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.62, n.359, p.25-29, nov./dez. 2007.

SANTOS, A. de L. et al. Estudo comparativo da eficácia de sanitizantes por meio da técnica de ATP - bioluminescência em sistemas de higienização do tipo *clean-in-place* (CIP). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.64, n.370, p.29-34, set./out. 2009.

TETRA PAK. **Dairy processing handbook**. Lund, 1995. 436p.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 10.ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 934p.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J.T.M.; GEURTS, T.J. **Dairy science and technology**. 2nd ed. Boca Raton: CRC, 2006. 761p.

Veja no próximo

INFORME AGROPECUÁRIO

Tecnologias de informação para gestão rural

Tecnologia da informação e a extensão rural

Plataforma global do café: TI focada na sustentabilidade da cadeia do café

Agricultura de precisão e a modelagem da produtividade

Um modelo computacional avançado para apoiar a tomada de decisões ...

Aplicativo ISAPP

Gestão da paisagem rural

Seleção participativa de sub-bacias e priorização de áreas de intervenção em infraestrutura...

Futuro da tecnologia da informação na agricultura: desafios e oportunidades

**Leia e Assine o
INFORME AGROPECUÁRIO**

(31) 3489-5002

publicacao@epamig.br

www.informeagropecuario.com.br

Principais defeitos na fabricação de queijos

Denise Sobral¹, Renata Golin Bueno Costa², Junio César Jacinto de Paula³, Vanessa Aglaê Martins Teodoro⁴

Resumo - A viabilidade econômica da indústria de queijos depende da fabricação de produtos com qualidade, bom rendimento e com o mínimo de perdas durante o processo de elaboração e de maturação. Os defeitos e as perdas que ocorrem nos queijos durante a fabricação devem ser evitados e controlados sempre que possível. Os defeitos mais frequentes estão relacionados com a qualidade do leite, uso inadequado de ingredientes, contaminação por microrganismos patogênicos ou deterioradores, maturação em condições inadequadas, dentre outros. Alguns defeitos acontecem somente em determinadas variedades de queijo, como a ausência de olhaduras nos queijos tipo suíço ou ausência de crescimento de mofos em queijos tipo Camembert e Gorgonzola. Dentre os fatores que levam à rejeição dos queijos pelo consumidor estão aqueles defeitos relacionados com as alterações indesejáveis de um ou mais atributos sensoriais de sabor, textura, cor e odor. Já os defeitos de contaminação por patógenos podem não alterar as características sensoriais dos produtos, no entanto, podem causar intoxicações ou infecções. Um minucioso acompanhamento técnico de todas as etapas da fabricação, da recepção do leite ao término da maturação, é de extrema importância para evitar falhas.

Palavras-chave: Laticínio. Contaminação. Higiene de alimento. Estufamento. Maturação.

Main defects in cheese manufacturing

Abstract - The economic viability of the cheese industry depends on the manufacture of products with quality, good yield and with minimum losses during the process of elaboration and maturation. Cheese defects and losses during the production should be avoided and controlled whenever possible. The most frequent defects are related to milk quality, inappropriate use of ingredients, contamination by pathogenic or spoilage microorganisms, defects due to ripening in inappropriate conditions, among others. Some defects occur only in certain varieties of cheese, such as the lack of eyes in Swiss cheeses or the absence of growth of mold in Camembert and Gorgonzola cheeses. Among the factors that lead to cheese rejection by consumers are those related to undesirable changes in one or more sensory attributes of cheese flavor, texture, color and odor. Pathogen contamination defects may not alter sensory characteristics of the products, however, may cause intoxication or infection. A systematic technical monitoring of all production stages, from the milk reception to the end of maturation, is very important to avoid failures.

Keywords: Dairy. Contamination. Food hygiene. Blowing. Maturation.

INTRODUÇÃO

O objetivo principal do controle dos defeitos na indústria de queijos é produzir queijos com inocuidade, atrativos sensorialmente e competitivos no mercado, com um mínimo de perdas operacionais. Além do monitoramento nas etapas de fabricação e de maturação, o controle de defeitos inclui o cuidado na escolha dos ingredientes adequados e também o controle da quali-

dade do leite. Prevenir o aparecimento dos defeitos é melhor que tentar corrigi-los.

Os defeitos causados por causa da qualidade inferior do leite utilizado, como por exemplo, leite com alta contagem de microrganismos psicrotóxicos, leite com resíduos de antibiótico, leite de vacas com mastite, tudo isso pode gerar queijos com sabor e odor desagradáveis, além de diminuir o rendimento da fabricação (MCSWEENEY, 2007).

Outra categoria de defeitos pode ser causada pelo uso de ingredientes de qualidade inferior, como coalhos com alta concentração de pepsina, o que pode gerar queijos com gosto amargo. Defeitos também podem ser causados por dosagens incorretas de ingredientes, como por exemplo, a alta dosagem de coalho, que pode produzir queijos mais amargos, e a falta de cloreto de cálcio, que pode diminuir o rendimento de fabricação (MCSWEENEY, 2007).

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

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

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

⁴Médica-veterinária, D.Sc., Pesq./Prof^a Adj. UFJF - Depto. Medicina Veterinária, Juiz de Fora, MG, vanessa.teodoro@ufjf.edu.br

Por fim, os defeitos podem ser causados pela má condução do queijeiro durante as etapas de fabricação e de maturação do queijo, como, por exemplo, a utilização de temperaturas inadequadas de maturação e de estocagem, falta de higiene do manipulador, falta de limpeza dos equipamentos, excesso do tempo de salga, dentre outros (MCSWEENEY, 2007).

Para evitar defeitos e perdas, além do controle de qualidade realizado desde a matéria-prima até um eficiente controle em todas as etapas de processamento (que inclui etapas dentro e fora do laticínio, como transporte, armazenamento e comercialização adequada), um controle efetivo deve ser feito no que diz respeito à prevenção das contaminações por patógenos, que podem causar doenças e são de grande importância para a saúde pública (HENTGES, 2008).

QUALIDADE DO LEITE PARA A FABRICAÇÃO DE QUEIJOS

Para produzir queijos de qualidade e obter êxito nesse propósito, deve-se trabalhar com o melhor leite disponível, que tenha a composição físico-química adequada aos padrões legais, que tenha o mínimo de contaminação possível e seja proveniente de animais sadios.

Um dos tratamentos mais conhecidos para reduzir o crescimento microbiano no leite cru é o abaixamento da temperatura. No entanto, somente o resfriamento por si só não garante a qualidade do leite. No leite refrigerado, alguns microrganismos denominados psicrotróficos, se presentes na microbiota inicial do leite cru, podem multiplicar a 7 °C ou menos e causar alterações no leite. A maioria desses microrganismos não representa um problema grave para a produção de queijos, pois são destruídos pela pasteurização. No entanto, as enzimas produzidas, proteases e lipases, são estáveis a altas temperaturas e resistem à pasteurização e podem causar defeitos de rancidez, sabores estranhos, como de sabão e gosto amargo, além de perda de proteína durante a fabricação de queijos e queda no rendimento (GIGANTE, 2004).

Além da baixa contagem de microrganismos psicrotróficos, outro requisito importante para estimar a qualidade do leite é a contagem de células somáticas (CCS). Alta CCS é indicativo de que a vaca está com mastite, processo infeccioso da glândula mamária. No que diz respeito à fabricação de queijos, tanto para os obtidos por coagulação enzimática como para os obtidos por coagulação ácida, a alta CCS tem sido associada ao menor rendimento, à pior qualidade microbiológica e, principalmente, às características sensoriais inferiores dos queijos produzidos (GIGANTE, 2004).

Para evitar a mastite, é realizado um controle por meio do uso de antibióticos, o que impõe outro desafio para a manutenção da qualidade do leite: o resíduo de antibióticos no produto. O leite com antibióticos é um problema tanto para a saúde pública, por causa dos aspectos toxicológico, microbiológico e do desenvolvimento de reações de hipersensibilidade, quanto para a indústria, pois interfere na fabricação de queijos, pela inibição das culturas lácteas e falta de fermentação (GIGANTE, 2004).

A deficiência da atividade da cultura láctea compromete as características de cada tipo de queijo, pois afeta diretamente a composição, estrutura e propriedades de textura. O pH da fermentação altera as interações químicas entre os componentes estruturais dos queijos (proteína, água e minerais). Já as enzimas do fermento atuam na maturação do queijo e formação dos atributos sensoriais de cada variedade. O desenvolvimento da acidez desde o início da fabricação no tanque também ajuda a prevenir o desenvolvimento de bactérias

indesejáveis no queijo, como as bactérias do grupo coliforme, sendo de grande importância para a qualidade e segurança do queijo (GIGANTE, 2004).

Algumas bactérias produzem gás, e o defeito é evidenciado pela presença de olhaduras, rachaduras, fendas, fissuras, furos ou gases no queijo ou dentro da embalagem. A produção de gás pode ocorrer durante ou logo ao final da fabricação do queijo (estufamento precoce) ou durante a maturação (estufamento tardio) (MCSWEENEY, 2007).

DEFEITOS COMUNS EM TODOS OS QUEIJOS

Estufamento precoce

O estufamento precoce é um processo fermentativo das bactérias do grupo coliforme ou de leveduras que também fermentam a lactose com produção de gás, o que causa a formação de pequenas e numerosas olhaduras indesejáveis nos queijos, comprometendo não só sua aparência, mas também o seu sabor (MCSWEENEY, 2007) (Fig. 1).

Alguns coliformes são indicadores de contaminação fecal e, se as contagens são altas, podem indicar a presença potencial desses agentes patogênicos bacterianos. O defeito estufamento precoce aparece nas primeiras horas da fabricação do queijo, como no tanque de fabricação, na prensa, na salmoura ou na câmara de maturação (MCSWEENEY, 2007).

Os principais compostos produzidos por bactérias do grupo coliforme são: ácido láctico, ácido acético, etanol, CO₂, H₂. A produção de gás começa a se tornar



Figura 1 - Queijo com defeito de estufamento precoce

visível quando a contagem de microrganismos atinge valores de, aproximadamente, 100 a 400 coliformes/grama de queijo. Normalmente, esses microrganismos são destruídos por um processo de pasteurização eficiente (65 °C/30' ou 72 °C/15''), porém pode ocorrer a recontaminação do leite e/ou do queijo, se não houver controle da qualidade durante o processamento (MCSWEENEY, 2007).

A contaminação do leite e do queijo por esses microrganismos pode ter origem na falta de higiene do manipulador, nas más condições de limpeza e de sanitização das instalações e equipamentos, na utilização de água contaminada, ou seja, condições precárias de higiene praticadas nas diferentes fases de obtenção do leite, fabricação e comercialização do queijo (MCSWEENEY, 2007).

Além da preocupação com a higiene em toda a cadeia de produção e da aplicação de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Boas Práticas na Ordenha, uma forma de evitar o estufamento precoce é garantir que o fermento láctico utilizado na fabricação do queijo esteja em plena atividade. O fermento auxilia no combate a esse defeito, consumindo a lactose disponível, que, assim, não ficará disponível para as fermentações indesejáveis (MCSWEENEY, 2007).

Estufamento tardio

O defeito é chamado estufamento tardio, pois demora um tempo maior para se manifestar, em relação ao estufamento precoce, ou seja, manifesta-se no período de dez dias até oito semanas após a fabricação do queijo, podendo aparecer na câmara de maturação, no ponto de venda ou na casa do consumidor (BRÄNDLE; DOMIG; KNEIFEL, 2016).

Os queijos com esse defeito apresentam trincas internas (Fig. 2), podendo ter áreas descoradas e macias, odor e sabor anormais, principalmente sabor de ranço. Essas alterações são resultantes do processo fermentativo indesejável, por meio da fermentação do lactato e da glicose presentes no queijo, por bactérias do gênero *Clostridium* spp. A partir do lactato são formados os compostos: ácido butírico, ácido acético, CO₂, H₂, enquanto da glicose são formados: ácido acético, ácido butírico, etanol, butanol, acetona, CO₂, H₂ (BRÄNDLE; DOMIG; KNEIFEL, 2016).

Como já foi dito, bactérias formadoras de esporos do gênero *Clostridium* spp. têm sido apontadas como responsáveis por alterações do leite e do queijo, causando o defeito estufamento tardio, principalmente as espécies *Clostridium tyrobutyricum*, *C. butyricum* e *C. sporogenes* (BRÄNDLE; DOMIG; KNEIFEL, 2016).

Para evitar esse defeito nos queijos, deve-se utilizar leite de boa qualidade microbiológica, uma vez que boa parte dos esporos de *Clostridium* spp. é proveniente do solo, da poeira e do ambiente em geral. No entanto, muitas vezes a contaminação não pode ser completamente evitada. Queijos com baixo teor de sal, menor teor de umidade e com a casca mais firme são mais suscetíveis ao surgimento de estufamento tardio. Queijos embalados a vácuo e com embalagens plásticas impermeáveis e pH do queijo mais elevado também possuem maior probabilidade de apresentarem este defeito (BRÄNDLE; DOMIG; KNEIFEL, 2016).

Um dos procedimentos adotados para reduzir a contagem bacteriana e o número de esporos de clostrídios no queijo é não utilizar o leite das vacas alimentadas com silagem para a fabricação de queijos. Outra forma comum de evitar o defeito é adicionar aditivos, como o nitrato, a lisozima e a nisina ao leite, mas nem sempre estas soluções são aplicáveis para todos os tipos de queijos ou nem sempre são permitidas (BRÄNDLE; DOMIG; KNEIFEL, 2016).

Manchas

As manchas podem surgir logo após a fabricação ou durante a maturação e ter origem microbiológica ou físico-química.

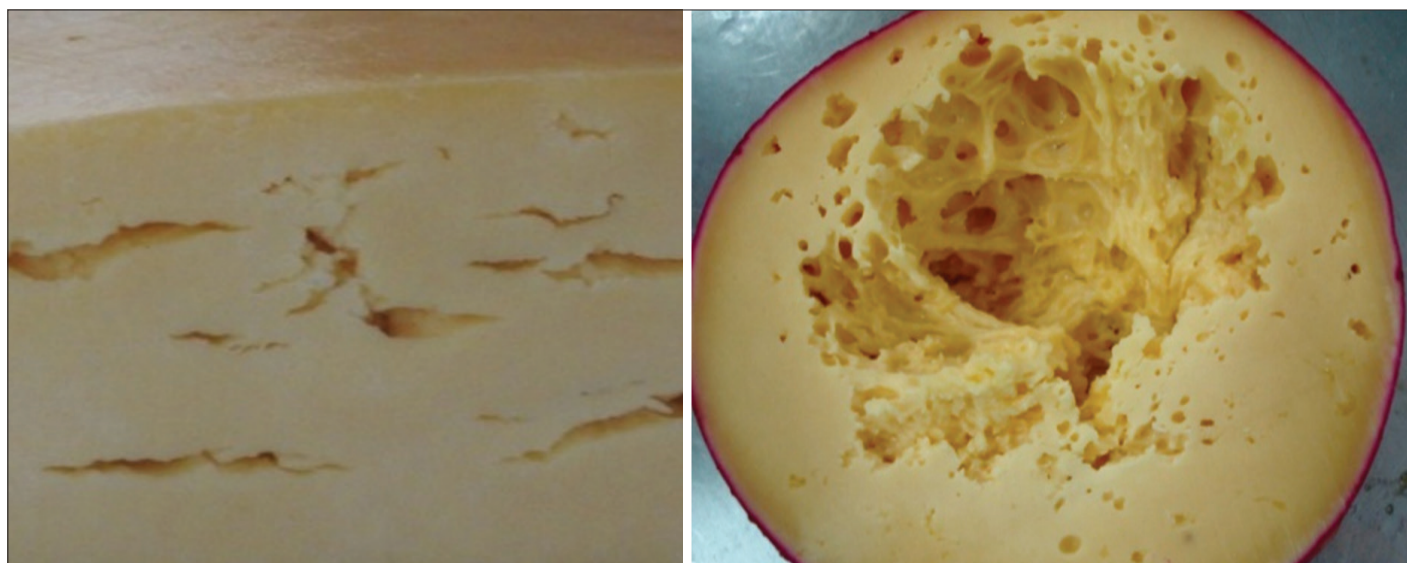


Figura 2 - Queijos com características típicas de estufamento tardio

Fotos: Arquivo Denise Sobral

Manchas brancas podem surgir por causa do corte irregular da massa no tanque de fabricação, muitas vezes quando se corta o grão de tamanhos irregulares, e alguns permanecem maiores em relação aos demais. Esses grãos, mais úmidos que o restante da massa, podem apodrecer e alterar a cor e o odor de determinados pontos do queijo (putrefação localizada) (APARECIMENTO..., 1995).

Já manchas avermelhadas podem ter relação com o uso indevido de corantes durante a fabricação. O corante urucum, muito utilizado na fabricação de queijos, juntamente com o cloreto de cálcio, sem prévia homogeneização do leite entre a adição de cada um desses ingredientes, pode precipitar e causar pontos avermelhados na massa (APARECIMENTO..., 1995).

Outro defeito é quando se percebem linhas finas entres os pontos de junção do grão, chamado grão marmorizado. Esse defeito está relacionado com queijos que passam pelo processo de lavagem da massa com água quente, durante o aquecimento. Quando a água quente (em torno de 70 °C-85 °C) é jogada diretamente na massa, de uma só vez, desrespeitando o aquecimento de 1 °C a cada 2-3 minutos, pode ocorrer esse defeito. Sendo assim, cria-se uma película espessa ao redor do grão, dificultando a soldagem e dando aspecto de mármore

à massa de queijo (APARECIMENTO..., 1995).

Uma variedade de manchas coloridas pode ser observada na superfície dos queijos por causa do crescimento de diferentes microrganismos, que, geralmente, são decorrente da reação química entre os compostos do queijo e os produzidos pelos microrganismos ou podem ser colônias visíveis de microrganismos que se desenvolveram na casca. Em geral a contaminação acontece na elaboração ou na cura e não, necessariamente, vem do leite (APARECIMENTO..., 1995).

Algumas manchas podem ser causadas pelos seguintes microrganismos (APARECIMENTO..., 1995) (Fig. 3):

- a) manchas escuras: mofos da espécie *Monillia nigra*;
- b) manchas marrons: mofos da espécie *Penicillium casei*;
- c) pontos avermelhados: causados por *Oospora aurantiaca* ou *Oospora caseivorans* (também causam putrefação);
- d) manchas vinho: crescimento de *Streptococcus faecalis*;
- e) manchas róseas ou alaranjadas: causada por alguns mofos e leveduras, *micrococci*, *Brevibacterium lines*, *Staphylococci* não patogênicos.

A principal forma de controlar o aparecimento de manchas por contaminação na casca dos queijos é manter a higiene em todas as etapas de fabricação e, principalmente, na maturação. Também não deve deixar a porta da câmara aberta por muito tempo, evitar o manuseio excessivo e controlar as características físico-químicas dos queijos, tais como excesso de umidade, pH anormal e falta de sal. Além disso, é preciso controlar a qualidade da água da queijaria e verificar, por meio de análises microbiológicas, se esta não é um ponto de contaminação (APARECIMENTO..., 1995).

Trincas na casca

A presença de trincas na casca dos queijos pode estar relacionada com a falta de cálcio na massa, o que causa a desmineralização durante a fabricação (Fig. 4). Quanto maior a produção de ácido láctico, maior a retirada de cálcio do complexo de caseína e mais curta, menos coesa ou mais quebradiça será a massa. A desmineralização é inerente ao processo e ocorre em todo tipo de fabricação. Um queijo Emmental com pH de cerca de 5,60, por exemplo, contém pelo menos 50% a mais de cálcio que um Cheddar com pH de, aproximadamente, 5,10 (TEXTURA..., 2002).

A desmineralização excessiva pode ocorrer, quando o queijo possui maior



Figura 3 - Manchas na casca possivelmente causadas por contaminação de microrganismos indesejáveis



Fotos: Arquivo Denise Sobral

Figura 4 - Queijos com problemas de trincas na casca

teor de umidade e tende a fermentar mais e produzir mais acidez, o que resulta, conseqüentemente, na maior desmineralização, que deixa a massa de queijo mais quebradiça, frágil e suscetível à formação de trincas (TEXTURA..., 2002).

Queijos muito secos, com baixa umidade ou que perderam muita umidade para o ambiente (no caso de queijos maturados em câmaras muito secas) também podem ser suscetíveis a trincas na casca. Para evitar o defeito, deve-se manter a umidade relativa (UR) do ar adequada para o tipo de queijo (média a 85% UR para a maioria dos queijos) e também é necessário o controle das correntes de ar dentro da câmara de maturação para evitar trincas em lotes específicos, mantidos próximos à ventilação excessiva.

Outro fator que contribui para a formação de trincas na casca é o excesso de lavagens da superfície do queijo. Em alguns casos, como nos queijos em que ocorre o crescimento indesejável de mofo na superfície, esses passam por sucessivas lavagens. Isto faz com que a casca do queijo fique cada vez menos elástica e propensa a trincar.

Sabor de ranço

A lipólise é um evento bioquímico que ocorre durante a maturação e pode contribuir gerando sabores desejáveis ou indesejáveis nos queijos. Quando a lipólise proporciona sabores indesejáveis, é

popularmente chamada rancidez. Os ácidos graxos voláteis, quando em concentrações elevadas, provocam sabor desagradável, mas em baixas concentrações ajudam na formação do sabor dos queijos, especialmente o sabor picante característico de alguns queijos como o Parmesão, Gorgonzola, Provolone, Cheddar, etc. A degradação da gordura durante a fabricação de queijos, que causa defeitos de sabor, pode ocorrer por meio da rancidez hidrolítica ou rancidez oxidativa (COLLINS; MCSWEENEY; WILKINSON, 2003).

O ranço oxidativo ocorre pela oxidação dos ácidos graxos insaturados com formação de peróxidos, óxidos, aldeídos e cetonas. As reações de oxidação podem ser influenciadas por diversos fatores, sendo os principais o calor e a luz (COLLINS; MCSWEENEY; WILKINSON, 2003). Os ácidos graxos poliinsaturados dos queijos são especialmente propensos à oxidação, o que leva à formação de vários aldeídos insaturados que são fortemente aromatisados e podem resultar no sabor de ranço. No entanto, a oxidação lipídica não ocorre de forma significativa em queijos, provavelmente pelo seu baixo potencial redox (250 mV) e pela presença de antioxidantes naturais (por exemplo, vitamina E), não sendo um evento de grande preocupação (COLLINS; MCSWEENEY; WILKINSON, 2003).

Já o ranço hidrolítico ocorre de forma mais frequente na formação de sabores

indesejáveis no queijo. Este defeito acontece por ação das lipases (provenientes do leite ou de microrganismos) na gordura do queijo, com liberação de ácidos graxos livres (AGL) de cadeia curta (butírico, caproico, caprílico, cáprico). Estes AGL formados durante a lipólise são importantes precursores de reações catabólicas, produzem compostos voláteis e contribuem para o sabor (COLLINS; MCSWEENEY; WILKINSON, 2003). AGL de cadeia longa (> 12 átomos de carbono) desempenham um papel menor no sabor do queijo decorrente do seu elevado limiar de percepção. Já os AGL de cadeia curta e intermediária (C4: 0-C12: 0) têm maior percepção e cada um dá uma nota característica pelo sabor. O ácido butanoico, por exemplo, contribui com o sabor de ranço; o ácido hexanoico possui sabor pungente, característico de queijo maturado por mofo azul, e o ácido octanoico pode gerar sabor de cera, sabão, ranço e frutado. O limite de concentração e de percepção dos AGL pode contribuir positivamente ou negativamente para o aroma do queijo (COLLINS; MCSWEENEY; WILKINSON, 2003).

Para evitar defeitos de rancidez em queijos, recomenda-se trabalhar com leite de boa qualidade microbiológica, obtido com higiene adequada durante a ordenha. Os microrganismos psicrotróficos possuem lipases termorresistentes, ou seja, lipases que não são inativadas com a pasteurização e ficam adsorvidas no glóbulo de gordura.

Estas lipases acabam retidas na massa e podem gerar sabor de ranço no decorrer da maturação do queijo (GIGANTE, 2004).

Outro fator que causa problemas de rancidez no leite e no queijo é o excesso de bombeamento ou turbulência no leite. O glóbulo de gordura fica mais suscetível ao ataque das lipases quando é rompido e, assim, aumentam as chances de ocorrer os sabores de ranço no queijo.

Gosto amargo

O gosto amargo é uma sensação percebida na parte posterior da língua e não deve ser confundido com adstringência ou acidez, alguns indivíduos podem sentir, outros não. O amargor dos queijos, na maior parte dos casos, é resultado da acumulação de peptídeos hidrofóbicos, ou seja, fragmentos de proteínas que proporcionam este gosto quando ingerido (GOSTO..., 1992). O gosto amargo possui variadas causas para acontecer e, por este motivo, é um dos mais complexos defeitos de solucionar.

A formação dos peptídeos amargos está relacionada com a proteólise desordenada, pois na maior parte das vezes estes fragmentos de proteína amargos continuam a ser degradados por enzimas e o gosto tende a desaparecer. Quando na proteólise primária ocorre excesso da atividade das enzimas do coagulante (retidas na massa durante a fabricação do queijo), ou quando a atividade das peptidases é insuficiente para degradar peptídeos hidrofóbicos para aminoácidos livres, o defeito pode surgir (MCSWEENEY, 2007).

Outra causa para formação de gosto amargo em queijos é a presença de proteases de microrganismos psicotróficos no leite destinado à fabricação de queijos. Estas enzimas podem hidrolisar as proteínas durante a maturação e proporcionar esse defeito aos queijos (GIGANTE, 2004).

Como já foi relatado, o gosto amargo é um defeito de difícil correção, pois pode estar relacionado com causas diversas. Algumas estratégias realizadas para combater esse defeito incluem (GOSTO..., 1992):

- a) a escolha do tipo de coalho/coagulante e dose utilizada. Os coagulantes vegetais e de origem fúngica podem causar o amargor. Coalhos com maior proporção de pepsina também tendem a aumentar esse defeito, pela formação de peptídeos amargos de ação inespecífica da pepsina. Doses de coalho acima das recomendadas pelo fabricante também podem provocar o amargor, pelo maior acúmulo desta enzima na massa de queijo. O ideal é utilizar a dose de coalho/coagulante recomendada pelo fabricante;
- b) queijos com baixo teor de sal e alto teor de umidade tendem a apresentar o defeito. A solução está em diminuir a umidade e aumentar o teor de cloreto de sódio (NaCl) do queijo. No entanto, estes valores devem ser ajustados somente se houver excesso de umidade e falta de sal, sempre respeitando as características do queijo e também a legislação vigente;
- c) qualidade do leite: quando a contagem global de microrganismos é muito alta ou o leite está com alta contagem de psicotróficos, o risco de gosto amargo aumenta.

Contaminação por fungos filamentosos

Na produção de alguns tipos de queijo, como o Camembert e o Gorgonzola, o crescimento de fungos filamentosos ou mofos (numa linguagem mais popular) é desejável. No entanto, na maior parte dos queijos, o crescimento de mofos é considerado um defeito. Além de modificar a aparência e o sabor do queijo, os mofos podem produzir compostos tóxicos denominados micotoxinas. Mudanças indesejáveis visíveis na casca ou no interior do queijo, descoloração e a presença de aromas anormais são características geralmente resultantes do crescimento do mofo (HYMERY et al., 2014).

As micotoxinas são toxinas produzidas por fungos filamentosos que podem ser

encontradas nos queijos, principalmente como resultado de uma contaminação indireta. As micotoxinas podem estar presentes na alimentação da vaca e, assim, contaminar o leite e, conseqüentemente, o queijo. Ou o queijo pode ser contaminado por mofos vindos do ambiente e, assim, haver produção dessas toxinas diretamente (HYMERY et al., 2014).

Embora o queijo seja geralmente considerado como uma matriz desfavorável para a produção de micotoxinas, algumas toxinas, potencialmente perigosas, já foram encontradas em queijos, como a aflatoxina M1, a esterigmatocistina e a ocratoxina. Apesar disso, os níveis globais de micotoxinas encontrados nos queijos geralmente são bastante baixos. Este relato, aliado ao fato de que as pessoas não comem grandes quantidades de queijo contaminado e que, até agora, não existe nenhuma evidência de toxicidade humana resultante do consumo de queijo maturado, sugere que queijos mofados não são um risco para a saúde humana (HYMERY et al., 2014). No entanto, os consumidores tendem a rejeitar os queijos contaminados por mofos, por estes apresentarem gostos anormais e aparência indesejável, sendo, portanto, considerado um defeito.

Os fungos indesejáveis podem contaminar a queijaria de muitas maneiras. Os mofos são endêmicos nas fábricas de queijos, mas controlando as passagens de ar, de pessoal e de equipamentos entre os diferentes setores, os problemas causados por mofos podem ser reduzidos. Recomenda-se limpeza e sanitização das câmaras frequentemente, pressão positiva das câmaras, colocação de cortinas nas portas, tratamento (pasteurização) regular das salmouras, evitar a alta UR do ar (manter a umidade no nível estritamente necessário) e embalar o queijo sempre que possível (HYMERY et al., 2014).

Contaminação por ácaros

Os principais ácaros que infectam a superfície dos queijos são as espécies *Acarus siro*, *Acarus farris*, *Acarus immobilis*,

Tyrophagus putrescentiae, *Tyrophagus longior*, *Tyrophagus neiswanderi*, *Tyrophagus palmarum* e *Tyrollichus casei*. Os queijos infectados por ácaros apresentam buracos ou galerias formadas na casca e uma característica peculiar e visível a olho nu que é uma poeira fina na superfície (Fig. 5), pelo acúmulo de dejetos e ácaros mortos no queijo. Para alguns, a presença de ácaros pode ser considerada um defeito, no entanto, hoje em dia alguns consumidores apreciam queijos contaminados por ácaros e acreditam que estes influenciam positivamente o sabor e o aroma dos queijos. No entanto, há relatos que a presença de ácaros nos queijos pode causar reações alérgicas e problemas gastrointestinais em algumas pessoas (MELNYK et al., 2010).

A presença dos ácaros é mais comum em queijos secos, duros e de longa maturação. O ambiente mais favorável para o crescimento de ácaros é um lugar seco, com baixa UR do ar na câmara de maturação (ROBERTSON, 1952).

Depois que a câmara de maturação é infectada por ácaros, sua desinfecção é difícil de ser resolvida. Portanto, aconselha-se prevenir para que este tipo de contaminação não apareça. Para isso, deve-se manter a temperatura e a UR da câmara adequadas, realizar a inspeção regular dos queijos e das prateleiras de maturação, para verificar a presença dos ácaros, virar regularmente os

queijos, não deixar pedaços destes nas câmaras por longos períodos e fazer limpeza regularmente dessas câmaras e prateleiras (ROBERTSON, 1952).

DEFEITOS ESPECÍFICOS DE VARIEDADES DE QUEIJOS

Além dos defeitos até então abordados, comuns em todos os queijos, alguns defeitos são específicos de certas variedades como nos queijos com olhaduras (Emmental), filados (Muçarela e Provolone) e mofados (Gorgonzola e Camembert).

Queijos com olhaduras

As olhaduras em queijo Emmental ocorrem a partir da fermentação do lactato pelas bactérias propiônicas que produzem gás carbônico (CO₂). Antes da formação de olhadura pelo CO₂, primeiramente, este gás produzido reage com a água do queijo com formação de ácido carbônico. É necessária a supersaturação do ácido carbônico no queijo, para que o restante do CO₂ produzido cause uma pressão interna no queijo, superior à pressão atmosférica, para que a olhadura apareça.

O queijo Emmental deve apresentar olhaduras grandes e numerosas no seu interior. No entanto, se o queijo não tiver olhaduras ou se estas se apresentam em pouca quantidade, isso caracteriza um defeito, que pode ser causado por diversos

fatores que impedem a fermentação propiônica, como uma cultura com baixa atividade, a presença de antibióticos no leite, os quais limitam o crescimento das bactérias lácticas; o excesso de sal, que deve ser inferior a 1% no queijo. O uso de nitrato e nitrito e um pH muito baixo (abaixo de 5,1) também inibem as bactérias propiônicas. O queijo Emmental precisa ter casca para impedir a saída do CO₂ e a falta da casca pode ocasionar o defeito também, já que o gás restante no interior do queijo não chega a supersaturá-lo (MCSWEENEY, 2007).

Na maturação do queijo, este passa por uma câmara quente entre 20 °C e 22 °C, para favorecer a fermentação propiônica. O controle da temperatura de maturação é importante para não prejudicar essa fermentação. Se a câmara estiver muito vazia, pouco saturada em CO₂, o gás produzido no interior do queijo perde-se para o ambiente e a quantidade de olhadura reduz. Outro ponto fundamental são os micronúcleos, que são sujidades microscópicas ou microbolhas de ar, que formam regiões mais frágeis na massa do queijo e favorecem o acúmulo do gás e o aparecimento das olhaduras. Queijos muito compactados e a clarificação do leite dificultam o aparecimento de micronúcleos e, conseqüentemente, as olhaduras.

Muitas olhaduras pequenas no queijo também não são desejáveis e estão relacio-



Figura 5 - Presença de ácaros na superfície dos queijos e na câmara de maturação

nadas com o teor elevado de umidade. O gás produzido pela fermentação propiônica provoca a saturação deste na água. Quando o queijo apresenta muita umidade, ocorre maior dificuldade de saturação e, consequentemente, surgem muitas olhaduras pequenas. Outra causa desse defeito está relacionada com o excesso de micronúcleos que favorecem o aparecimento de olhaduras. A incorporação de ar ao leite por bombeamento, a formação de espuma, assim como a presença de resíduos microscópicos e a prensagem deficiente provocam o aumento de micronúcleos (FURTADO, 2017).

Outro defeito é a distribuição irregular das olhaduras no queijo (Fig. 6), que estão em maior quantidade em apenas um dos lados. Isso é causado por um gradiente de pH no queijo, em que as regiões próximas da casca resfriam mais rapidamente, o que prejudica a fermentação láctica e evita a redução do pH e a sinérese. Essas áreas ficam mais úmidas com um pH mais elevado que favorece a fermentação propiônica com um maior número de olhaduras pequenas. É importante evitar que a massa esfrie durante a prensagem. Se necessário, o ambiente deve ser mantido a 25 °C-30 °C, principalmente durante o inverno. A

presença de grãos de tamanho irregular ou aglomerados também favorece regiões mais úmidas no queijo, com risco de olhaduras menores (FURTADO, 2017).

As viragens na fôrma também devem ser realizadas frequentemente, em especial na primeira hora de prensagem, para uma boa distribuição de pressão no queijo e evitar regiões com menor pressão que favorecem as olhaduras. Outro fator importante é durante o bombeamento da mistura massa e soro para tanques de pré-prensagem, o que pode incorporar bolhas na massa, as quais promovem o aparecimento de micronúcleos e, consequentemente, olhaduras. Durante a salga é importante também evitar a distribuição desuniforme de sal. Regiões com menos sal favorecem a fermentação propiônica. O queijo, se não for totalmente submerso na salmoura, com o uso de gaiolas, deve ser virado ou receber uma camada de sal na face superior (FURTADO, 2017).

Olhaduras amassadas que se apresentam ovaladas e não arredondadas constituem um defeito relacionado com a maciez do queijo, que não apresenta estrutura para manter as olhaduras arredondadas. Queijo com excesso de gordura no extrato seco ou excesso de umidade pode causar esse tipo de defeito (FURTADO, 2017).

Olhaduras acumuladas e misturadas são caracterizadas como outro defeito. São causadas pelo excesso de fermentação propiônica e apresentam-se superpostas, uma dentro da outra, de forma irregular. Fatores que favorecem a fermentação propiônica como pH elevado, baixo teor de sal, assim como uma temperatura mais alta na câmara quente (20 °C-22 °C), propiciam esse defeito. Um excesso de bactérias propiônicas adicionadas no leite e também micronúcleos em grande quantidade são responsáveis por essa quantidade excessiva de olhaduras (FURTADO, 2017).

Olhaduras com o interior não liso, rugoso em queijo Emmental constituem um defeito causado pela falta de elasticidade da massa, que pode ser resultado de um excesso de acidez e desmineralização ou teor de umidade e/ou gordura baixo ou também teor de gordura elevado. O excesso de acidez provoca a desmineralização, com a retirada do cálcio, que torna a massa menos flexível. Isso pode ser contornado pela delactosagem dos grãos da coalhada durante a fabricação e pelo teor de umidade adequado, evitando o excesso de umidade na massa do queijo, o que favorece a fermentação pelas bactérias lácticas e a desmineralização da coalhada. Os teores



Fotos: Arquivo Renatta Golim Bueno Costa

Figura 6 - Defeitos em queijo Emmental

Nota: Olhaduras mal distribuídas, com milhares de olhaduras pequenas em um dos lados e algumas trincas.

de gordura ou de umidade baixos deixam a olhadura com seu interior rugoso, por falta de elasticidade, mesmo se o teor de cálcio na massa estiver adequado. O excesso de gordura pode ser exsudado da massa do queijo na câmara quente (20 °C-22 °C) durante a maturação, deixando a olhadura sem brilho e rugosa (FURTADO, 2017).

Queijos filados

Muçarela

Um dos defeitos mais comuns no queijo Muçarela que afeta a aparência é a depressão ou afundamento da massa. Nesse defeito, conhecido como dedão, parece que o queijo foi pressionado com o dedo. Isso ocorre durante a enformagem da massa de Muçarela em fôrmas sem furos ou com poucos furos ou, até mesmo, obstruídos por resíduos de massa de queijo. O ar preso no fundo da fôrma provoca uma pressão sobre a massa quente, recém-saída da filagem, deformando-a. O defeito acentua-se quando a massa é filada em temperaturas mais elevadas, próximas ou acima de 60 °C, o que a torna mais maleável e propensa à deformação. Geralmente, o problema só ocorre de um lado do queijo, o lado que estava em contato primeiro com o fundo da fôrma. Quando o queijo é virado na fôrma, o lado de cima está mais frio e firme e não apresenta essa deformação (FURTADO, 2016).

Outro defeito são as trincas externas e internas, que estão intrinsecamente relacionadas com a filagem da massa. As trincas externas grandes presentes na casca são causadas por problemas de fechamento da massa durante a filagem e moldagem. Pode ser causada por uma massa muito ácida, com pH baixo e desmineralizada, ou filagem realizada em temperatura baixa. Nos dois casos, o fechamento da massa é comprometido, com dificuldade de formar um bloco único e, com isso, surgem as trincas. A temperatura ideal da massa na moldagem deve estar entre 55 °C-58 °C e não deve ser superior a 60 °C. Uma prática comum nos laticínios é a mistura de massas de Muçarela de lotes

diferentes com pH distintos para filagem e moldagem. Como cada massa apresenta níveis diferentes de desmineralização, a filagem não é igual e a massa não se torna homogênea, com a possibilidade de trincas (FURTADO, 2016).

Ao contrário das trincas externas, as internas são pequenas e finas, visíveis depois que a Muçarela foi embalada e fatiada. As trincas internas causam a quebra das fatias finas de Muçarela quando ocorre o fatiamento. O defeito só é verificado quando a Muçarela é comercializada, no momento do fatiamento. A causa desse defeito relaciona-se com a pressão na máquina de selagem da embalagem, aliada à massa de Muçarela com pH mais baixo e desmineralizada, que apresenta uma estrutura mais fraca e quebradiça, com maior propensão à trinca. A regulagem da máquina de selagem deve ser ajustada quanto à pressão da bomba de vácuo e ao tempo de residência na câmara de extração do ar, para evitar uma pressão interna excessiva na massa do queijo e, ao mesmo tempo, evitar o crescimento de microrganismos na casca do queijo pela retirada do ar interno da embalagem. A filagem da massa de Muçarela no pH ideal (entre 5,2 e 4,8) é muito importante para prevenir esse defeito, como outros fatores citados (FURTADO, 2016).

Outro problema da Muçarela é quando não fatia adequadamente na máquina, por se apresentar muito macia ou maturada. A maciez do queijo é causada pelo teor de gordura elevado proveniente do leite. Na fabricação da Muçarela, o teor de gordura do leite deve estar entre 2,8% e 3,1%, para que o queijo apresente um teor de gordura do extrato seco do queijo entre 42% e 43%. O teor de umidade alto também provoca maciez do queijo, que pode ser corrigido durante a fabricação da Muçarela, com a padronização do teor de gordura do leite até o corte do grão, agitação e ponto da massa adequados. O teor de umidade da Muçarela para fatiamento situa-se entre 43% e 45%. A temperatura de pasteurização do leite também interfere no teor

de umidade da Muçarela. Essa não deve ultrapassar 72 °C/15 segundos, pois, se a temperatura for maior, ocorre a desnaturação da soroproteína que é incorporada na coalhada, com retenção de umidade no queijo (FURTADO, 2016).

Além do teor de umidade e de gordura, a maturação também influencia no fatiamento da Muçarela, por meio da proteólise que hidrolisa a proteína, desintegrando a rede de proteína e tornando o queijo macio. O tipo de coagulante influencia na proteólise, e os mais proteolíticos devem ser evitados na fabricação desse queijo. O tipo de fermento láctico interfere na proteólise, bacilos termofílicos são mais proteolíticos que os cocos termofílicos e devem ser utilizados com moderação. O tempo de maturação prolongado e a temperatura de maturação mais elevada também favorecem a proteólise e, conseqüentemente, a maciez do queijo (FURTADO, 2016).

Provolone

Os defeitos no queijo Provolone são semelhantes aos do queijo Muçarela no que diz respeito à filagem. No entanto, por ser um queijo defumado, alguns problemas de defumação também ocorrem, quando esta é realizada da forma tradicional no defumador (Fig. 7).

Um desses defeitos é a deformação do queijo no defumador causada pela temperatura elevada deste, que deve estar entre 40 °C-48 °C, para evitar que o queijo derreta. Queijos muito macios, causados pelo teor de umidade e/ou de gordura elevados, pela temperatura de pasteurização alta do leite e pela filagem em temperaturas acima de 60 °C, podem deformar no defumador. Também queijos que não formaram casca após a saída da salmoura, ou seja, não ficaram por cinco a seis dias na câmara de secagem, e vão direto para o defumador, podem deformar durante o processo. O uso de corda fina em queijo de grande porte, que não sustenta o peso, provoca também alteração do formato do queijo durante a defumação. Os queijos no defumador devem ser pendurados no alto,



Figura 7 - Queijo Provolone

Nota: A - Defumação em defumador de queijo Provolone, com queijos espaçados e pendurados no alto; B - Defeito de coloração no queijo Provolone: queijos com coloração diferente, calota superior mais escura.

Fotos: Arquivo Renata Golin Bueno Costa

acima de 1,8 m da fonte de fumaça, para evitar o contato direto com esta e não se deformarem (FURTADO, 2017). Devem ficar separados para favorecer a passagem da fumaça e evitar manchas laterais nos queijos, causadas pelo contato destes, o que caracteriza outro defeito (FURTADO, 2017).

Problemas relacionados com a construção do defumador podem causar defeitos nos queijos. Deve-se atentar para as saídas adequadas da fumaça. Tais saídas devem ser de duas a três, ajustáveis para uma boa circulação e saída da fumaça (RODRIGUES, 2017). Caso contrário, o queijo pode-se apresentar com uma calota superior mais escura, pois a fumaça acumula-se no teto, além de uma defumação desigual, pela má distribuição da fumaça no defumador. Problemas de coloração desuniforme no queijo Provolone são caracterizados como defeito (FURTADO, 2017).

A defumação depende do tempo em que o queijo fica no defumador, que pode variar de horas até dias, para adquirir a coloração adequada. Queijos Provolones muito claros ou escuros podem ser pelo tempo de defumação, que foi muito curto ou longo, respectivamente. O tipo de ma-

deira também influencia na cor do queijo defumado, assim como a distribuição da fumaça. No Brasil, utilizam-se serragem de eucalipto e misturas de madeiras (RODRIGUES, 2017).

Queijos mofados

Os queijos mofados podem ser divididos em duas categorias: aqueles nos quais o mofo branco (*Penicillium camemberti*) cresce na casca do queijo, e aqueles nos quais o mofo azul (*Penicillium roqueforti*) forma veias azuladas ou esverdeadas no interior do queijo. Como exemplos, têm-se os queijos Camembert e Brie, com mofo branco, e o Gorgonzola e Roquefort, como os representantes dos queijos de mofo azul.

Defeitos no queijo de mofo branco na superfície

O principal defeito nos queijos de mofo branco é a contaminação por outros microrganismos, que impedem o crescimento do *Penicillium camembert* e ainda alteram a aparência e o sabor do queijo.

O *Geotrichium candidum* é um desses contaminantes que causa um defeito denominado pele de sapo (Fig. 8A). O queijo apresenta uma casca amarelada e

enrugada, quando a superfície lisa seria esperada. Por ser um microrganismo muito proteolítico, o *G. candidum*, em quantidade controlada, auxilia no aroma mais acentuado do queijo Camembert. No entanto, quando esse microrganismo cresce em excesso no início da maturação do queijo, interfere no crescimento do *Penicillium candidum* (Fig. 8B) e o defeito aparece (MCSWEENEY, 2007).

Outro defeito é o pelo de gato, que se caracteriza pelo crescimento do mofo de cor escura na superfície do queijo, com hifas altas semelhante ao pelo de gato (Fig. 8C), que prejudica a qualidade do queijo não só na aparência, como no gosto amargo. É causado pelo crescimento do gênero *Mucor*, sendo o *Mucor racemosus* o mais comum. Esse microrganismo também prejudica o crescimento do mofo branco (MCSWEENEY, 2007).

Esses dois defeitos podem ser controlados pelo teor de sal do queijo. Tanto o *Mucor* quanto o *Geotrichium* são mais sensíveis ao sal do que o *Penicillium*, que tolera até 2% de sal, portanto, um teor de sal mais elevado no queijo pode inibir o crescimento desses contaminantes (MCSWEENEY, 2007).

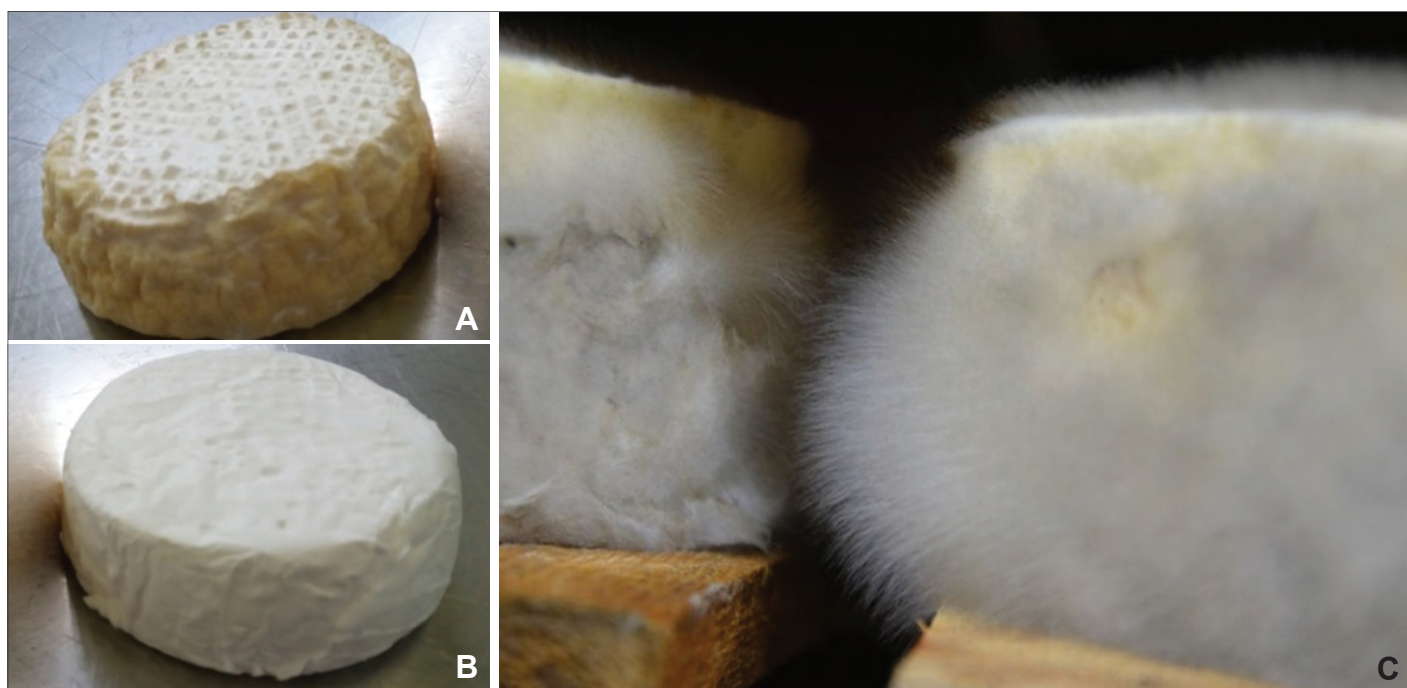


Figura 8 - Defeitos em queijo Camembert

Nota: A - Defeito pele de sapo, causado pelo *Geotrichium candidum*; B - Crescimento do *Penicillium candidum*; C - Contaminação de queijo com *Mucor*, defeito pelo de gato.

Fonte: (C) Tomme... (2015).

Defeitos no queijo de mofo azul

Um dos problemas mais comuns no queijo de mofo azul é a quantidade pequena de mofo, com poucos ou nenhum veio esverdeado ou a má distribuição de mofo no interior do queijo (FURTADO,

2013), (Fig. 9). O mofo irá crescer adequadamente, quando a massa estiver bem aberta com olhaduras e com boa perfuração do queijo, pois necessita de oxigênio. O mofo consome lactato, proveniente da lactose, para o seu desenvolvimento e

produz CO_2 que deve ser eliminado por ser tóxico para o microrganismo. Por isso, o queijo é perfurado, no mínimo, 150 vezes de cada lado e maturado de lado para permitir essa troca de gases com o ambiente.

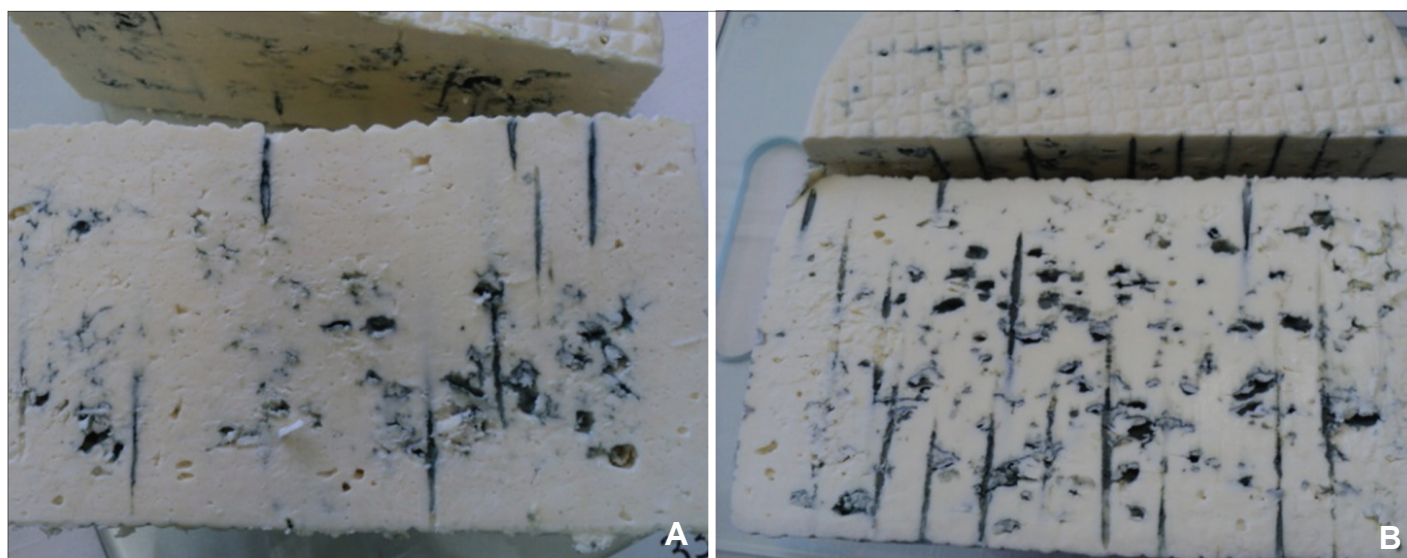


Figura 9 - Defeitos em queijo Gorgonzola

Nota: A - Queijo Gorgonzola com pouco mofo, massa fechada e poucos veios; B - Queijo Gorgonzola com boa distribuição de mofo azul e massa aberta com olhaduras.

O crescimento do mofo está relacionado principalmente com as etapas de fabricação na qual se obtém uma massa aberta, que não seja compacta. Isso pode ser resolvido com um corte da coalhada em um grão maior e obtenção de um grão firme no ponto para evitar a compactação da massa. A enformagem deve ser realizada com a massa mais fria (entre 25 °C-32 °C), para evitar a coesão dos grãos da massa e o seu fechamento. Também é recomendável o uso de culturas mesofílicas aromáticas que fermentam o citrato e produzem gás com a formação de olhaduras na massa do queijo, com a abertura da massa. A fermentação da massa do queijo deve ser favorecida para promover uma acidificação necessária para o crescimento do mofo, se esta não for suficiente, o mofo não crescerá apropriadamente (FURTADO, 2013).

A cultura do mofo pode-se apresentar com baixa atividade, quando está fora do prazo de validade, e como uma parte dos esporos do mofo é perdido no soro, o crescimento será comprometido (FURTADO, 2013).

O uso de temperaturas de pasteurização elevadas, acima de 75 °C, provoca uma maior desnaturação das soroproteínas, que são retidas na coalhada e provocam um aumento no teor de umidade do queijo. Isso aliado ao teor de gordura mais alto, comum nesse tipo de queijo, tornam a massa mais macia, que tende a se fechar durante a maturação, comprometendo o crescimento do mofo (FURTADO, 2013).

A perfuração do queijo deve ser realizada com o queijo frio e uma massa mais firme, para evitar o fechamento dos furos. A temperatura de maturação do queijo não pode ser baixa (menor que 5 °C), pois evita o crescimento do mofo (FURTADO, 2013).

O excesso de mofo também não é desejável e pode ser causado pela excessiva adição de mofo ao leite ou quando a massa está muito aberta. Esse excesso pode provocar um sabor de mofado ou de cogumelo no queijo (FURTADO, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os defeitos em queijos iniciam-se na qualidade da matéria-prima, passando pela fabricação e terminando na maturação. A seleção de um leite de qualidade é imprescindível para a fabricação de um bom queijo. No entanto, se não houver cuidado nas etapas de fabricação, com uma adequada tecnologia de fabricação, boas práticas de manipulação e cuidados na maturação, os defeitos certamente aparecerão nos queijos. Para isso, é necessário conhecimento e ações para evitá-los, pois a prevenção é ainda a melhor solução. Muitos defeitos visuais ou de contaminação que aparecem nos queijos não são possíveis de ser corrigidos, comprometendo a venda do produto. Outros não são visíveis, como contaminação por microrganismos patogênicos, no entanto, podem causar sérios problemas de saúde ao consumidor.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pelas bolsas concedidas e pelo financiamento de pesquisas nesta área.

REFERÊNCIAS

O APARECIMENTO de manchas em queijos. **Ha-La Biotec**, Valinhos, n.26, mar. 1995.

BRÄNDLE, J.; DOMIG, J.K.; KNEIFEL, W. Relevance and analysis of butyric acid producing clostridia in milk and cheese. **Food Control**, v.67, p.96-113, Sept. 2016.

COLLINS, Y.F.; MCSWEENEY, P.L.H.; WILKINSON, M.G. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. **International Dairy Journal**, v.13, n.11, p.841-866, 2003.

FURTADO, M.M. **Mussarela: fabricação & funcionalidade**. São Paulo: Setembro, 2016. 246p.

FURTADO, M.M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. 3.ed. rev. e ampl. São Paulo: Setembro, 2017. 256p.

FURTADO, M.M. **Queijos especiais**. São Paulo: Setembro, 2013. 275p.

GIGANTE, M.L. Importância da qualidade do leite no processamento de produtos lácteos. In: DURR, J.W.; CARVALHO, M.P. de; SANTOS, M.V. dos (Org.). **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: UPF, 2004. v.1, p.235-254.

O GOSTO amargo em queijos. **Ha-La Biotec**, Valinhos, n.9, maio, 1992.

HENTGES, D. **Riscos de contaminação microbiológica em queijos**. 2008. 41p. Trabalho Acadêmico (Bacharelado em Química de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

HYMERY, N. et al. Filamentous fungi and mycotoxins in cheese: a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.13, n.4, p.437-456, July 2014.

MCSWEENEY, P.L.H. (Ed.). **Cheese problems solved**. Boca Raton: CRC, 2007. 424p.

MELNYK, J.P. et al. Identification of cheese mite species inoculated on Mimolette and Milbenkase cheese through cryogenic scanning electron microscopy. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.8, p.3461-3468, Aug. 2010.

ROBERTSON, P.L. Cheese mite infestation: an important storage problem. **International Journal of Dairy Technology**, v.5, n.2, p.86-95, Jan. 1952.

RODRIGUES, F. **Defumação de queijos**. Juiz de Fora: Queijos do Brasil, 2017. Disponível em: <<https://www.queijosnobrasil.com.br/portal/tudo-sobre-queijo-queijos-no-brasil/273-queijos-defumados>>. Acesso em: 25 jul. 2017.

TEXTURA da massa de queijo: fatores que a influenciam e parâmetros de controle: parte I. **Ha-La Biotec**, Valinhos, ano 11, n.69, maio/jun. 2002.

TOMME de Savoie, le retour! [S.l.]: La Cuisine des Trois Soeurs, 2015. Disponível em: <http://manjari.newexistence.com/wp-content/uploads/2015/04/DSC_0200.jpg>. Acesso em: 25 jul. 2017.

Gelados comestíveis: principais problemas e soluções na fabricação e estocagem de sorvetes

Mariana Gavioli dos Reis Pena¹, Marta de Oliveira Coelho², Paulo Cruz³, Marco Antônio Moreira Furtado⁴, Fabiano Freire Costa⁵

Resumo - O processo de fabricação de sobremesas lácteas geladas, principalmente o sorvete, necessita de cuidados na composição, produção, armazenamento, embalagem e transporte até chegar à mesa do consumidor. Possíveis problemas decorrentes do processo de produção, tais como coalescência dos glóbulos de gordura que desencadeia a formação excessiva de cristais de gelo no sorvete, gomosidade e sabor metálico, devem ser controlados para minimizar os defeitos em gelados comestíveis. Boas Práticas de Fabricação (BPF) no procedimento de produção, em conformidade com as legislações vigentes, devem ser seguidas, visando garantia em todas as etapas para obtenção de um produto final seguro para o consumo.

Palavras-chave: Laticínio. Sobremesa láctea. Composição de alimento. Processamento. Qualidade.

Frozen desserts: main problems and solutions in the manufacture and storage of ice cream

Abstract - The process of manufacturing frozen dairy desserts, especially ice cream, requires care in the composition, production, storage, packaging and transportation until it reaches the consumer's table. Possible problems of the production process, such as coalescence of fat globules which causes excessive formation of ice crystals in ice cream, gumminess and metallic taste, must be controlled to minimize defects in ice creams. Good Manufacturing Practices (GMP) in the production process, in accordance with current legislation, must be followed, aiming the quality assurance at all stages to obtain a safe final product for consumption.

Keywords: Dairy. Dairy dessert. Food composition. Processing. Quality.

INTRODUÇÃO

Gelados comestíveis são produtos congelados obtidos a partir de emulsões de gorduras e de proteínas ou de uma mistura de água e açúcares. Podem ser adicionados de outros ingredientes, desde que não modifiquem o produto. Deve-se garantir sua conservação no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumidor (ANVISA, 2003). São consi-

derados gelados comestíveis os sorvetes de creme, sorvetes de leite, sherbets (que possuem pequenas quantidades de proteínas e gorduras lácteas) e os gelados de frutas ou sorbets, frozen iogurte e picolés (SOUZA et al., 2010).

Os sorvetes podem ser considerados como um sistema coloidal complexo constituído de bolhas de ar, cristais de gelo, glóbulos de gordura e uma fase não congelada. O tamanho médio das bolhas de

ar e dos cristais de gelo é geralmente de 20 a 50 µm de diâmetro, enquanto os glóbulos de gordura variam de 0,1 a 1 µm. Na fase não congelada, são encontradas micelas de caseína suspensas em uma solução que contenha açúcares, proteínas micelares e não micelares, carboidratos estabilizantes, emulsificantes e minerais (GOFF, 1997).

Durante o processo de preparo da mistura para sorvetes ou outro gelado comestível, sob a ajuda de emulsificantes,

¹Graduanda Farmácia UFJF - Faculdade de Farmácia, Juiz de Fora, MG, mariana.gavioli@hotmail.com

²Graduanda Farmácia, UFJF - Faculdade de Farmácia, Juiz de Fora, MG, martinha.oliveiracoelho@live.com

³Biólogo, Mestrando Leite e Derivados UFJF - Faculdade de Farmácia, Juiz de Fora, MG, paulocruz.rj@hotmail.com

⁴Farmacêutico-bioquímico, D.Sc., Prof. Tit. UFJF - Depto. Ciências Farmacêuticas, Juiz de Fora, MG, marcoantoniofurtado@yahoo.com.br

⁵Químico, D.Sc., Prof. Adj. UFJF - Depto. Ciências Farmacêuticas, Juiz de Fora, MG, fabianofreirecosta@gmail.com

os glóbulos de gordura e as proteínas são adsorvidos uns aos outros, formando uma emulsão coloidal. No processo de congelamento do sorvete, durante a batida da mistura, uma parte dos glóbulos de gordura, que não se adsorveu nas proteínas do leite, cristaliza-se formando uma estrutura de aparência sólida (GOFF, 1997). Outra parte aglomera-se, formando o fenômeno chamado coalescência dos glóbulos de gordura. Esse fenômeno é comum e observado regularmente em sorvetes, porém, o excesso de formação e o tamanho das partículas aglomeradas podem desencadear problemas estruturais como o crescimento excessivo dos cristais de gelo (tamanho superior a 50 µm de diâmetro), que confere ao sorvete a textura arenosa após a fabricação e, principalmente, durante a estocagem (COSTA et al., 2008).

Outros problemas durante a fabricação, a estocagem e a distribuição são constantemente observados e relatados. A oscilação de temperatura durante e após a fabricação dos gelados comestíveis até o seu consumo é um problema difícil de controlar. Existem aditivos, como estabilizantes à base de polissacarídeos, que ajudam a minimizar os danos causados pela variação de temperatura, os quais podem ser separação de fases e o crescimento dos cristais de gelo em níveis perceptíveis ao paladar, problemas como gomosidade caracterizada pela alta viscosidade, assim como o sabor metálico ou salgado, causado pela presença de sais em excesso, são corriqueiramente observados durante o consumo. Alguns fatores devem ser controlados para minimizar os defeitos em gelados comestíveis, como a oscilação de temperatura, a adição de estabilizantes e uma análise sensorial bem elaborada do produto final (COSTA et al., 2008).

Este artigo tem por objetivo relatar os possíveis defeitos encontrados durante o processo de fabricação, estocagem e distribuição do sorvete, gerando algumas soluções por meio de sistemáticas no controle de processos, a fim de harmonizar todas as possibilidades de eventos adver-

sos apresentados com a fabricação de um produto de melhor qualidade destinado ao consumidor.

PRODUÇÃO

Processamento dos gelados comestíveis

A produção de gelados comestíveis, assim como nos demais processos, deve seguir as Boas Práticas de Fabricação (BPF) com o objetivo de garantir a qualidade, para que os produtos estejam em conformidade com os regulamentos técnicos específicos. No manual de BPF são descritas as operações que deverão ser realizadas pelos estabelecimentos como, por exemplo, os requisitos sanitários dos edifícios, a manutenção e a higienização das instalações, dos equipamentos e dos utensílios, o controle da água de abastecimento, dos possíveis vetores e pragas urbanas, além da higiene e saúde dos operadores. Além disso, estão estabelecidas as instruções específicas da produção industrial, como o armazenamento e o transporte adequados dos alimentos produzidos (ANVISA, 2003).

Uma parte importante da produção é a garantia de qualidade que visa à redução de perdas e à obtenção de produtos inócuos. É fundamental escolher adequadamente as matérias-primas, os ingredientes e as embalagens utilizadas, a fim de certificar que não irão interferir na qualidade do produto final. O recebimento desses materiais deve ser monitorado e realizado em local protegido, limpo e isolado da área de produção, para que, no caso de reprovação do lote, não ocorra contaminação cruzada. A aprovação está condicionada ao atendimento da legislação sanitária. Outro fator crítico é a água utilizada como ingrediente na fabricação, que deverá atender aos padrões de potabilidade, devendo ser realizados testes laboratoriais, a fim de assegurar sua qualidade (PADILHA, 2011).

A Figura 1 sintetiza o disposto na Resolução RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003 (ANVISA, 2003) e apresenta o processo de preparação dos gelados comestíveis.

Primeiramente, após a realização do preparo da mistura, esta deve ser imediatamente processada, para evitar as contaminações biológica, química e física, favorecidas pelo contato duradouro com o ambiente. Sendo que o processo de homogeneização, quando realizado, poderá ocorrer antes ou após a pasteurização e deve apresentar condições de pressão e temperatura adequadas para garantir a uniformidade das partículas de gordura. É importante ressaltar que para os compostos que contenham leite ou seus derivados, ovos e seus produtos, devem, obrigatoriamente, passar pela pasteurização. Os demais ingredientes devem seguir a legislação específica para manter os padrões microbiológicos, sendo facultativa a pasteurização (ANVISA, 2003).

Feita a escolha correta dos ingredientes, os testes e os cálculos de formulação, parte-se para a etapa de mistura e solubilização dos componentes, a qual pode ocorrer antes ou durante a pasteurização, em processo contínuo high temperature short time (HTST), a 80 °C, por 25 segundos, ou no processo em batelada, a 70 °C, por 30 minutos (PADILHA, 2011), e devem seguir os Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs) que contêm as informações específicas do produto, como quantidade que será usada por operação, tempo e temperatura adequados, além do tipo e características do sistema utilizado. Isso é necessário para garantir a segurança do processo e a eliminação de microrganismos patogênicos durante toda a produção. Após a pasteurização, a mistura deverá ser imediatamente resfriada, à temperatura de 4 °C ou inferior, para evitar o crescimento de microrganismos (GOFF, 2011; MACHADO; DUTRA; PINTO, 2015). Nesta etapa também é comum a utilização de misturadores para auxiliar na pré-etapa de homogeneização.

Quando o processo de maturação é realizado, deve-se manter a mistura em temperatura constante, menor ou igual a 4 °C, por 24 horas no máximo. Durante esse tempo ocorrem mudanças na calda,

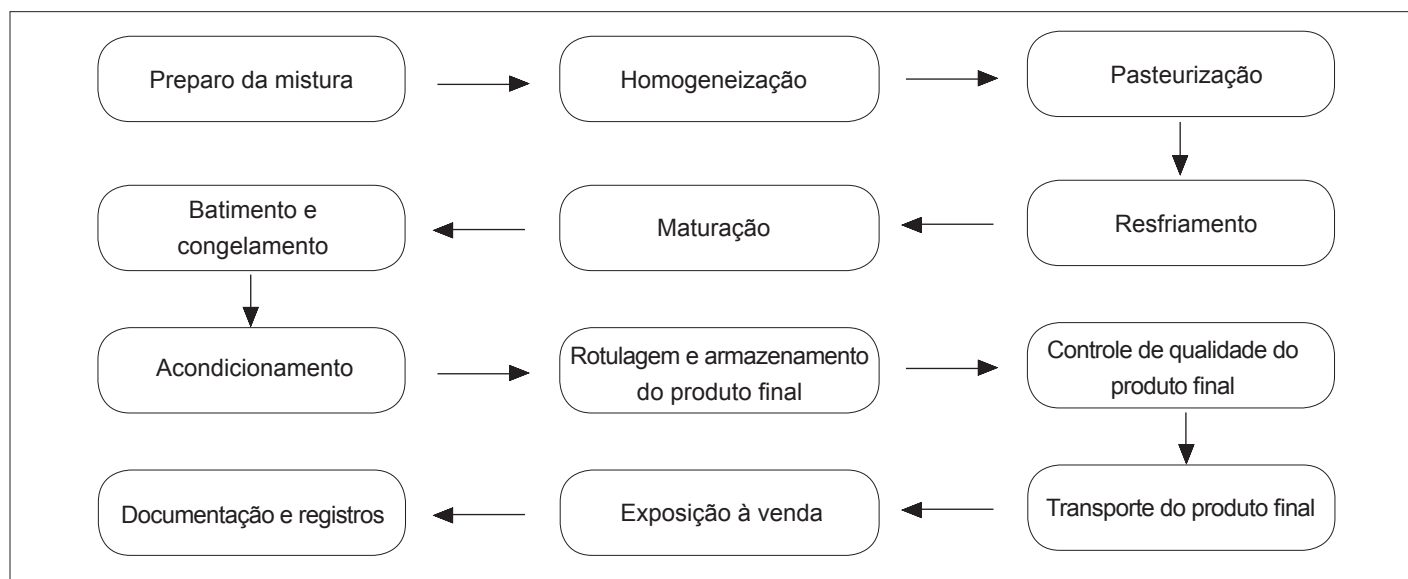


Figura 1 - Processamento dos gelados comestíveis

Fonte: Anvisa (2003).

como completa hidratação das proteínas e estabilizantes, dessorção da proteína na superfície do glóbulo de gordura e cristalização das moléculas de gordura. Além disso, ocorre a formação das estruturas tridimensionais com ajuda de estabilizantes proteicos ou polissacarídeos que, por interação com os demais ingredientes, estabilizam a emulsão produzida. Isso promove estabilidade ao sistema pela formação de géis com o aprisionamento da água livre presente no meio, o que aumenta a viscosidade, e a resistência ao derretimento do sorvete e melhora a absorção do ar durante o batimento e congelamento (COSTA et al., 2008).

Nas etapas de batimento e congelamento, ocorrem a incorporação de ar, formação de cristais e aparecimento de uma fase não congelada. Após o batimento podem-se adicionar, manual ou mecanicamente, aromatizantes, corantes, polpas de frutas e sucos, cobertura, sementes oleaginosas dentre outros ingredientes, sempre levando em conta as condições higiênicas, para que não ocorra a contaminação da mistura pasteurizada. Além disso, o acondicionamento adequado do produto acabado garante a proteção necessária contra substâncias indesejáveis (GOFF, 2011; PADILHA, 2011).

As operações unitárias do processo são realizadas em local apropriado, seguindo um fluxo sistemático, linear e sem cruzamentos, acompanhadas por funcionários habilitados. Um ponto importante é a elaboração dos rótulos que devem estar de acordo com os regulamentos de rotulagem geral, nutricional e específico de cada produto (GOFF, 2011; PADILHA, 2011).

Finalizado o produto, as condições de armazenamento devem ser mantidas, para que a integridade não seja alterada, para isso a temperatura deverá ser igual ou inferior a -18°C . O local de armazenamento deve ser separado das matérias-primas e dos demais ingredientes, para minimizar o risco de contaminação cruzada. Portanto, para evitar, prevenir e identificar falhas na qualidade do produto final, o estabelecimento deve implementar e documentar o controle de qualidade durante todas as etapas de produção (GOFF, 2011; PADILHA, 2011).

O transporte final deve garantir que as características individuais do produto não sejam alteradas, sendo que a temperatura deve ser igual ou inferior a -12°C . Quando os produtos estão expostos à venda, essa temperatura deve ser mantida. No entanto, nos equipamentos de venda ambulante, que não possuem unidade de refrigera-

ção apropriada, a temperatura poderá ser igual ou inferior a -5°C . Por isso, é muito importante a padronização do processo de fabricação, para garantir que o produto final chegue ao consumidor com os requisitos básicos de qualidade. De maneira geral, os produtos devem ser selecionados, processados, embalados, armazenados, transportados e conservados adequadamente em condições que não alterem suas características ou adquiram substâncias físicas, químicas ou microbiológicas que poderão colocar em risco sua qualidade e, principalmente, a saúde do consumidor (GOFF, 2011; PADILHA, 2011).

Para obter uma formulação ideal dentro das possibilidades de fabricação de cada empreendedor, fatores como escolha adequada de matéria-prima pode ser um ponto-chave no sucesso do produto. No caso dos gelados comestíveis, tendo o sorvete como exemplo, tem-se disponível no mercado uma ampla variedade de agentes estabilizantes e de emulsificantes, e sua interação com os demais constituintes de cada formulação deve ser observada (GOFF, 2011; PADILHA, 2011).

Interações indesejadas são comumente relatadas e devem ser evitadas, para que problemas como a separação de fases, a baixa coalescência e a interação entre os

estabilizantes e emulsificantes com íons metálicos que geram problemas na viscosidade da mistura, como a gomosidade (viscosidade excessiva). Esses fatores promovem o crescimento indesejável dos cristais de gelo, que podem ser minimizados com o desenvolvimento de formulações inovadoras ou não. Após a escolha das matérias-primas, estas devem ser avaliadas pelo setor de controle de qualidade, a fim de garantir que estejam aptas para o uso, para não haver comprometimento da cadeia produtiva. Com relação ao produto acabado, deverão ser realizados estudos, que assegurem sua estabilidade e pureza, por meio de análises físico-químicas e, principalmente, sensoriais, para confirmar suas características nutricionais e determinar a vida de prateleira (COSTA et al., 2008).

Principais problemas e soluções na fabricação de sorvetes

Durante todo o processo de produção de qualquer gelado comestível, em especial os sorvetes, é comum encontrar problemas nas diversas etapas de fabricação até o consumo (COSTA et al., 2008).

Os ingredientes devem ser de boa qualidade e compatíveis com a formulação desejada. A escolha errada ou mesmo a troca de insumos, vislumbrando economia no processo, pode desencadear problemas que serão notados pelo consumidor. A ausência de testes específicos gera produtos de baixa qualidade que são colocados no mercado, com características físico-químicas e sensoriais indesejáveis. Nessa etapa é muito comum a escolha errada do agente estabilizante que, na maioria das vezes, é composto por polissacarídeos vegetais. Esses produtos, quando adicionados em excesso, podem gerar problemas como gomosidade, ou um produto quebradiço, caracterizado pela alta viscosidade, ou mole, com fluidez excessiva, caracterizado pela baixa viscosidade. Uma solução para esse problema seria seguir corretamente a indicação de quantidade recomendada pelo

fabricante dos insumos utilizados, além de seguir a formulação escolhida e não fazer nenhuma substituição sem antes garantir a qualidade e a estabilidade do produto a ser produzido com testes estabelecidos (COSTA et al., 2008; GOFF, 2011; GAJO et al., 2017).

A temperatura de solubilização dos ingredientes deve ser ideal para ativar os ingredientes utilizados, porém garantindo que o produto esteja pasteurizado. Se a temperatura for excessivamente elevada pode ocorrer inativação de algum ingrediente sensível, podendo ocasionar defeitos como a formação de aglomerados (grumos). Problemas de solubilização dos ingredientes são bem comuns nessa etapa, podendo também ocasionar a formação de grumos, com uma textura áspera ou arenosa. Tais grumos interferem na aparência e na percepção do produto durante o consumo. Nesse caso, além de garantir a solubilização de todos os ingredientes com a ajuda da temperatura, sistemas de misturadores rotacionais, bem como homogeneizadores de alta pressão, devem ser utilizados para garantir uma dispersão uniforme dos materiais adicionados (COSTA et al., 2008; GOFF, 2011; GAJO et al., 2017).

O principal problema na etapa de maturação é a separação de fases. Quando ocorre falha na etapa anterior, seja pela solubilização dos ingredientes, tempo de maturação ou mesmo por problemas na homogeneização, dificulta a formação da estrutura tridimensional. Essa estrutura é responsável pelo aprisionamento das moléculas de água livres, o que leva à separação de fases por causa do dessoamento do material, cujo fenômeno é conhecido como sinérese. Este fenômeno é caracterizado pela expulsão das moléculas de água das redes tridimensionais que formam os géis. Nesse caso, essa água que não fica retida atrapalha na etapa seguinte que é a batida da mistura seguida pelo congelamento. O ideal é garantir que esse fenômeno não aconteça, e uma medida interessante é a utilização de misturas de agentes estabilizantes (gomas), para que a

água possa ser retida com a utilização de um, dois ou até três agentes estabilizantes (COSTA et al., 2008).

A escolha dos agentes estabilizantes e a quantidade adicionada devem ser ponderadas. Tais agentes devem ser criteriosamente testados, para que outros problemas não sejam desencadeados pelo uso excessivo, como exemplo, o comum gosto metálico encontrado em alguns produtos. A solução para esse tipo de problema é seguir corretamente as BPF para que seu processo seja padronizado, respeitando o tempo de ação dos agentes adicionados após a etapa de mistura, bem como a utilização de maquinário de boa qualidade e origem, mesmo que isso eleve o custo de produção (COSTA et al., 2008; GOFF, 2011; GAJO et al., 2017).

A incorporação de ar durante a batida, acompanhada de congelamento na mistura básica, é procedimento indispensável que deve ser executado quando se deseja um produto cremoso, como o sorvete. O primeiro ponto a ser considerado é a temperatura de trabalho do tambor, responsável pelo sistema de congelamento. A temperatura deve garantir o congelamento da água e, conseqüentemente, a formação dos cristais de gelo. A velocidade das pás e o tempo de batida devem ser ideais, de modo que a velocidade não seja rápida demais ou excessivamente lenta, para não interferir no tamanho do cristal de gelo ou na quebra da emulsão formada na etapa de mistura e homogeneização. O excesso de tempo e a velocidade das pás pode ocasionar problemas de falta de corpo no produto, por incorporação de ar demasiadamente elevada, o que ocasiona uma aparência esponjosa, outro defeito muito comum encontrado em sorvetes. É importante ressaltar que quanto maior a quantidade de água livre, maior será o tamanho dos cristais de gelo e, dessa forma, maior será a percepção durante o consumo, que causa a arenosidade. O paladar humano consegue perceber partículas com tamanhos superiores a 50 µm de diâmetro.

Durante a produção do sorvete, seja pela fabricação contínua, seja por batela-

das, são adicionados os sabores que caracterizam cada tipo de produto encontrado no mercado. O pH dos ingredientes que dão sabor, como por exemplo polpa de frutas, deve ser levado em consideração, pois pode ocasionar problemas como aglutinação, separação de fases e diminuição na capacidade de incorporar ar com consequente perda de volume. Neste caso, deve-se ajustar bem a formulação com ingredientes que auxiliam na estabilidade e manutenção do pH.

De acordo com o Quadro 1, verifica-se que a gordura de leite e os sólidos não gordurosos ajudam na percepção do sabor e da textura, respectivamente. Já o açúcar favorece a ambos os quesitos, porém dificulta o processo de batimento, congelamento e endurecimento das sobremesas. Por causa disso, pode-se optar por adicionar estabilizantes, para suavizar e encorpar a textura do produto, aumentando sua resistência e deixando-o com aspecto mais cremoso, já o gosto amargo pode ser equilibrado com o doce

excessivo do açúcar (SOUZA et al., 2010; GAJO et al., 2017).

Os sólidos totais ajudam no aumento do valor nutritivo, mas podem deixar a sobremesa gustativamente pesada. Outro problema relacionado com o sabor está na adição de ingredientes saborizantes em quantidade inferior à recomendada pelo fabricante. A avaliação sensorial para verificar a aceitação pelos consumidores é crítica para o desenvolvimento de novos produtos. Problemas como sabor rançoso ou oxidado são também relatados e estão diretamente relacionados com a qualidade do material gorduroso utilizado na mistura ou nos sabores, e podem ser evitados com o acondicionamento correto desses ingredientes em local fresco ou refrigerado, escuro, seco e dentro do prazo de validade (COSTA et al., 2008; GOFF, 2011; GAJO et al., 2017).

Testes analíticos sensoriais, como os discriminatórios e descritivos podem ser utilizados para obtenção de informações qualitativas e quantitativas sobre proprie-

dades sensoriais da sobremesa congelada. As medições instrumentais das propriedades sensoriais são geralmente usadas como um complemento aos testes analíticos sensoriais. Os testes afetivos, aplicados em consumidores, são indicados para avaliar a aceitação do produto. Também uma análise estatística bem elaborada, que correlacione todos os dados fornecidos após os testes físico-químicos, sensoriais e estruturais, é de suma importância no conhecimento do produto final que deverá ser produzido e levado até o consumidor (SOUZA et al., 2010; GAJO et al., 2017).

Com o produto pronto, a etapa crítica de toda a cadeia é a manutenção das baixas temperaturas evitando grandes oscilações durante o armazenamento e a distribuição. A oscilação de temperatura afeta produtos congelados, por causa do processo de recristalização do gelo presente nesses produtos. Pequenas oscilações de até 5 °C podem desencadear o crescimento dos cristais de gelo em produtos congelados, interferindo diretamente na textura do

Quadro 1 - Vantagens e limitações de ingredientes utilizados em gelados comestíveis

Constituintes	Vantagens	Desvantagens
Gordura do leite	Aumenta a riqueza do sabor Produz textura cremosa Ajuda a dar corpo à sobremesa	Custo Alto valor calórico Alto conteúdo deixa a sobremesa enjoativa
Sólidos não gordurosos	Promovem textura Ajudam a dar corpo Fonte barata de sólidos	Alta concentração produz arenosidade Pode causar sabor cozido e salgado
Açúcar	Fonte barata de sólidos Promove textura Melhora o sabor	Doçura excessiva Reduz a habilidade de batimento Requer longo tempo de congelamento Para o processo de endurecimento há necessidade de baixas temperaturas
Estabilizantes	Efetivos para uma textura suave Proporcionam corpo ao produto Aumentam resistência ao derretimento Podem deixar a textura cremosa	Gosto amargo
Sólidos totais	Melhor corpo Podem aumentar o valor nutritivo	Podem deixar a sobremesa pastosa e com corpo pesado
Compostos de sabor	Aumentam a aceitabilidade Promovem atratividade	Sabor adstringente
Compostos de cor	Ajudam na identificação do sabor	

Fonte: Adaptado de Souza et al. (2010).

produto. Oscilações de temperatura superiores, próximas ao ponto de descongelamento do produto, podem ser ainda mais danosas, pela desestabilização da emulsão. Atualmente, este fenômeno é observado nas redes de distribuição que, na tentativa de economizar energia elétrica, aumentam a temperatura do freezer ou até mesmo desligam durante a noite, causando danos irreparáveis aos produtos congelados. Assim, recomenda-se cuidado na manutenção da temperatura de estocagem. No transporte e na distribuição do produto, a oscilação de temperatura também deve ser levada em consideração, pois em locais onde a temperatura ambiente supera os 30 °C, o tempo de transporte deve ser diminuído ao máximo justamente para evitar o choque térmico que interfere na estabilidade da emulsão. Neste caso, muitos agentes estabilizantes podem auxiliar também como isolante térmico, ajudando a minimizar este tipo de problema (COSTA et al., 2008; GOFF, 2011; GAJO et al., 2017).

NOVIDADES NO DESENVOLVIMENTO DAS SOBREMESAS LÁCTEAS GELADAS

O mercado de sobremesas lácteas tem apresentado um considerável desenvolvimento com novas tecnologias e formulações que atendem às demandas dos consumidores que exigem produtos com novos sabores e maior valor nutritivo, além da praticidade do dia a dia (FREDERICO, 2014). Esses produtos geralmente contêm sete categorias de ingredientes: produtos lácteos, gordura, edulcorantes, estabilizantes, emulsificantes, água e sabores, sendo os principais chocolates e frutas (GOFF, 2011). São produtos alimentícios que possuem propriedades sensoriais atraentes, textura leve e refrescante, com grandes vantagens econômicas para o fabricante e para o consumidor.

A composição das sobremesas difere tanto nos ingredientes e concentrações utilizadas, quanto na forma de preparo. Geralmente, apresentam consistência semissólida e sua estabilidade depende do

modo de fabricação, das características de cada ingrediente e da forma de estocagem do produto sob condições refrigeradas (ARES et al., 2012).

Visando formas alternativas de produção, estão sendo implementados alimentos ricos em proteínas de alto valor biológico, como as proteínas do soro lácteo e também a adição de microrganismos probióticos, que estão associados a muitos efeitos benéficos à saúde do consumidor e são alvos de frequentes investigações (ALVES et al., 2014).

Um fator importante quando se produzem as sobremesas lácteas é o sabor que, além de proporcionar o prazer gustativo, é importante para a composição do alimento. Os produtos achocolatados são os mais procurados no mercado e apresentam tamanho variado de suas partículas. Isso influencia na viscosidade e na quantidade de gordura necessária para a produção. Se as partículas são muito pequenas, a viscosidade é alta e então mais gordura é necessário para cobrir estas finas partículas para reduzir a viscosidade. Além disso, a densidade, a estrutura interna, a cor e o aroma dos ingredientes, podem alterar as condições previamente necessárias no processo de fabricação (LIANG; HARTEL, 2004).

Um exemplo dessas sobremesas é a mousse de chocolate, que possui uma técnica simples, a aeração, a qual permite leveza e textura agradável ao alimento. Entretanto, são necessários emulsionantes que formem células de ar e estabilizadores para manter a estrutura sem alterações, principalmente, para evitar ruptura dessas estruturas formadas (SAUNDERS, 2011). Por isso, ao lançar um novo produto no mercado, a empresa deve estar ciente que optar pela diferenciação irá gerar custos superiores aos normais. Dessa forma, para diminuir essas dificuldades e garantir a venda desse produto inovador, a empresa pode condicionar a venda de seus novos produtos à venda conjunta de seus produtos de massa (SOUZA; YU, 2005).

Um produto altamente utilizado nas indústrias de sobremesas lácteas são as

gomas, que têm como objetivo melhorar e manter as características reológicas, tais como textura, viscosidade, consistência, aspecto e o corpo, tão importantes quanto as sensoriais, como sabor e aroma do produto. Essas substâncias desempenham funções que incluem, basicamente, a retenção de água e o aumento da viscosidade (NIKAEDO; AMARAL; PENNA, 2004).

Nos produtos lácteos achocolatados, as gomas reagem com as proteínas do leite e as partículas do cacau, a fim de formar uma rede tridimensional, que mantém as partículas em suspensão (OORCHOT, 2001). Por isso, é importante manter as concentrações adequadas de todos os ingredientes utilizados na produção, principalmente das gomas. Um produto ideal deve apresentar as características esperadas pelo consumidor e pelo fabricante, a fim de manter os atributos que definem suas qualidades (SOUZA; YU, 2005; COSTA et al., 2008).

Um dos desafios que as indústrias de sobremesas lácteas enfrentam é a redução do teor de açúcar dos alimentos processados. A reformulação desses produtos deve garantir que suas características funcionais, nutricionais e sensoriais, que são de caráter atraente, não sejam alteradas (CASAROTTI; JORGE, 2010; GAJO et al., 2017).

Outro problema é manter a qualidade sensorial dos alimentos diet e light, pois a gordura e o açúcar fornecem uma textura desejável e sabor aos alimentos, melhorando as propriedades sensoriais (ALIJA; TALENS, 2012). Por isso, formas alternativas de produção estão sendo estudadas, como a microfluidização dos produtos lácteos que pode fazer com que o leite com baixo teor de gordura ou sem gordura, incluindo sobremesas congeladas lácteas, tenha textura mais semelhante aos seus equivalentes de gordura total (OLSON; WHITE; WATSON, 2003). Além disso, a utilização de polpas de frutas que, por meio do controle do período de maturação, permite a criação de sobremesas naturalmente doces, pelo açúcar natural da própria fruta (ALIJA; TALENS, 2012).

Nos últimos anos, com o intuito de reaproveitar as proteínas presentes no soro lácteo, as quais, em muitos casos, são descartadas no meio ambiente, muitas sobremesas geladas têm sido desenvolvidas com esse material rico em proteínas e resíduos de polipeptídeos. O reaproveitamento das proteínas do soro, além de questões econômicas, apresenta vantagens qualitativas proporcionadas pela sua utilização, tais como, melhoria na qualidade gustativa e na textura, emulsificação, estabilidade, dispersabilidade nas misturas secas, na ação contra aglutinação, no aumento do potencial nutritivo, e na maior vida de prateleira (MATSUBARA, 2001; NIKAEDO; AMARAL; PENNA, 2004; GAJO et al., 2017). Por isso, o soro lácteo é utilizado para substituir a gordura, pois apresenta propriedades semelhantes às do leite, mas possui um valor calórico reduzido, o que favorece na produção das sobremesas lácteas, sem alterar as características sensoriais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolver, testar e fabricar um produto tradicional de qualidade superior ou inovador que una conveniência e baixo custo de produção é o interesse atual da indústria de gelados comestíveis. Seguir as BPF é fundamental para garantir a qualidade do produto final. A escolha dos ingredientes, bem como o método adequado de processamento, estocagem e distribuição, pode significar um diferencial no produto consumido. Conhecer todas as etapas de produção, estocagem e distribuição garantindo que tudo esteja em consonância é tarefa difícil, porém não impossível. Problemas como oscilação de temperatura, seja por defeitos nos sistemas de refrigeração, seja pela falta de cuidados durante o armazenamento e a distribuição, nem mesmo o melhor e mais inovador produto fabricado com os ingredientes ideais e o mais controlado processo de produção evitarão danos irreversíveis causados pelo recongelamento do gelo.

REFERÊNCIAS

- ALIJA, J.; TALENS, C. New concept of desserts with no added sugar. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v.1, n.2, p.116-122, June 2012.
- ALVES, M.P. et al. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.69, n.3, p.212-226, maio/jun. 2014.
- ANVISA. Resolução RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 set. 2003.
- ARES, F. et al. Development of functional milk desserts enriched with resistant starch based on consumers perception. **Food Science and Technology International**, v.18, n.5, p. 465-475, Oct. 2012.
- CASAROTTI, S.N.; JORGE, N. Aspectos tecnológicos dos substitutos de gordura e suas aplicações em produtos lácteos. **Nutrire**, v.35, n.3, p.163-181, 2010.
- COSTA, F.F. et al. Effect of calcium chloride addition on ice cream structure and quality. **Journal of Dairy Science**, v.91, n.6, p.2165-2174, June 2008.
- FREDERICO, C. **Suplementação de sobremesa láctea probiótica com diferentes concentrações de proteína do soro de leite**. 2014. 52p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite) – Centro de Pesquisa em Ciências Agrárias, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2014.
- GAJO, A.A. et al. Effect of hydrocolloids blends on frozen dessert “popsicles” made with whey concentrated. **LWT - Food Science and Technology**, v.75, p.473-480, Jan. 2017.
- GOFF, H.D. Colloidal aspects of ice cream: a review. **International Dairy Journal**, Oxford, v.7, n.6/7, p.363-373, June/July, 1997.
- GOFF, H.D. Ice cream and frozen desserts: product types. In: FUQUAY, J.W.; FOX, P.F.; MCSWEENEY, P.L.H. (Ed.). **Encyclopedia of Dairy Sciences**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2011. v.2, p.893-898.
- LANG, B.; HARTEL, R.W. Effects of milk powders in milk chocolate. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.1, p.20-31, Jan. 2004.
- MACHADO, R.L.P.; DUTRA, A. de S.; PINTO, M.S.V. **Boas Práticas de Fabricação (BPF)**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2015. 20p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, 120).
- MATSUBARA, S. Alimentos funcionais: uma tendência que abre perspectivas aos laticínios. **Indústria de Laticínios**, São Paulo, v.6, n.34, p.10-18, 2001.
- NIKAEDO, P.H.L.; AMARAL, F.F.; PENNA, A.L.B. Caracterização tecnológica de sobremesas lácteas achocolatadas cremosas elaboradas com concentrado proteico de soro e misturas de gomas carragena e guar. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.40, n.3, p.397-404, jul./set. 2004.
- OLSON, D.H.; WHITE, C.H.; WATSON, C.E. Properties of frozen dairy desserts processed by microfluidization of their mixes. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1157-1162, Apr. 2003.
- OORSCHOT, N. van. Perfeição em matéria de sobremesas e leites achocolatados. **Leite e Derivados**, v.10, n.58, p.28-31, 2001.
- PADILHA, G.R. **Boas Práticas de Fabricação em indústria de gelados comestíveis como pré-requisito para implantação do sistema APPCC**. 2011. 65p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2011.
- SAUNDERS, A.B. Dairy dessert. In: FUQUAY, J.W.; FOX, P.F.; MCSWEENEY, P.L.H. (Ed.). **Encyclopedia of Dairy Sciences**. 2nd ed. New York: Academic Press, 2011. p.905-912.
- SOUZA, J.C.B. de et al. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.21, n.1, p.155-165, jan./mar. 2010.
- SOUZA, W.H. de; YU, A. Gestão da inovação e o mercado de produtos populares: o caso da Indústria de Sorvetes Alaska. In: SEMINÁRIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 11., 2005, Salvador. **[Memórias]**... Salvador: ALTEC, 2005. Disponível em: <<https://www.ipen.br/biblioteca/2005/eventos/10901.pdf>>.

Principais problemas na fabricação de leites fermentados e bebidas lácteas fermentadas

*Junio César Jacinto de Paula¹, Juliana Nogueira Boccia², Denise Sobral³, Renata Golin Bueno Costa⁴,
Vanessa Aglaê Martins Teodoro⁵, Maximiliano Soares Pinto⁶*

Resumo - O Brasil é o maior mercado emergente de produtos lácteos fermentados. Nesse grupo, o iogurte é um produto clássico, com elevado valor nutricional, bem-aceito sensorialmente e traz diversos benefícios à saúde. A bebida láctea fermentada pode ser definida como o produto da fermentação da mistura do leite com o soro de leite. A produção de bebidas lácteas também tem ganhado mercado, principalmente pelo baixo custo e pelo aproveitamento do soro. Ambos os produtos são de tecnologia de fabricação bastante simples. No entanto, diversas indústrias enfrentam grandes prejuízos financeiros pela perda de produção, durante a fermentação, ou pela elaboração de produtos irregulares e despadronizados. É de suma importância ter conhecimento sobre as falhas mais comuns na fabricação de leites fermentados e bebidas lácteas fermentadas, assim como avaliar os fatores que levam ao defeito, buscando conhecer as formas de prevenção e também auxiliar as indústrias na padronização, desenvolvimento e melhoria dos seus produtos.

Palavras-chave: Laticínio. Iogurte. Fermentação láctica. Processamento. Qualidade.

Main problems in the production of fermented milk and fermented dairy drinks

Abstract - Brazil is the largest emerging market for fermented dairy products. In this group, yogurt is a classic product with high nutritional value. It is sensorially well accepted and brings many health benefits to those who consume it. Fermented dairy drink can be defined as the product of fermentation of milk mixed with the whey. The production of dairy drinks has also gained market due, mainly, to low manufacture cost and the use of the whey. Both products have quite simple manufacturing technology. However, several industries face great financial losses due to loss of production during fermentation, or production of irregular and not standardized products. It is extremely important to be aware of the most common failures in the production of fermented milk and fermented dairy drinks, as well as to evaluate the factors leading to the defects, forms of prevention and also help the industries in the standardization, development and improvement of their products.

Keywords: Dairy. Yogurt. Lactic fermentation. Processing. Quality.

INTRODUÇÃO

Os produtos lácteos produzidos por fermentação da lactose e por produção de ácido láctico são denominados leites fermentados. A fermentação constitui um dos

métodos mais antigos para transformar os alimentos e, conseqüentemente, aumentar sua vida de prateleira. A origem do leite fermentado perde-se na história da humanidade. Acredita-se que possa ter surgido

em virtude da domesticação de animais. O produto obtido da fermentação do leite sem separação do soro originava uma coalhada com características (textura, viscosidade, aroma e gosto) bastante variadas em função

¹Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, junio@epamig.br

²Téc. Leite e Derivados, Mestranda Profissional Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados UFJF, Juiz de Fora, MG, junoboccia@hotmail.com

³Eng. Alimentos, D.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, denisesobral@epamig.br

⁴Eng. Alimentos, D.Sc., Pesq./Prof^a EPAMIG-ILCT, Juiz de Fora, MG, renata.costa@epamig.br

⁵Médica-veterinária, D.Sc., Prof^a Adj. UFJF - Depto. Medicina Veterinária, Juiz de Fora, MG, vanessa.teodoro@ufjf.edu.br

⁶Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Prof. Adj. UFMG - Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, MG, maxonze@yahoo.com.br

da ausência de controle fermentativo e da qualidade da matéria-prima. Antigamente, o leite era fermentado por sua microbiota natural e também pela microbiota do ambiente, o que resultava na falta de padronização das variáveis físico-químicas, físicas e sensoriais do produto (TAMIME; ROBINSON, 2007).

O processo fermentativo específico e padronizado do leite foi viabilizado pelo isolamento e pela seleção das culturas lácticas. Outro fator importante foi o surgimento da refrigeração, que finalmente possibilitou o desenvolvimento de diferentes tecnologias, utilizando-se variadas culturas para a elaboração de diversos tipos de leites fermentados. Por este fato, podem-se encontrar, atualmente, centenas de tipos de leites fermentados em todo o mundo. Será descrita a tecnologia de fabricação de alguns tipos de iogurtes e de bebida láctea fermentada, com abordagem dos principais fatores que afetam a qualidade desses produtos, bem como o aparecimento de defeitos.

Este artigo traz uma discussão sobre os defeitos mais comuns na fabricação de leites fermentados e de bebidas lácteas fermentadas, bem como os fatores que influenciam tais processos, visando auxiliar as indústrias na padronização, desenvolvimento e melhoria dos seus produtos.

PRINCIPAIS FATORES QUE INFLUENCIAM A TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO

A conversão da lactose em ácido láctico tem um potente efeito conservante no leite. O baixo pH do leite pela produção de ácido láctico inibe o crescimento de bactérias putrefativas e outros microrganismos prejudiciais, prolongando, assim, a vida útil do produto. Por outro lado, o leite acidificado é um ambiente muito favorável para o crescimento de fungos filamentosos e leveduras, os quais causam sabores e odores desagradáveis (TAMIME; ROBINSON, 2007).

Na produção de leites fermentados, as melhores condições de fermentação devem ser oferecidas para que a cultura *starter*

possa atuar de forma eficiente. Os fatores que mais influenciam no processamento desse tipo de produto são os que afetam diretamente a fermentação e a formação do coágulo, como o tratamento térmico do leite e a temperatura ideal de fermentação para a cultura *starter*. Após a fermentação, o leite fermentado deve ser resfriado rapidamente para frear o processo. Se o tempo de fermentação for muito longo ou muito curto, o sabor e a consistência serão prejudicados. Além do sabor e do aroma, a aparência adequada e a consistência ideal são características igualmente importantes. Esses fatores são determinados pela escolha das variáveis de processamento a ser empregadas (TETRA PAK, 2003).

O binômio tempo/temperatura de tratamento térmico empregado e a homogeneização do leite, assim como a suplementação de sólidos do leite para a elaboração de produtos fermentados, são primordiais para a estruturação e a força do coágulo durante o período de incubação. Para os diversos tipos de leites fermentados existentes no mercado, os processos de fabricação, tratamentos do leite, temperaturas de tratamento térmico, fermentação, dentre outros fatores, são muito semelhantes. Assim, será dado enfoque principal às etapas de fabricação do iogurte e da bebida láctea fermentada, os quais são os produtos mais produzidos e consumidos no Brasil (TETRA PAK, 2003).

A bebida láctea fermentada é produzida de forma muito similar à empregada para obtenção do iogurte líquido. A diferença principal encontra-se na adição de soro de leite e consequente diminuição do teor de sólidos totais no produto final, o que pode gerar diversos defeitos de separação de fase, dependendo da proporção de soro adicionada. Para a produção de bebida láctea, cuidados devem ser tomados em relação à qualidade do soro empregado, principalmente em relação à acidez. Por outro lado, a composição e a qualidade do soro de leite também dependem do processo de fabricação do queijo que o originou, o que pode impactar diretamente no produto final (FOX; MCSWEENEY,

1998). Assim, o monitoramento da composição e da qualidade do soro a ser utilizado deve ser rotineiro, para evitar problemas de composição na bebida láctea.

Quando o soro fresco é empregado, este deve ser submetido a um tratamento térmico prévio, para que o teor residual de coagulante seja eliminado, evitando a coagulação da mistura durante o aquecimento. A bebida láctea pode ser elaborada com diferentes níveis de adição de soro. Normalmente, uma adição de, no máximo, 40% a 50% de soro sobre o volume final de bebida é empregado para obter de um produto com características adequadas, e para que o produto atinja o teor mínimo de proteínas para atender à legislação. Assim, na bebida láctea, o teor de sólidos é diminuído em função da adição de soro de leite, o que torna necessário o uso de aditivos espessantes e/ou estabilizantes, para manter a estabilidade e a viscosidade do gel formado. Os estabilizantes mais utilizados pela indústria são gomas, gelatina e amidos modificados isolados ou misturados (PAULA; PINTO; CORTEZ, 2015).

PRINCIPAIS FATORES A SER CONTROLADOS NO PROCESSAMENTO

Alguns fatores devem ser rigorosamente controlados durante o processo de fabricação, para obter produtos fermentados de qualidade. O controle desses fatores pode garantir produtos com o sabor desejado, aroma, viscosidade, consistência e aparência características, além de longa vida de prateleira e ausência de separação do soro. Dentre esses fatores serão discutidos: utilização de leite de qualidade, padronização correta do leite, uso de aditivos adequados, emprego de homogeneização do leite ou da mistura, binômio tempo/temperatura de tratamento térmico e cultura *starter* utilizada no processo. Destacam-se também os pré-tratamentos dados ao leite, bem como o estresse mecânico que o produto pode sofrer após a fermentação.

Qualidade do leite

O leite utilizado como matéria-prima para a produção de leites fermentados e

bebidas lácteas deve possuir alta qualidade, tanto composicional como microbiológica. É de extrema importância que apresente baixa contagem bacteriana e baixa contagem de células somáticas (CCS), que podem impedir o desenvolvimento da cultura de iogurte. O leite não deve conter antibióticos, bacteriófagos, resíduos de solução de limpeza ou agentes utilizados para a sanitização de equipamentos. Muitas fábricas utilizam o melhor leite para a produção de fermentados selecionam e analisam cuidadosamente esse leite, para evitar problemas de fermentação e de coagulação (TETRA PAK, 2003).

Padronização do leite

A padronização do leite para a fabricação de produtos lácteos fermentados pode impactar na qualidade, principalmente com relação à composição do produto final. Normalmente, produtos lácteos fermentados comerciais (principalmente iogurtes) podem apresentar conteúdo de gordura que varia entre 0,5% e 3,5%. A versão desnatada apresenta até 0,5% e os semidesnatados apresentam entre 0,5% e 1,5% de gordura. No entanto, produtos mais encorpados e os iogurtes tipo grego podem apresentar até 10% de gordura. De modo geral, os métodos utilizados para a padronização do leite baseiam-se na remoção de parte do teor de gordura, por meio do desnate em centrífugas padronizadoras, ou na adição de creme ou leite desnatado ao leite que será utilizado para a produção de fermentados (TAMIME; ROBINSON, 2007).

Outro fator que influencia diretamente na qualidade dos produtos fermentados é a padronização do teor de sólidos não gordurosos (SNG). Normalmente, o leite apresenta 8,2% de extrato seco desengordurado e um aumento no teor de sólidos, particularmente a proporção de caseína e de proteínas de soro resultará em um coágulo de iogurte mais firme, e a tendência natural para a separação de soro será diminuída (TETRA PAK, 2003).

As formas mais comuns para a padronização do teor de sólidos são a evaporação de 10%-20% do volume de leite, adição de leite

em pó desnatado (normalmente até 3%), adição de leite concentrado ou de retentado (obtido por ultrafiltração do leite desnatado). Quando se utiliza de leite em pó integral ou desnatado, deve-se ter o cuidado com a presença de antibióticos, que normalmente se concentram nesse tipo de produto. Usualmente, utiliza-se a adição de 1% a 6% de leite em pó desnatado. No entanto, o mais recomendado é a adição de 3%-4%, para evitar o defeito conhecido como sabor de pó. A utilização de leite em pó integral não é recomendada por causa do sabor oxidado, defeito que pode ser provocado pela oxidação da gordura nesse tipo de produto. Leites com 12% a 20% de SNG resultam em boa viscosidade e consistência. No entanto, há registros na literatura de produtos com 30% de sólidos totais, chamados super iogurte (TAMIME; ROBINSON, 2007).

O teor de SNG influencia diretamente na viscosidade e estabilidade do gel durante toda a vida de prateleira dos produtos fermentados. A literatura relata que a adição de 6% a 12% de SNG do leite (leite em pó desnatado) não provoca alterações na multiplicação das culturas lácticas presentes no fermento. A estabilidade do gel de coalhada está ligada à absorção de água por meio de pontes de hidrogênio que são formadas entre os aminoácidos e a cadeia proteica. Leites com

baixo teor de sólidos e, conseqüentemente, de proteínas apresentam maior tendência ao dessoramento após a fermentação (FERREIRA, 2008). No caso de bebidas lácteas, em que o teor de sólidos é diminuído, por causa da adição de soro de leite, o uso de aditivos na forma de espessantes e/ou estabilizantes é obrigatório para manter a estabilidade e a viscosidade do gel formado.

Uso de aditivos

Na produção de iogurtes e bebidas lácteas fermentadas, os açúcares ou edulcorantes e estabilizantes podem ser usados. Um dissacarídeo, como a sacarose, ou um monossacarídeo, como a glicose, pode ser adicionado sozinho ou junto com polpa de fruta. Para atender ao público que faz restrição aos açúcares, os edulcorantes podem ser usados. Vale lembrar que o adoçante não tem valor nutritivo, mas tem poder de doçura muito superior em doses muito reduzidas no produto. A ausência de açúcar irá impactar na viscosidade do produto e, conseqüentemente, pode influenciar na separação de fases durante a vida útil (Fig. 1).

Outro fator que deve ser levado em conta durante a elaboração do produto é a polpa de fruta em questão, que geralmente, contém cerca de 50% de açúcar e contribui fortemente para a doçura. O açúcar da polpa,



Figura 1 - Iogurte apresentando defeito de separação de fases

portanto, deve ser compensado nos cálculos de formulação, reduzindo o açúcar adicionado diretamente (TETRA PAK, 2003).

A adição de muito açúcar (mais de 12%) ao leite antes do período de inoculação tem um efeito adverso na fermentação do produto, porque altera a pressão osmótica do leite e diminui a atividade da água (REIS; PINTO; BRANDI, 2011). Para o caso de adição de açúcar ao leite, este deve ser misturado com o leite em pó desnatado e adicionado antes do tratamento térmico, uma vez que o açúcar ajuda na dispersão do leite em pó, e sua solubilidade é maior a altas temperaturas. Além disso, o tratamento térmico possibilita reduzir o número de microrganismos, inclusive aqueles presentes no açúcar, principalmente fungos filamentosos e leveduras, que podem provocar estufamento da embalagem durante a vida de prateleira do produto pronto (TAMIME; ROBINSON, 2007).

Os estabilizantes são colóides hidrofílicos que possuem a capacidade de se ligar à água. Os aditivos estabilizantes mais utilizados em produtos lácteos fermentados são gelatina, gomas e amidos modificados. Tais aditivos aumentam a viscosidade e ajudam a evitar a separação do soro no iogurte e, principalmente, na bebida láctea que contém soro. O tipo de estabilizante e o nível de adição deste devem ser determinados experimentalmente pelo fabricante. O produto pode adquirir uma consistência muito firme ou semelhante a um mingau, se o estabilizante for adicionado em excesso ou não for adequado a esse tipo de produto. Os estabilizantes devem ser usados, obrigatoriamente, em bebidas lácteas fermentadas e em alguns iogurtes de frutas ou com adição de suco de frutas. Dependendo da tecnologia utilizada, do tipo de produto e da forma como a coalhada for tratada, o iogurte não requer adição de estabilizantes. Quanto mais firme, viscoso e fino for o gel formado durante a fermentação, maior a estabilidade do produto durante a vida útil (PAULA; PINTO; CORTEZ, 2015).

A Figura 2 apresenta o aspecto visual de duas coalhadas de leite fermentado

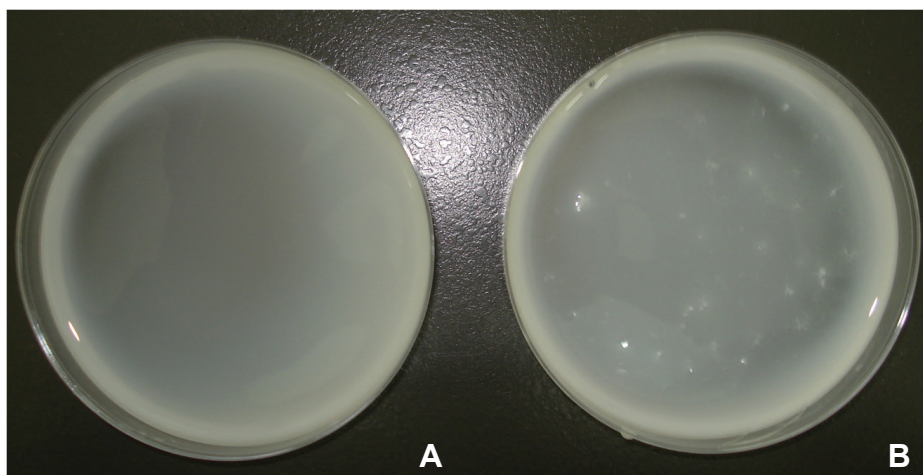


Figura 2 - Géis de leites fermentados fabricados com diferentes tipos de estabilizantes
Nota: A - Gel homogêneo que não separa fase; B - Gel com formação de grumos e posterior separação de fase.

fabricadas com dois tipos diferentes de estabilizantes.

Homogeneização do leite

Os principais objetivos da homogeneização do leite destinado à produção de leites fermentados e bebidas lácteas são evitar a separação de gordura durante o período de incubação e assegurar distribuição uniforme da gordura do leite no produto. A homogeneização também melhora a estabilidade e a consistência dos produtos fermentados. Ao ser combinada com o aquecimento subsequente à alta temperatura (90 °C - 95 °C), durante cerca de 5 minutos, tem grande influência positiva sobre a viscosidade final. O tratamento de homogeneização torna o produto mais viscoso e deve ser realizado numa pressão de 20 - 25 MPa e temperatura de 65 °C - 70 °C para obtenção de boas propriedades físicas no produto. A homogeneização do leite ou da mistura para a fermentação também é recomendada mesmo na fabricação de produtos lácteos fermentados com baixo teor de gordura, por causa dos efeitos nas proteínas e no aumento da ação do estabilizante utilizado (TETRA PAK, 2003).

Tratamento térmico do leite

O tratamento térmico do leite para produção de iogurtes e bebidas lácteas deve-se

situar entre 85 °C e 95 °C. Diferentes combinações de binômios tempo/temperatura podem ser aplicadas com o objetivo básico de eliminar a microbiota competidora com a cultura *starter*, além de reduzir o conteúdo de oxigênio do leite, provocar mudanças químicas, como a expulsão do oxigênio e a liberação de alguns aminoácidos que podem incentivar o crescimento da cultura *starter*. O tratamento térmico também tem o objetivo de desnaturar as proteínas do soro que reduzem a contração do coágulo, diminuindo a sinérese e a separação de fase durante a vida útil (TAMIME; ROBINSON, 2007).

O tratamento de 80 °C por 30 minutos possibilita melhores condições para a estruturação e formação do gel. Este fato pode ocorrer por causa das interações criadas entre a β -lactoglobulina (β -Lg) e a caseína, uma vez que esse tratamento pode desnaturar mais de 90% de β -Lg e somente 60% de α -lactoalbumina. A utilização desse binômio também aumenta as propriedades hidrofílicas da caseína, promovendo maior estabilidade do coágulo (FERREIRA, 2008).

O tratamento térmico antes da incubação visa melhorar as propriedades do leite como substrato para a cultura *starter*, garante que o coágulo formado fique mais firme e reduz o risco de separação do soro no produto final. Bons resultados também

podem ser obtidos pelo tratamento térmico a 90 °C - 95 °C por 5 minutos. Essa combinação de tempo e temperatura desnatura em torno de 70% a 80% das proteínas do soro. Já o tratamento UHT e a esterilização de leite destinado à produção de produtos lácteos fermentados não têm a mesma influência favorável sobre a viscosidade (TETRA PAK, 2003; FERREIRA, 2008).

Fermentação láctica

A fermentação é a principal etapa da fabricação de leites fermentados e bebidas lácteas fermentadas. Na fermentação ocorre o consumo parcial da lactose e a quebra das proteínas do leite pelas bactérias lácticas termofílicas, que se desenvolvem por meio de uma fermentação simbiótica, resultando na produção de compostos ácidos, peptídeos e aromas característicos. A coagulação ocorre pela redução da carga repulsiva na superfície das micelas de caseína e com a diminuição do pH, que resulta em agregação micelar pelas ligações hidrofóbicas formadas (LUCEY, 2004).

Na fermentação ocorre a produção de ácido láctico como produto principal e também a produção de poucas quantidades de outros compostos que influenciam nas características sensoriais do iogurte. O acetaldeído é o principal composto de aroma produzido nos leites fermentados. Para que o produto tenha as características desejáveis e não apresente defeitos sensoriais, a formação de ácido láctico da fermentação tem que ocorrer de forma controlada até a coagulação da caseína no ponto isoelétrico (pH 4,6 - 4,7), conduzindo à formação de um gel homogêneo e estável (TAMIME; ROBINSON, 2007).

Atualmente são encontrados no comércio diversos tipos de fermentos para aplicações variadas, todos com o objetivo de atender aos requisitos específicos de funcionalidade, sabor e viscosidade. Existem fermentos que resultam em produtos com alta viscosidade e baixo teor de acetaldeído ou em pH final elevado, ou seja, estabilizam a fermentação, quando atingem determinado pH. Podem ser encontradas também culturas que promovam baixa vis-

cosidade e conteúdo médio de acetaldeído, mais adequado para a produção de iogurte líquido (TETRA PAK, 2003).

Um dos fatores que podem provocar alguns defeitos em produtos lácteos fermentados é o desbalanceamento da cultura láctea utilizada. A proporção normalmente usada é de uma bactéria do tipo cocos para uma bactéria do tipo bacilo (proporção 1:1). Podem ser também utilizadas as proporções de 2:1; 3:2 e 3:1. O mais importante, nesse caso, é a cultura conter igual ou maior número de *Streptococcus thermophilus*, em relação aos *Lactobacillus bulgaricus*, pois este balanceamento pode ter efeito na formação de sabor e aroma, bem como nas propriedades reológicas do produto. O desenvolvimento simbiótico entre essas bactérias reduz o tempo de fermentação, bem como evita a proliferação de bactérias indesejáveis, pelo efeito inibitório do ácido láctico produzido rapidamente (FERREIRA, 2008).

Não é indicada a fabricação industrial de produtos lácteos fermentados a partir de culturas velhas ou a partir de iogurte pronto obtido no mercado, por causa do efeito simbiótico no início e antibiótico no final do processamento, o que pode gerar desbalanceamento da proporção entre cocos e bacilos. A grande vantagem do uso de culturas liofilizadas é que são produzidas separadamente e mantidas desidratadas e misturadas nas proporções adequadas até o momento da inoculação, sem que haja interação entre tais culturas. Uma desvantagem de manter uma cultura mista é o seu desbalanceamento natural durante o processamento após sucessivas repicagens, o que pode provocar alterações no tempo de fermentação e nas características de sabor, aroma e textura no produto (TAMIME; ROBINSON, 2007).

Atualmente, são encontrados no mercado diversos tipos de fermentos de uso direto, na forma congelada concentrada ou na forma liofilizada, que são cada vez mais utilizadas, pela praticidade e segurança para aplicação em produtos fermentados. A grande vantagem, no entanto, é a possibi-

lidade de inoculação direta no leite, assim, a cultura diminui o risco de contaminação e também é possível a padronização do tempo de fermentação. É muito importante que os fermentos de uso direto tenham a composição adequada para garantir o menor tempo de fermentação possível (entre 4 e 5 horas), o que evita problemas de contaminação durante o processo fermentativo (MARSHALL; TAMIME, 1997).

Para um ótimo desenvolvimento do processo de fermentação, as culturas precisam ser resistentes, devem apresentar poder acidificante, capacidade de desenvolvimento em simbiose e de produzir substâncias responsáveis pelo sabor, aroma e viscosidade do produto fermentado. A fabricação dos produtos, como leites fermentados e bebidas lácteas, baseia-se no processo de coagulação ácida, onde ocorre a redução das cargas repulsivas existentes na superfície das micelas de caseína, com o abaixamento de pH e agregação destas micelas, pelas ligações hidrofóbicas formadas no processo. No entanto, a formação excessiva de ácido láctico e o abaixamento muito acentuado do pH, seja por excesso de atividade do fermento, seja por tempo de fermentação prolongado, podem desestruturar o coágulo, provocando a formação de grumos (LUCEY, 2004).

Etapas de fabricação e tratamentos pós-fermentação

Os métodos de produção de leites fermentados basicamente diferenciam-se pela forma de incubação, resfriamento, quebra da coalhada ou adição de preparado ou polpas de frutas. Na Figura 3, estão esquematizados os principais métodos de produção de iogurte.

O coágulo formado durante a fermentação, tanto em leites fermentados como em bebidas lácteas fermentadas, é sensível ao tratamento mecânico. Com isso, torna-se extremamente importante a seleção e o dimensionamento de tubos, bombas, válvulas, refrigeradores, dentre outros equipamentos, sob o risco de destruição da estrutura do gel formado e separação de fase no produto final (TETRA PAK, 2003).

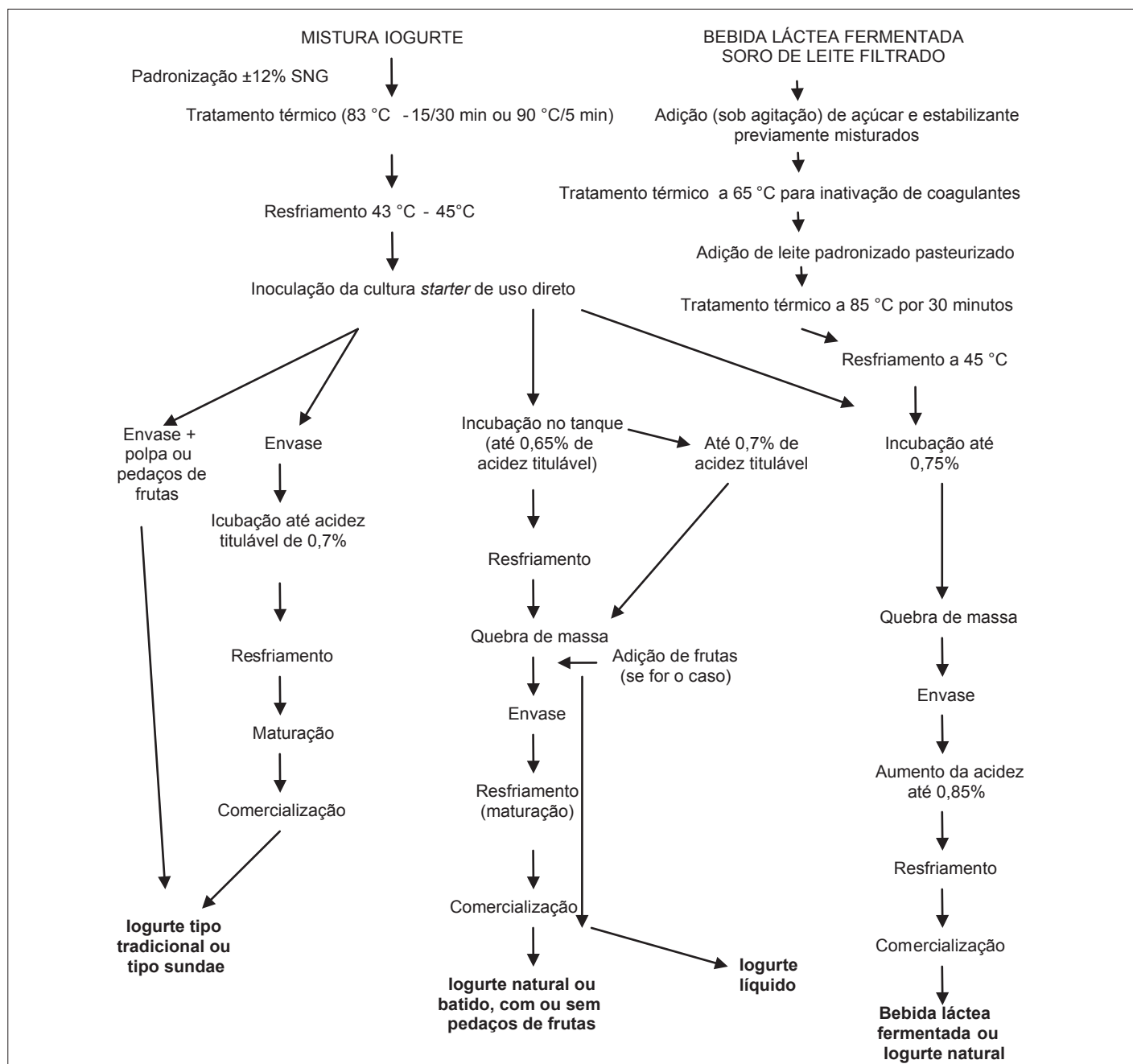


Figura 3 - Formas de processamento de iogurtes e bebida láctea fermentada

Fonte: Adaptado de Tamime e Robinson (2007).

Nota: SNG - Sólidos não gordurosos.

Após a fermentação, quando a acidez (65 °D) e o pH ideal (4,6-4,3) forem atingidos, a coalhada fermentada deve ser resfriada a 15 °C - 25 °C. O resfriamento estabiliza, mesmo que temporariamente, qualquer aumento adicional da acidez. Ao mesmo tempo, o coágulo pode ser submetido a um tratamento mecânico leve (agitação e quebra da coalhada), para que ao final da fabricação, seja atingida a consistência correta. No caso

do resfriamento com água gelada na camisa da fermenteira, é muito importante que a rotação do agitador seja lenta e constante, para que não quebre excessivamente o coágulo e destrua sua estrutura, o que aumenta a tendência para a separação de fase do produto (TETRA PAK, 2003).

É recomendável que a acidez final após o resfriamento seja de, aproximadamente, 70 °D. No entanto, o controle do pH parece

ser mais recomendável do que o controle da acidez final. O resfriamento do iogurte também deve ocorrer o mais rápido possível para evitar o excesso de acidificação que pode gerar diversos problemas no produto pronto, como grumos e separação de fase. A acidez do leite fermentado ou da bebida láctea depende também da quantidade de leite em pó adicionado (se for o caso). A adição de leite em pó, além de

umentar a acidez inicial do leite, também pode aumentar o poder tamponante, o que mudaria a relação acidez/pH, em comparação ao produto sem adição desse ingrediente (MARSHALL; TAMIME, 1997).

A quebra da coalhada em liquidificador industrial ou agitadores tipo hélice não é recomendada, pois a agitação excessiva nesta etapa pode levar a defeitos de viscosidade e consistência, além de separação de fases no produto pronto como já foi discutido. O gel, logo após a coagulação e com temperaturas próximas a 43 °C, apresenta-se bastante fraco. Assim, é mais recomendado realizar a quebra da coalhada em temperaturas de refrigeração (abaixo de 25 °C), visando preservar a sua estrutura. No entanto, na maioria das vezes, em escala industrial isso fica inviável, o que justificaria a necessidade de utilização de agentes estabilizantes como gelatina, pectina e amido (RITTER, 2000).

Adição de sabor e aroma aos produtos lácteos fermentados

Após o resfriamento, para 15 °C a 25 °C, o produto pode ser envasado logo em seguida ou adicionado de frutas ou de preparado de frutas, contendo também corantes e aromas. A adição de polpas constitui um ponto crítico de controle na fabricação de produtos fermentados. Assim, é fundamental a escolha de um preparado de frutas de qualidade garantida, caso contrário, os riscos de ocorrerem problemas de contaminação são muito altos. Os preparados à base de polpas de fruta devem ser elaborados seguindo rigorosos padrões de higiene e utilizando frutas selecionadas (RITTER, 2000)

Os preparados de polpas de frutas podem ser adicionados aos iogurtes de diferentes formas: com pedaços de frutas de vários tamanhos, sem pedaços de frutas, com ou sem sementes, com corantes artificiais ou naturais, com aromas, cereais ou outros ingredientes. As características físico-químicas, como brix, pH e viscosidade, devem ser bem determinadas e variam conforme especificações de cada produto. Estes fatores irão impactar fortemente nas características sensoriais do

produto final. O pH da polpa, dependendo do tipo de fruta utilizado, pode ser muito baixo e alterar a estrutura do gel promovendo a formação de grumos e até a separação de fase, por causa do desequilíbrio iônico do meio (RITTER, 2000).

Muitos fabricantes, para reduzir custo, adicionam aromas e corantes ao invés de preparados de frutas, ou adicionam pouca quantidade do preparado de frutas, o que pode resultar em um produto com sabor e aroma artificiais. Normalmente, os prepara-

dos são adicionados na proporção de 0,5% a 5%, dependendo da intensidade de sabor desejada no produto final. No Quadro 1, são apresentados alguns dos principais problemas em produtos lácteos fermentados, suas possíveis causas e soluções.

CONTROLE DE QUALIDADE NO PROCESSAMENTO

A qualidade do alimento pode ser definida de acordo com vários critérios, incluindo, por exemplo, características

Quadro 1 - Principais defeitos em produtos lácteos fermentados, possíveis causas e soluções

Defeitos	Possíveis causas	Possíveis soluções
Sinérese	Baixo conteúdo de sólidos não gordurosos Tratamento térmico ou homogeneização insuficiente Alta temperatura de fermentação Baixa acidez (pH 4,8)	Ajustar padronização Ajustar as condições do processo Fermentar até pH 4,4
Baixa viscosidade	Baixo conteúdo de sólidos totais Tratamento térmico ou homogeneização insuficiente Temperatura de incubação muito baixa Agitação prolongada ou muito vigorosa Baixa dose de cultura adicionada	Ajustar formulação Ajustar as condições do processo Reduzir temperatura para 42 °C Ajustar equipamento Aumentar dose de fermento Adicionar estabilizante Escolher fermento que promove viscosidade
Bolhas na coalhada	Condições inadequadas de estocagem Contaminação por leveduras Contaminação por coliformes Aeração excessiva da mistura	Conferir a temperatura de estocagem Eliminar a fonte de contaminação Higienização eficiente Controlar agitação
Grumos	Mistura ineficiente do leite em pó Agitação antes do resfriamento Temperatura de incubação muito alta Baixa dose de fermento	Ajustar as condições do processo Resfriamento adequado Reduzir temperatura para 42 °C Aumentar dose de fermento Escolher fermento que promove viscosidade
Defeitos de sabor e aroma	Insípido Sabor e aromas pouco pronunciados Gosto amargo Sabor azedo Sabor maltado ou de leveduras Rancidez	Reduzir dose de fermento Reduzir o tempo de fermentação Analisar contaminação por coliformes Trocar fermento Conferir a temperatura de estocagem Suspeitar de contaminação por leveduras Avaliar a qualidade do leite

Fonte: Adaptado de Tamime e Robinson (2007).

químicas, físicas, microbiológicas e nutricionais ou, simplesmente, em relação ao seu apelo para consumidores potenciais, como produtos probióticos ou com lactose reduzida. Como resultado, esta qualidade deve ser avaliada por uma série de análises laboratoriais necessárias para verificar ou garantir se um produto é seguro para o consumo ou está em conformidade com a legislação vigente ou, ainda, para garantir que o produto tenha condições de uma vida

útil adequada. Além disso, deve atender a um padrão sensorial adequado, conforme exigido pelos consumidores. Nesse contexto, o controle das etapas do processamento como realização das análises físico-químicas, microbiológicas, visuais e sensoriais, bem como a interpretação dos resultados gerados pelo laboratório são primordiais, para evitar problemas no produto e também riscos ao consumidor. Na Figura 4, é apresentado um exemplo de esquema de Análise de Perigos

e Pontos Críticos de Controle (APPCC), para a produção de iogurte natural, e que também pode ser aplicado à bebida láctea fermentada.

LEGISLAÇÃO

Uma vez que o produto está pronto para o consumo, este deve atender à regulamentação específica. No caso de leites fermentados, devem ser seguidos os critérios e as condições estabelecidas pela Instrução Normativa, nº 46, de 23 de outubro de 2007

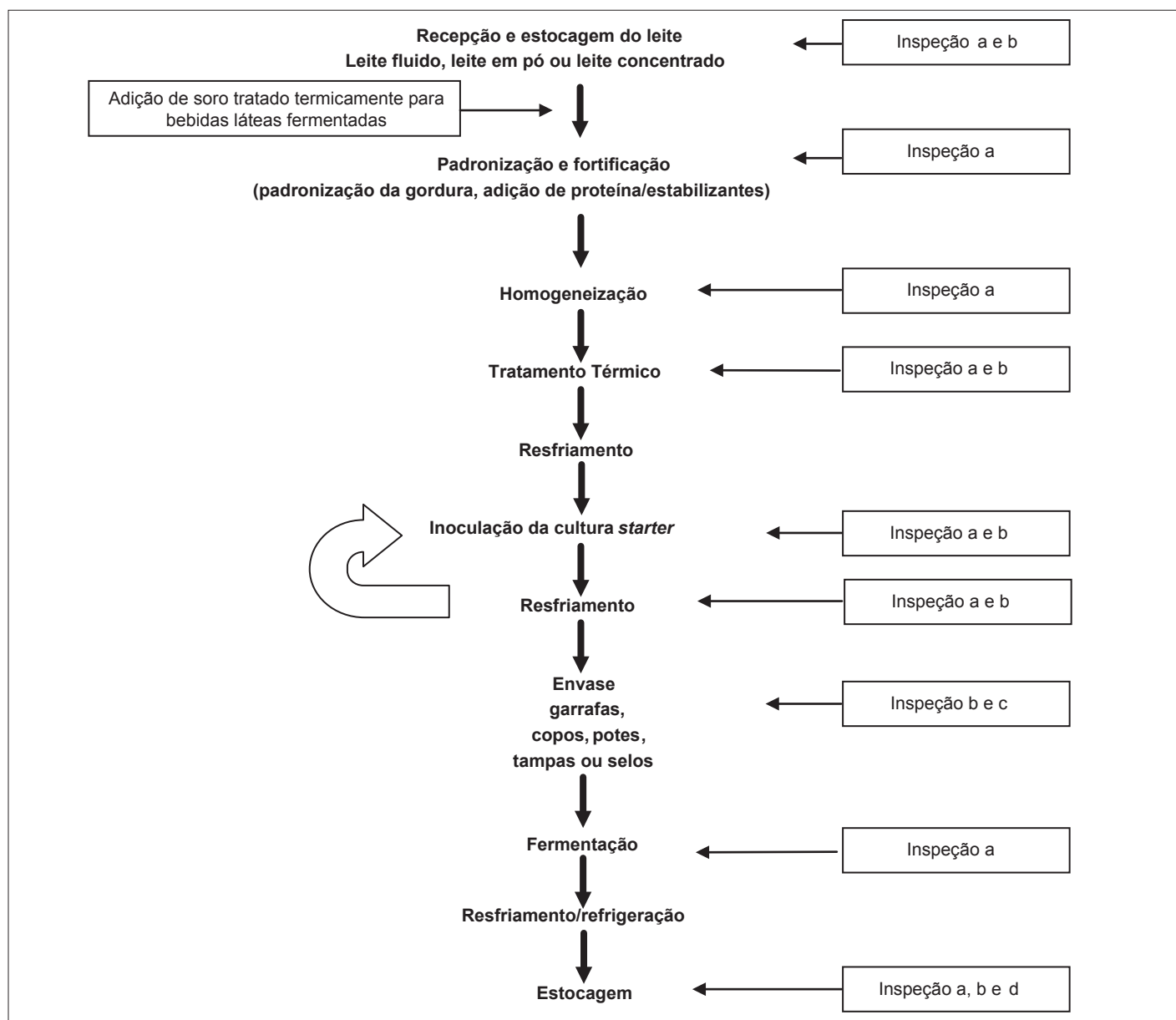


Figura 4 - Esquema APPCC para a produção de iogurte natural e de bebida láctea fermentada

Fonte: Adaptado de Tamime e Robinson (2007).

Nota: a - Inspeção físico-química; b - Inspeção microbiológica; c - Inspeção visual; d - Inspeção sensorial.

APPCC - Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle.

do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelece a identidade e os requisitos de qualidade desses produtos (BRASIL, 2007).

Um aspecto importante exigido é que as bactérias lácteas devem ser ativas, viáveis e estar em concentração mínima de 10^6 ou 10^7 unidades formadoras de colônias (UFC)/g no produto final, durante todo o prazo de validade. Nesse contexto, é de extrema importância que o fermento e a tecnologia utilizados possam garantir o número de células exigidas pela legislação (BRASIL, 2007).

A legislação também determina que a comercialização e a conservação sejam realizadas à temperatura não superior a $10\text{ }^\circ\text{C}$. No entanto, temperaturas inadequadas e críticas em determinados pontos de varejo, ou seja, acima de $14\text{ }^\circ\text{C}$, são bastante comuns, o que pode gerar alterações durante o prazo de validade do produto (BRASIL, 2007).

Para a bebida láctea fermentada, deve-se seguir a Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005 do MAPA, que determina que a quantidade mínima de bactérias lácticas seja 10^6 UFC/g, durante o prazo de validade do produto. Um cuidado especial a ser observado para bebidas lácteas é o teor de proteína, que deve estar presente em quantidade mínima de 1% (m/m), para bebida láctea e bebida láctea fermentada, ambas com adições, para garantir a identidade do produto. Assim, na formulação deste produto, a quantidade da mistura de soro e de leite deve ser muito bem calculada, para que o produto se enquadre na legislação (BRASIL, 2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para evitar problemas na fabricação e na qualidade de leites fermentados e bebidas lácteas fermentadas, a produção deve ser controlada em todas as suas etapas. Em suma, os requisitos primordiais a ser controlados para a fabricação de produtos de alta qualidade podem ser listados da seguinte forma: utilização de leite de boa qualidade; tratamento térmico adequado; cultura láctea em quantidade adequada, ativa, bem equilibrada e sem contaminantes; limpeza e sanitização adequadas da planta e dos equipamentos; tempo e temperatura de incubação controlados; evitar estresse mecânico do produto pronto; utilizar ingredientes de alta qualidade e armazenar corretamente os produtos em temperatura de até $5\text{ }^\circ\text{C}$.

AGRADECIMENTO

À Fapemig pelas bolsas concedidas e pelo apoio financeiro em diversos projetos que envolvem este tema.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 ago. 2005. 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 Qua-

lidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 out. 2007. Seção 1, p. 4.

FERREIRA, C.L.L.F. **Produtos lácteos fermentados: aspectos bioquímicos e tecnológicos**. Viçosa, MG: UFV, 2008. 112p. (UFV. Ciências Exatas e Tecnológicas. Caderno Didático, 43).

FOX, P.F.; MCSWEENEY, P.L.H. **Dairy chemistry and biochemistry**. London: Blackie Academic & Professional, 1998. 478p.

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; PINTO, M.S.; CORTEZ, M.A.S. Produtos lácteos fermentados: iogurte e bebida láctea. **Informe Agropecuário**. Pesquisa e tecnologia em leite e derivados: 80 anos do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Belo Horizonte, v.36, n.284, p.71-80, 2015.

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.

RITTER. **Manual para fabricação de leites fermentados: iogurtes e bebidas lácteas**. Cachoeirinha, 2000.

TAMIME, A.Y.; ROBINSON, R.K. **Yoghurt: science and technology**. 3rd ed. Cambridge: Woodhead, 2007. 808p.

TETRA PAK. **Dairy processing handbook**. Lund: 2003. 442p.

Café Arábica do plantio à colheita

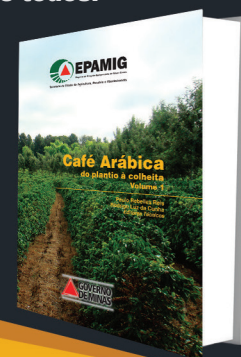
O livro - Café Arábica do plantio à colheita constitui um marco na pesquisa agropecuária mineira ao abordar todas as fases da produção de café, da semente à colheita, incluindo a história do café no Brasil. O livro traz temas importantes no manejo da cultura, visando o cultivo racional por meio de tecnologias disponíveis que possibilitam uma produtividade com qualidade e sustentabilidade.

Esta é uma publicação que não pode faltar aos cafeicultores, pesquisadores, consultores, técnicos, professores e estudantes de Ciências Agrárias.

www.informeagropecuario.com.br
publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002



Pesquisa e tecnologia ao alcance de todos!



Problemas na fabricação de produtos concentrados e desidratados

Rodrigo Stephani¹, Luiz Fernando Cappa de Oliveira², Ítalo Tuler Perrone³, Antônio Fernandes de Carvalho⁴,
Guilherme Miranda Tavares⁵, Pierre Schuck⁶

Resumo - Atualmente o mercado de produtos lácteos no Brasil está em constante ascensão e ocupa um importante espaço na economia. As indústrias de laticínios, em consonância com institutos de pesquisas químicas, vêm investindo na aplicação de técnicas para a identificação de problemas e falhas de processos encontrados nos alimentos. São citados exemplos de como aplicar análises de caracterização de materiais na identificação de falhas na produção de concentrados e desidratados lácteos, considerando que este tipo de caracterização descreve os aspectos de composição e estrutura dos materiais, dentro de um contexto de relevância para um processo, produto ou propriedade em particular.

Palavras-chave: Laticínios. Produtos lácteos. Microscopia eletrônica de varredura. Microestrutura. Difração laser. Análise de tamanho das partículas.

Problems in the manufacture of concentrated and dried products

Abstract - Currently, the dairy market in Brazil is in constant growth, occupying an important place in the economy. Thus, the dairy industries among with chemical research institutes have been investing in the application of techniques to identify problems and process failures commonly found in food. Some examples of how to apply material characterization analyzes in the identification of defects in the production of concentrated and dried dairy products are cited, considering that this type of characterization describes the composition and structure aspects of the materials, within a context of relevance to a particular process, product or property.

Keywords: Dairy. Dairy products. Scanning electron microscopy. Microstructure. Laser diffraction. Particle size analysis.

INTRODUÇÃO

Todo alimento é uma matriz quimicamente complexa. Medidas eficientes e eficazes de correção ou prevenção de falhas em determinados alimentos são desafiadoras para os profissionais da área, principalmente quando há a presença de leite e derivados. Por ser um produto cuja origem é uma síntese biológica, o leite possui vasta composição de estruturas

moleculares que, associadas às inúmeras opções de operações unitárias possíveis durante o seu beneficiamento ou transformação, proporciona um amplo espectro de ambientes químicos únicos a ser estudados e controlados.

Fazendo uso do termo *Árvore Genealógica*, comumente utilizado para se referenciar ao estudo da ascendência e das relações familiares, a imagem dessa *Árvore*

é uma forma inteligente, prática e visual para mostrar a diversidade química do leite, tanto sob o ponto de vista dos componentes, quanto da produção dos inúmeros derivados. No Brasil, o registro mais antigo sobre a *Árvore Genealógica do Leite* está na Biblioteca Otto Frensel, do renomado Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT) da EPAMIG, em Juiz de Fora, MG. Não existe registro que data a pintura da

¹Licenciado Química, D.Sc., Prof. UFJF - Depto. Química, Juiz de Fora, MG, rodrigo.stephani@ufjf.edu.br

²Bacharel Química, D.Sc., Prof. Tit. UFJF - Depto. Química/Bolsista CNPq, Juiz de Fora, MG, luiz.oliveira@ufjf.edu.br

³Bacharel Química, D.Sc., Prof. UFV - Depto. Tecnologia de Alimentos/Bolsista CNPq, Viçosa, MG, italo.perrone@ufv.br

⁴Farmacêutico-bioquímico, Ph.D., Prof. UFV - Depto. Tecnologia de Alimentos/Bolsista CNPq, Viçosa, MG, antoniofernandes@ufv.br

⁵Eng. Alimentos, Ph.D., Prof. UNICAMP - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP, tavaresg@unicamp.br

⁶Eng. Alimentos, Ph.D., Pesquisador INRA - UMR STLO, INRA, Agrocampus-Ouest, França, pierre.schuck@inra.fr

estrutura que foi transmitida pela natureza ou pelo processamento. Atualmente existem inúmeras ferramentas de caracterização disponíveis para sondar a estrutura dos alimentos, visando, racionalmente, projetar melhoras na qualidade dos produtos.

Um processo de produção, devidamente organizado e ordenado dentro dos princípios estabelecidos pelos órgãos normativos e regulamentadores, permite não só uma adequada gestão da fabricação em toda a sua cadeia de produção, mas também identificar falhas operacionais, que possam ocorrer durante o processo produtivo. Isto facilita e otimiza os custos de correção, reduzindo ou eliminando prejuízos, que possam prejudicar e contribuir para inviabilização do negócio. A aplicação das diferentes opções de ferramentas de gestão da qualidade passa, obrigatoriamente, pelo conhecimento dos processos e procedimentos, pois o conhecimento puro da ferramenta não garante a aplicação e os resultados esperados pela

gestão adequada. A identificação das falhas, dos problemas e dos erros inicia-se pela organização das informações em busca da priorização das soluções, passando obrigatoriamente pelo conhecimento técnico, operacional e, principalmente, pela caracterização dos materiais.

Conhecer a influência do tipo de tecnologia embarcada em cada produto é de fundamental importância para entender possíveis problemas e falhas. Observa-se na Figura 2, que, sob a ótica da indústria, existem dois momentos distintos de relação desta com seus produtos. O primeiro é o tempo médio de fabricação, no qual o produto está sob o total domínio da tecnologia, sendo submetido a inúmeros processos de transformações consecutivas, e, o segundo, vida de prateleira, na qual o produto está pronto para consumo, e o objetivo neste momento é diminuir ou cessar as possíveis modificações em detrimento de um melhor controle de suas características sensoriais e aptidão sanitária.

Problemas e falhas de produção ocorrem rotineiramente nas indústrias, nos dois momentos. No entanto, a forma de atuação na identificação e na indicação de soluções para as falhas é totalmente distinta em cada momento, levando em consideração não só os aspectos legais, mas também comerciais do empreendimento. Para exemplificar, considere a produção de leite em pó e de queijo Parmesão, conforme apresentado na Figura 2. Ambos os produtos possuem um tempo total médio de 730 dias de produção e de vida de prateleira. No entanto, na tecnologia aplicada para a produção do leite em pó, a indústria possui apenas dois dias em média de controle operacional sobre este leite, antes de ser liberado e encaminhado para a vida de prateleira. Já em uma produção de queijo Parmesão, o contato da indústria com o produto pode chegar em média a 365 dias, antes de liberar este queijo para a vida de prateleira ou para a comercialização, o que exige

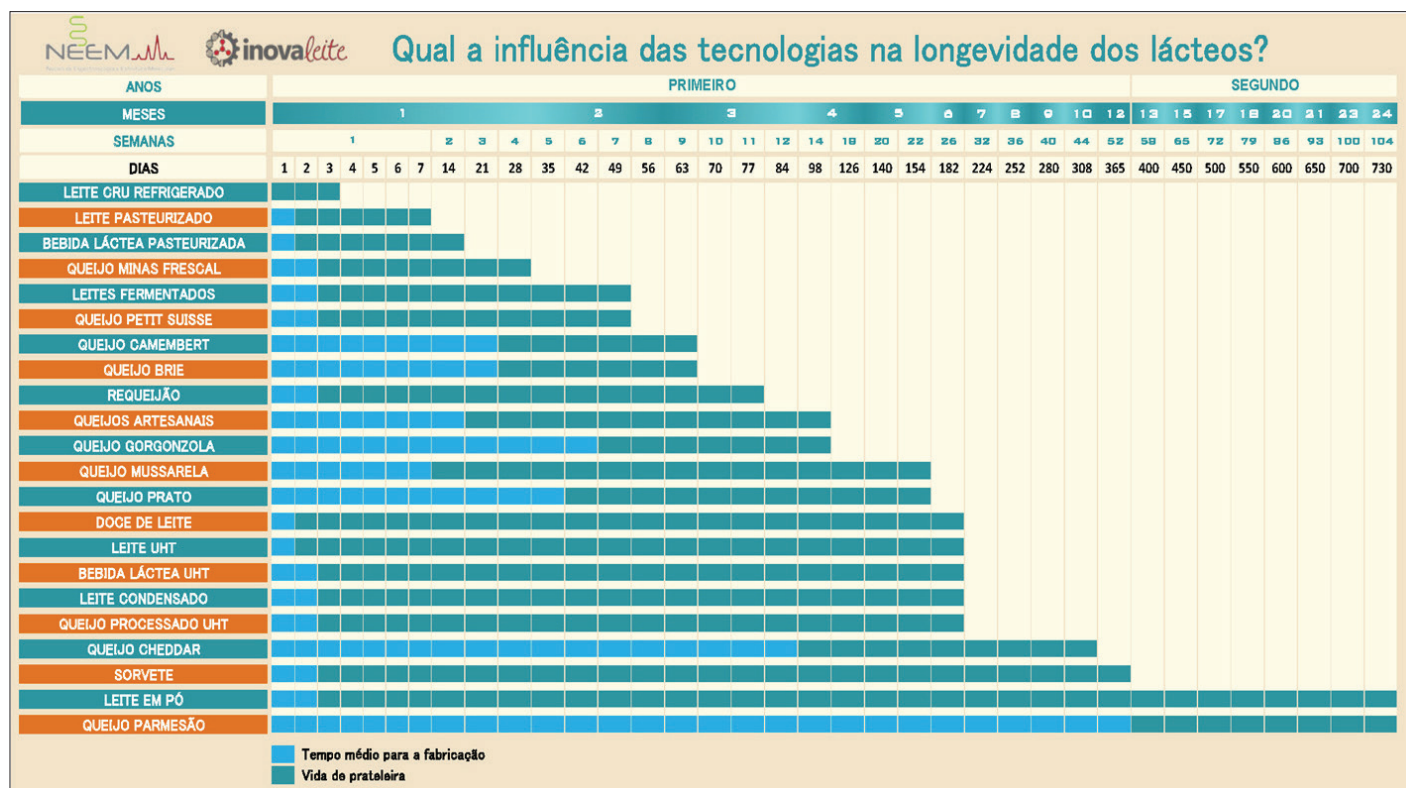


Figura 2 - Influências tecnológicas de processamentos nos tempos médios de fabricação e vida de prateleira de alguns derivados lácteos

Nota: NEEM - Laboratório Microestrutural e Microanálise do Núcleo de Espectroscopia e Estrutura Molecular da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF); InovaLeite - Laboratório de Leite e Derivados da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

duas estratégias distintas para solucionar possíveis falhas ou problemas de produção.

Com um mercado tão robusto quanto o de laticínios, várias iniciativas inovadoras para o segmento são fomentadas nas universidades, laticínios e institutos de pesquisa. Unidos em um esforço conjunto para melhorar a qualidade dos produtos e reduzir os custos de fabricação, tais iniciativas são responsáveis por um leque de oportunidades relacionadas tanto com o processo produtivo quanto com o desenvolvimento ou aplicação de novas e emergentes técnicas analíticas, visando não só atender aos requisitos normativos dos produtos, junto aos órgãos de fiscalização, mas também fornecer evidências e dados que permitam a identificação de determinadas características dos alimentos (STEPHANI et al., 2017b).

Uma característica de interesse para a solução de problemas e falhas, atualmente em evidência, está na identificação e caracterização das micro e nanoestruturas do leite e derivados. Na Figura 3A estão apresentados de forma resumida, os principais com-

ponentes do leite organizados pelo tamanho médio dos seus raios hidrodinâmicos, enquanto na Figura 3B são apresentadas as principais estruturas do leite e também dos ingredientes e partículas mais comumente empregados e encontrados na tecnologia de processamento dos derivados lácteos.

Destaca-se que a academia e a indústria de laticínios no Brasil precisam aprimorar suas interações, não só com foco na inovação de produtos, mas também na inovação de caracterização dos materiais. Técnicas sofisticadas de investigação das estruturas macroscópicas, microscópicas e moleculares estão cada vez mais acessíveis nos laboratórios de pesquisa acadêmicos brasileiros. A aplicação dessas ferramentas na busca por soluções dos problemas reais vividos pela indústria precisa ser uma atuação constante dos pesquisadores, permitindo não só o desenvolvimento do conhecimento científico como também o tecnológico (STEPHANI et al., 2017b).

Neste cenário, ainda é possível combinações de diferentes técnicas extremamente versáteis para a indústria de alimentos,

as quais demonstram que a complementaridade é o caminho para potencializar o entendimento de defeitos em alimentos, quando suas causas estão relacionadas com os processos físico-químicos dinâmicos presentes nos derivados do leite. Pode-se destacar o uso combinado de técnicas de investigações espectroscópicas e microestruturais que conjugam as informações obtidas por espectroscopia Raman acoplada à microscopia ótica e microscopia eletrônica de varredura (MEV), acopladas à espectroscopia por dispersão de energia (EDS), potencializadas, quando associadas ainda aos dados da análise de tamanho de partículas por difração laser, por exemplo (STEPHANI et al., 2017b).

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE PONTOS BRANCOS EM DOCE DE LEITE

Um dos defeitos ainda sem estudo na literatura é a presença de pequenos pontos na cor branca, distribuídos de forma homogênea em toda a massa do produto, remetendo à aparência típica da marcação

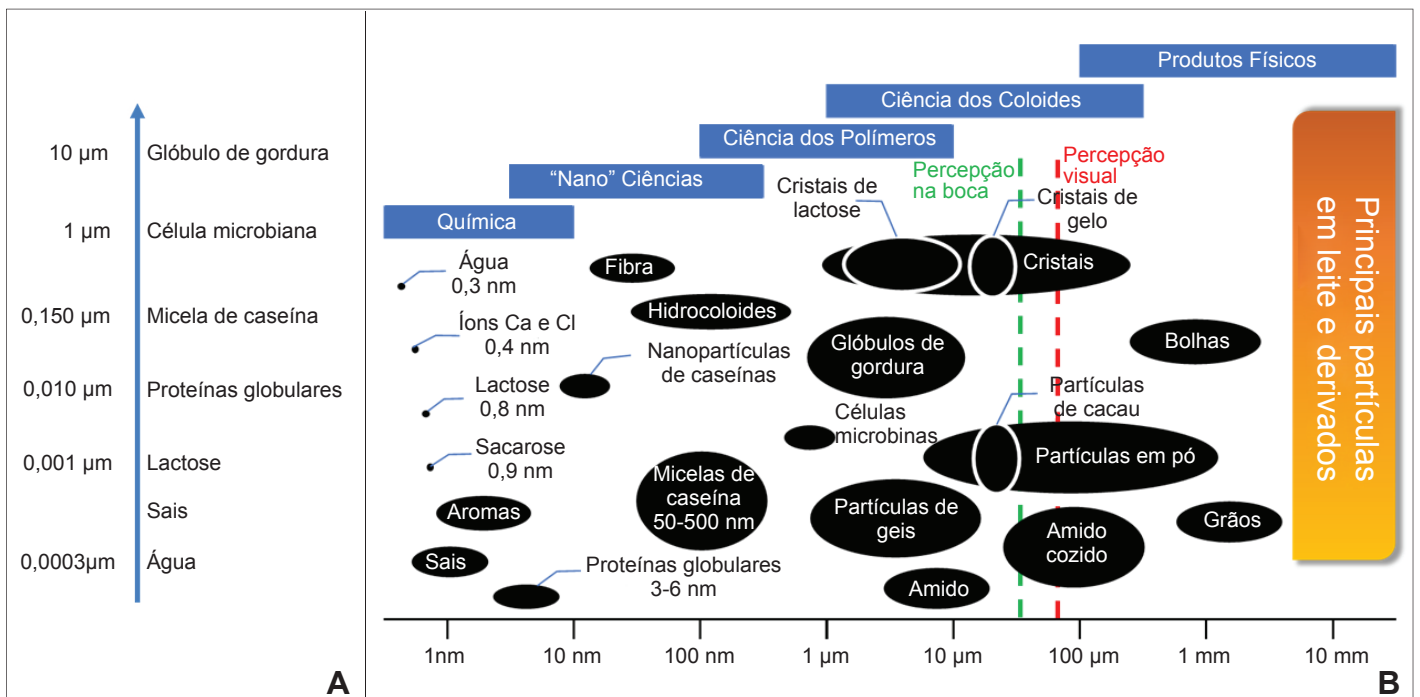


Figura 3 - Caracterização das micro e nanoestruturas do leite e derivados

Nota: A - Diâmetros hidrodinâmicos médios das principais estruturas presentes no leite em micrômetros; B - Principais partículas encontradas nos derivados lácteos.

Fonte: Adaptado de Aguilera (2005).

das peças de um dominó (Pips – termo da língua inglesa que expressa esses pontos). Similar ao comportamento de formação dos cristais de lactose em doce de leite, os pontos brancos são formados durante o período de estocagem e comercialização do produto. No entanto, pouco se conhece em termos da composição destes pontos brancos e quais os fatores relacionados com sua formação.

A morfologia dos Pips pode ser investigada por meio de imagens de microscopia (Fig. 4). Como pode ser observado, os Pips apresentam uma morfologia de agregados esféricos, onde sua superfície é composta por um material com formato de agulhas. Com imagens de alta resolução, usando microscopia eletrônica de varredura (Fig. 4E a 4J), pode-se observar, novamente, a formação de agregados esféricos com uma superfície composta de uma estrutura em forma de lamelas (morfologia lamelar), fornecendo uma grande evidência da presença de compostos lamelares na constituição química dos Pips. Além disso, verifica-se também que a estrutura densa esférica formada serve como ponto de nucleação para o crescimento dessa estrutura, com morfologia lamelar na superfície dos Pips (Fig. 4D a 4J). O mapeamento da superfície dos pontos brancos (Fig. 5) mostra a presença de grande quantidade de átomos de cálcio e fósforo como constituintes principais da estrutura química dos Pips. A presença de átomos de fósforo e cálcio é uma grande evidência de que fosfatos lamelares de cálcio podem ser formados, os quais apresentam uma estrutura cristalina lamelar, com morfologia em forma de agulhas, que corroboram com os dados morfológicos obtidos nas imagens da Figura 4.

IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS EM LEITE EM PÓ

Outra aplicação extremamente útil das técnicas, refere-se à caracterização de produtos desidratados. Na superfície das partículas de leite em pó integral encontram-se pequenos glóbulos de gordura que não estão protegidos pela membrana lipoproteica, chamada gordura livre. Isto pode causar

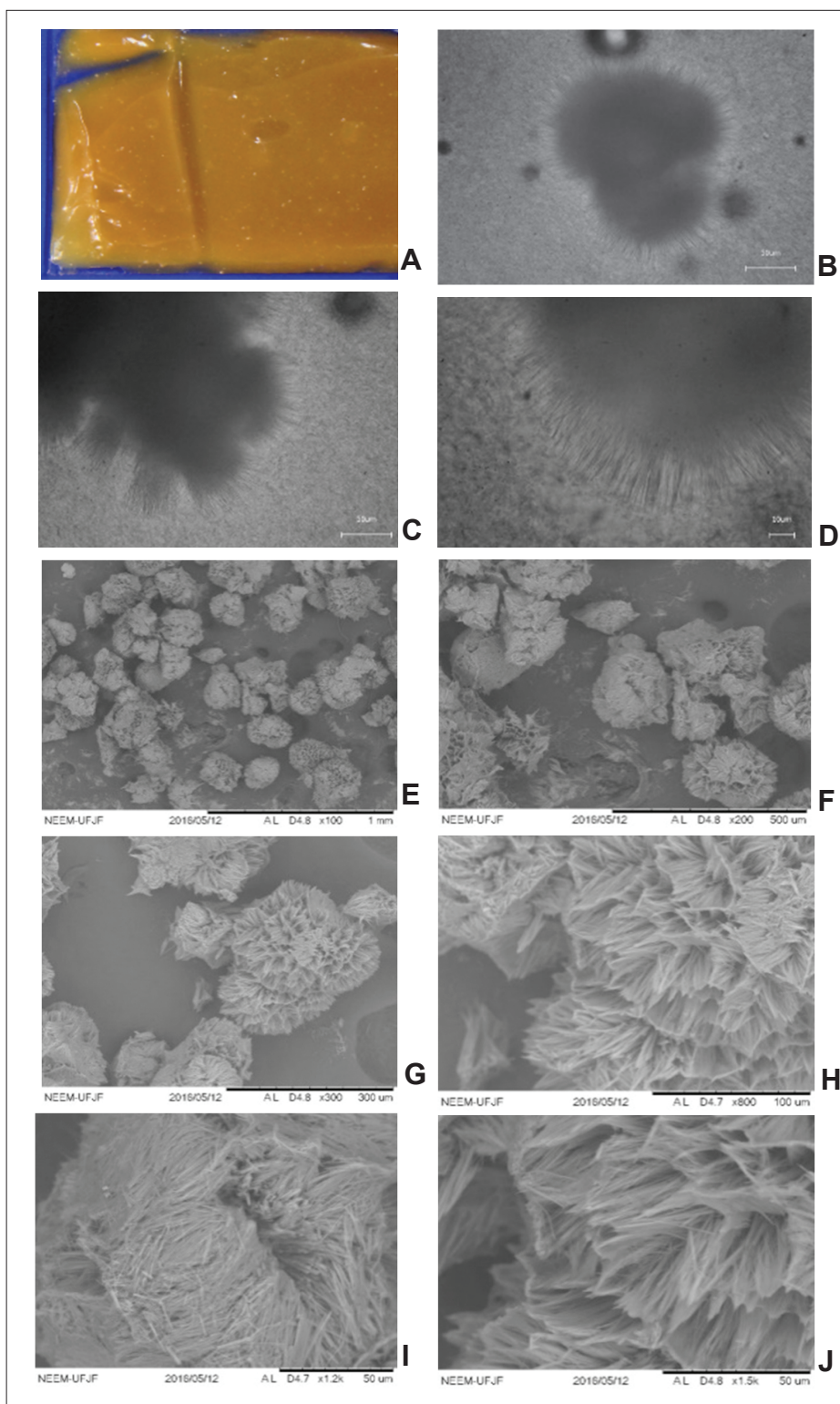


Figura 4 - Microscopia de pontos brancos em doce de leite

Nota: A - Fotografia de uma amostra de doce de leite apresentando a formação dos pontos brancos; B e C - Microscopia ótica de um ponto branco com aumento de 250X; D - Microscopia ótica de um ponto branco em aumento de 400X; E a J - Microscopias eletrônicas de varredura dos pontos brancos extraídos de amostras de doce de leite. Magnificação: E= 100X; F= 200X; G= 300X; H= 800X; I= 1200X; J= 1500X.

NEEM - Laboratório Microestrutural e Microanálise do Núcleo de Espectroscopia e Estrutura Molecular da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

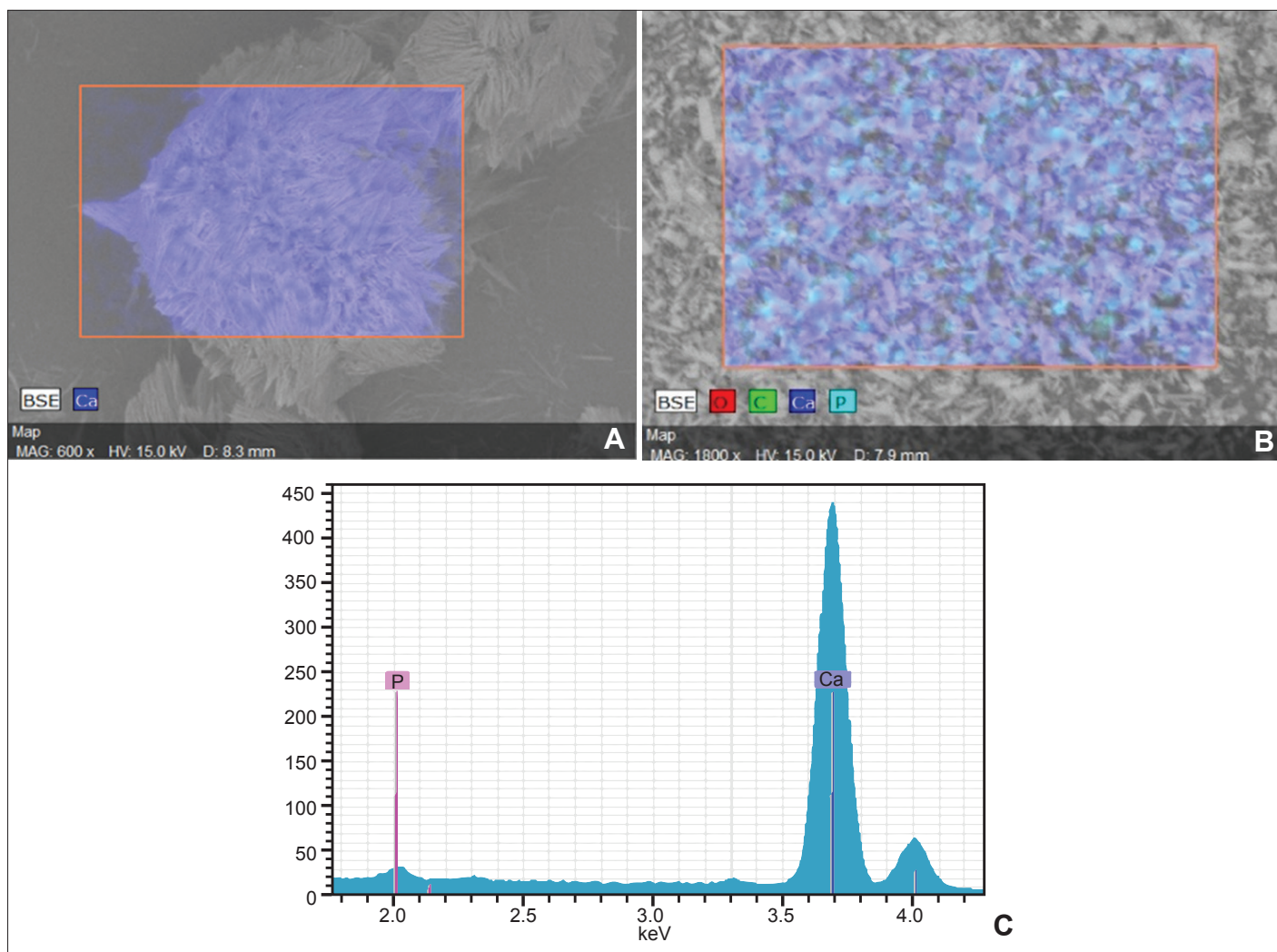


Figura 5 - Imagens do mapeamento de distribuição elemental por espectroscopia de energia dispersiva de raios X dos pontos brancos extraídos do doce de leite

Nota: Magnificação: A = 600X; B = 1800X; C = Espectro de fluorescência de raios X dos pontos brancos extraídos do doce de leite.

problemas, como, por exemplo, rancificação do produto, quando armazenado por muito tempo, aglomeração das partículas e dificuldade de reconstituição (STEPHANI et al., 2017b).

O conteúdo de gordura livre presente no leite em pó integral de boa qualidade é menor que 1%, porém, esse valor é muito alto, considerando que, por experiências desenvolvidas em laboratório, constata-se que o pó com 0,1% é suficiente para tornar as partículas repelentes à água. Por essa razão, para solucionar o problema, aplica-se um rígido controle da eficiência de homogeneização do leite fluido e usa-se um agente tensoativo como a lecitina na superfície da gordura livre (STEPHANI et al., 2017b).

A quantidade de lecitina a ser aplicada no pó varia de 0,1% a 0,3%, dependendo da análise da quantidade de gordura livre feita em laboratório. No entanto, é importante observar que na presença da gordura livre, a aplicação da lecitina, melhora a molhabilidade, mas afeta a fluidez e a dispersibilidade. Outro fato importante na aplicação desse agente é o grau de aglomeração do pó, uma vez que o produto pouco aglomerado consome maior quantidade de lecitina do que o produto mais aglomerado (STEPHANI et al., 2017b).

Conforme demonstrado na Figura 6, a ineficiência do processo de homogeneização do leite concentrado, que visa à produção de leite em pó integral, apresentou

influência direta na quantidade de gordura livre, que tende a envolver células de ar nas partículas do leite em pó ou formar “erupções” na superfície destas, promovendo oxidação e até aglomeração do pó (STEPHANI et al., 2017b).

Durante o processo de fabricação de leite em pó, o produto é submetido a tratamento, tanto térmico como mecânico. No período de transformação do estado líquido para o de pó, sofre diversas mudanças com relação à concentração, aparência, consistência, estado físico, etc., e a qualidade final depende do bom desempenho do equipamento em perfeitas condições, bem como de sua correta operação.

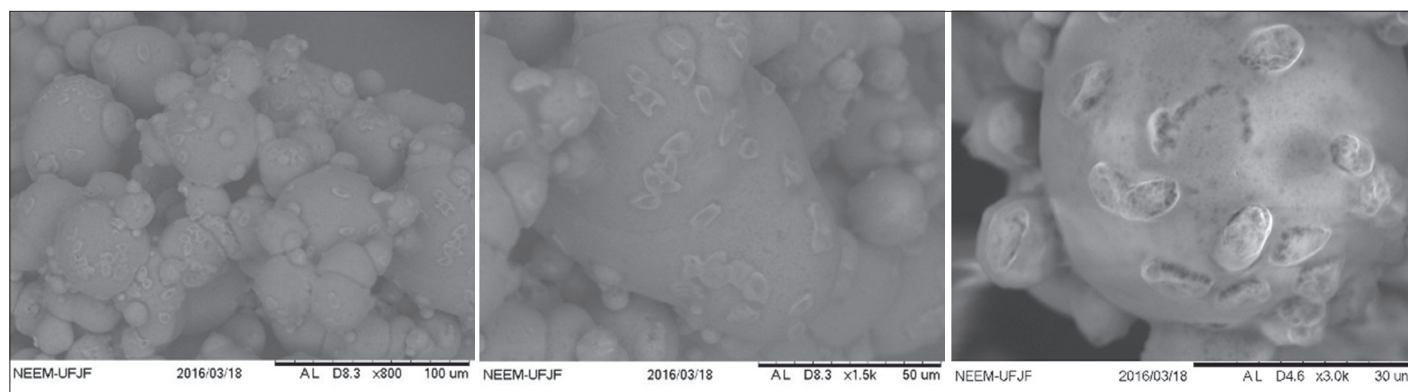


Figura 6 - Dados morfológicos da superfície de partículas de leite em pó integral, com presença de migração de gordura livre, ocasionada por ineficiência do processo de homogeneização do leite concentrado, gerando aglomeração no produto

Fonte: Stephani et al. (2017b).

Nota: NEEM - Laboratório Microestrutural e Microanálise do Núcleo de Espectroscopia e Estrutura Molecular da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

O ar ocluso nas partículas atomizadas afeta diretamente na qualidade final do leite em pó, como, por exemplo, baixa densidade volumétrica e formação de finos. A incorporação de ar no concentrado ocorre em vários pontos, e quanto maior a habilidade espumante, maior a capacidade de incorporar ar atmosférico.

Durante a secagem, existe um aumento da concentração de sólidos, da viscosidade e da tensão superficial das partículas, formando uma camada na parte externa que dificulta a difusão. Isto se torna mais pronunciado, à medida que se desenvolve a secagem e quando a umidade das partículas atinge ao redor de 10% a 20%, que é o chamado “ponto crítico de umidade”, a temperatura das partículas aumenta gradualmente conforme

a secagem. Porém, se a temperatura do ar que envolve as partículas for suficientemente alta, poderá ocorrer superaquecimento, desnaturando a proteína, que influencia na inadequada solubilização do leite em pó e no endurecimento da lactose amorfa que impede a difusão de vapor. Dessa forma, permanecendo vapor e ar em seu interior, as partículas expandem-se, fazendo pressão na camada externa, inchando como uma esfera oca com espessura da camada próxima de 1 micrômetro. Ocorre, em alguns casos, explosões, conforme apresentado na Figura 7.

No entanto, essas partículas redondas ou explodidas não resistem ao impacto e ao atrito mecânico nos dutos e no ciclone, desintegrando-se em finos de alguns micrômetros que, dificilmente, serão recolhidos

no ciclone, sendo assim carregados pelo ar na forma de contaminação, gerando risco de acidente ambiental, por causa de uma falha do processo.

Uma alternativa, para evitar as falhas relacionadas com os problemas de explosões das partículas, é o correto controle do processo de secagem no tocante ao balanço de massa e de energia, associada às ferramentas analíticas para caracterização dos produtos desidratados (PERRONE et al., 2016). Atualmente esse tipo de controle é determinante para o aumento da competitividade nas indústrias. Um exemplo de controle mássico e energético para o processo de secagem é apresentado na Figura 8, e configura o aplicativo DryCalc[®], recentemente lançado no Brasil e disponível para uso.

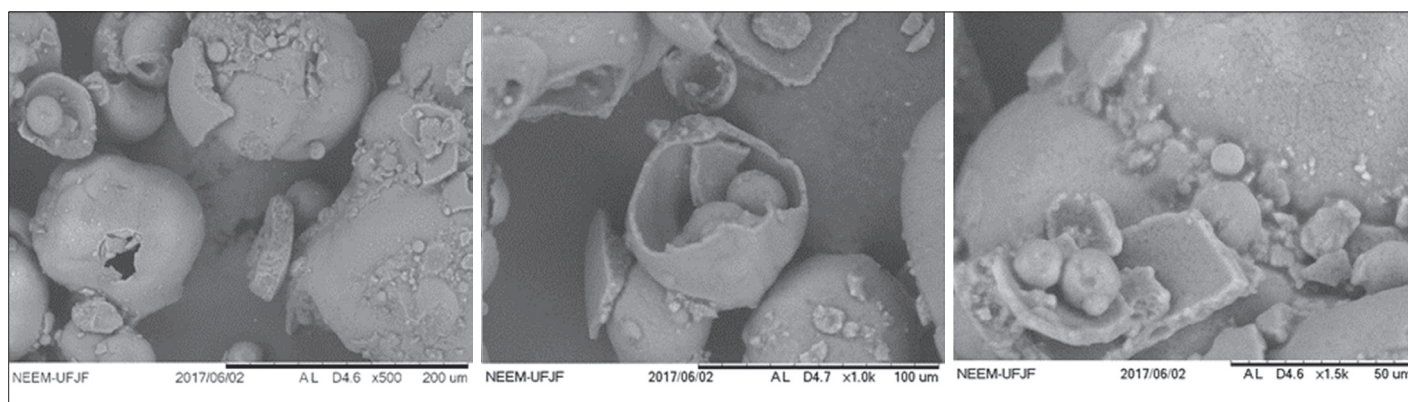


Figura 7 - Dados morfológicos de leite em pó integral, com presença de partículas com características de explosões

Nota: NEEM - Laboratório Microestrutural e Microanálise do Núcleo de Espectroscopia e Estrutura Molecular da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

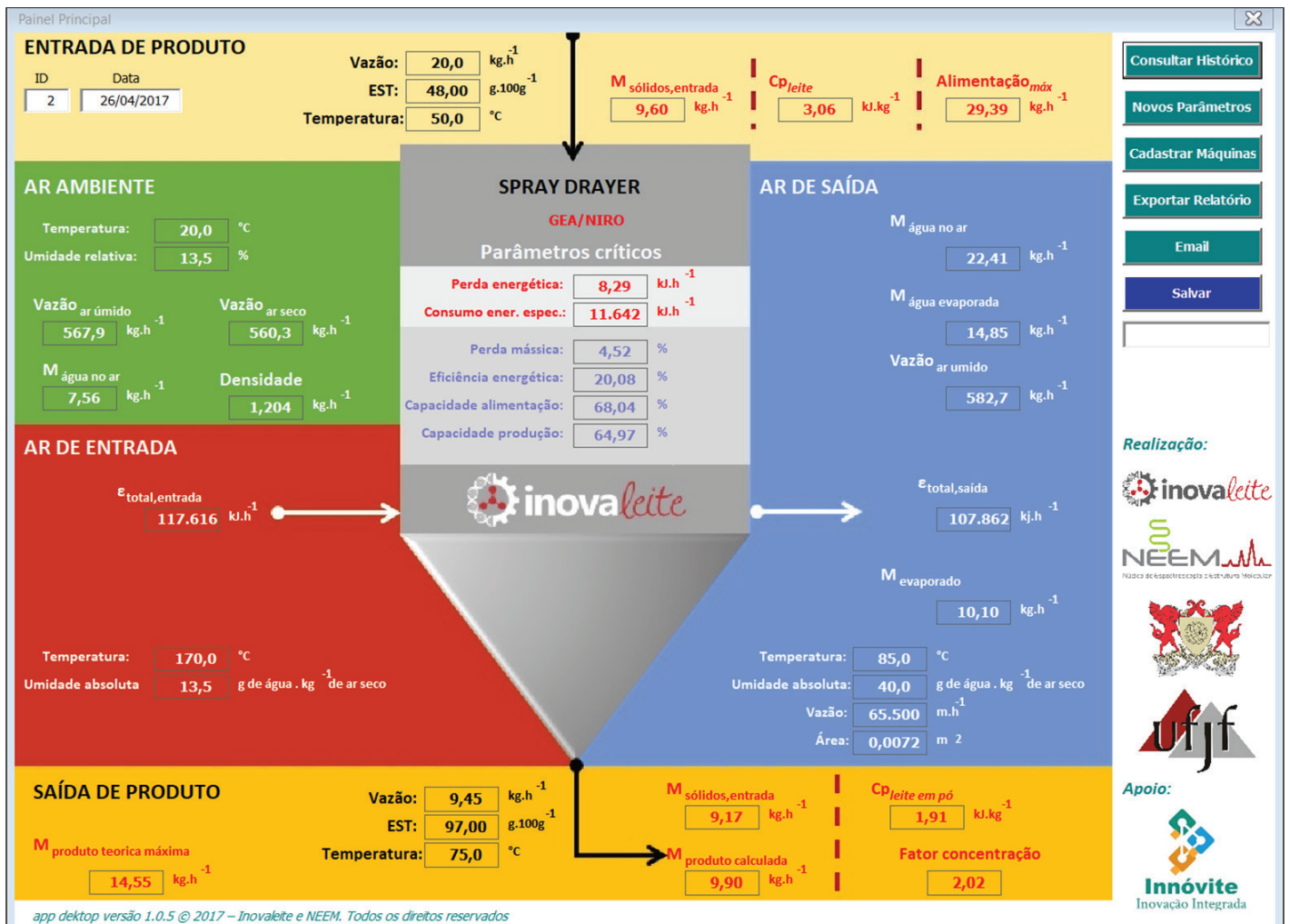


Figura 8 - Imagem da tela principal do aplicativo DryCalc®, apresentando uma simulação do processo de secagem de leite em pó
 Nota: InovaLeite - Laboratório de Leite e Derivados da Universidade Federal de Viçosa (UFV); NEEM - Laboratório Microestrutural e Microanálise do Núcleo de Espectroscopia e Estrutura Molecular da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS NA ESTOCAGEM DE CONCENTRADO PROTEICO DE SORO

Outra situação prática de aplicação da espectroscopia é, quando existe interesse em identificar as características de moléculas específicas, como por exemplo a lactose, dentro de um ambiente químico que pode ser modificado com o tempo de armazenamento. Por exemplo, o soro em pó e concentrado proteico de soro – whey protein concentrate (WPC) (STEPHANI et al., 2017b).

Produtos à base de soro requerem específicas técnicas de embalagem, especialmente nos casos em que a cristalização da lactose não tenha sido incluída no proces-

so. A secagem em spray de um produto sem pré-cristalização resulta em um pó de alta higroscopicidade, o que causa empedramento, se não for protegido da umidade. Os WPCs oferecidos no mercado, tais como produtos para praticantes de atividade física, são frequentemente comercializados em embalagens com barreira de umidade e luz, alguns usam gases inertes para obtenção de atmosfera modificada (STEPHANI et al., 2017b).

O prazo de validade dos produtos lácteos desidratados é geralmente estabelecido para garantir a segurança microbiológica e para manter aceitáveis as características sensoriais. Apesar de ser microbiologicamente estável, mudanças físicas e químicas, como a cristalização da

lactose, aglutinação de partículas, oxidação de gordura, reação de Maillard e reações enzimáticas podem ocorrer durante o armazenamento, modificando as propriedades físico-químicas e funcionais do produto (STEPHANI et al., 2017b).

A mudança da estrutura da lactose é a principal modificação física dos lácteos desidratados e precursora de outras mudanças durante o período de armazenamento do produto. A lactose é o componente do extrato seco total mais abundante do soro. Após a remoção da água, a lactose encontra-se no estado vítreo, que, dependendo das condições, composição do produto e das vizinhanças que o cercam é altamente higroscópico, absorvendo facilmente a água do ambiente. O aumento da umidade

relativa (UR), da temperatura e escalas de tempo relevantes são fatores predominantes envolvidos na cristalização da lactose, o que afeta diretamente as propriedades funcionais dos produtos secos que contêm esse dissacarídeo. A cristalização ocorre acima da temperatura de transição vítrea – glass transition temperature (T_g), definida como a temperatura em que ocorre a transição de um estado sólido vítreo para um estado semilíquido (gomoso). Abaixo da T_g, um material amorfo apresenta alta viscosidade e limitada mobilidade molecular; na T_g e acima dela, a viscosidade diminui drasticamente e o resultado é um aumento significativo na mobilidade molecular dos componentes do sistema, levando a uma série de transformações estruturais, como aderência, colapso e cristalização durante o período de processamento e armazenamento do material (STEPHANI et al., 2017b).

Nas últimas décadas, os métodos espectroscópicos, juntamente com as ferramentas quimiométricas, têm sido aplicados para avaliar a qualidade de produtos lácteos como uma alternativa para os procedimentos tradicionais (OLIVEIRA et al., 2016; RODRIGUES JÚNIOR et al., 2016). No Gráfico 1A é mostrado o espectro Raman do WPC produzido em condições ideais, no Gráfico 1B, o WPC produzido em condições ideais e armazenado durante seis semanas em condição ambiente, e no Gráfico 1C, a α -lactose monohidratada (STEPHANI et al., 2017b).

As modificações que ocorrem nos espectros Raman das amostras armazenadas em condição ambiente são provocadas, principalmente, pelo aumento na quantidade de água no pó. Quando o WPC é exposto à UR alta, o pó absorve água e há um aumento da concentração desta água no alimento. Como consequência, ocorre uma diminuição da viscosidade e aumento da mobilidade molecular. Esses dois fatores determinam uma série de modificações estruturais dependentes do tempo, tais como: gomosidade, colapso e cristalização dos componentes amorfos, que diminuem a vida útil do WPC e, por consequência, a sua qualidade (STEPHANI et al., 2017a).

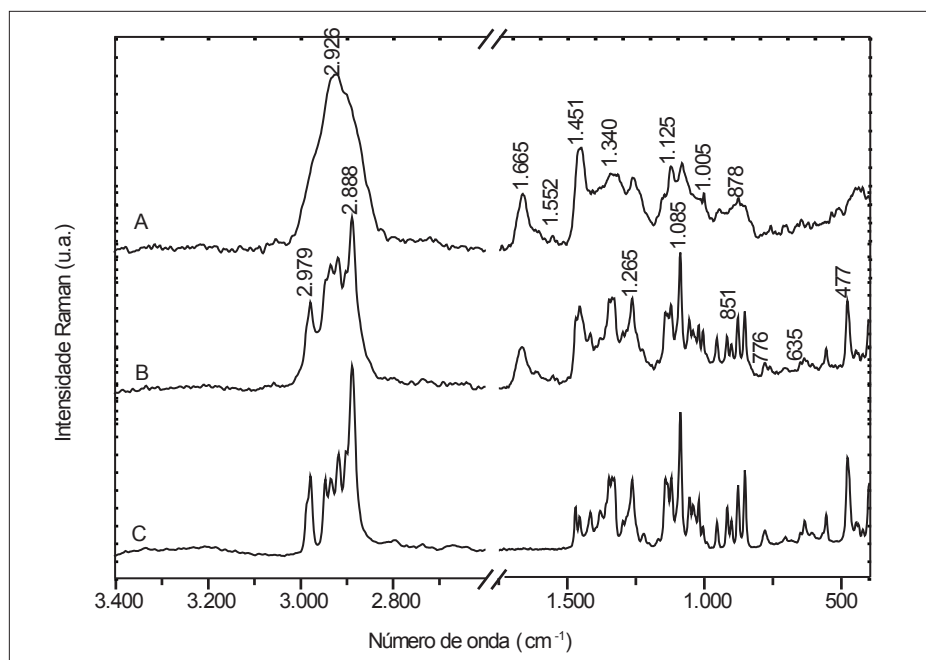


Gráfico 1 - Espectros Raman do WPC

Fonte: Stephani et al. (2017a).

Nota: A - Espectros Raman do WPC produzido em condições ideais; B - WPC produzido em condições ideais e armazenado durante seis semanas em condição ambiente; C - α -lactose monohidratada.

WPC - Whey protein concentrate – concentrado proteico de soro; u.a. - Unidade arbitrária.

PROBLEMAS DE REIDRATAÇÃO DO LEITE EM PÓ

Outra técnica para investigação da microestrutura de produtos em pó, usada durante o processo de reidratação é a análise de tamanho de partículas por difração laser sendo muito empregada em diversos ramos industriais, por causa de sua facilidade de operação, rapidez e amplitude de leitura (STEPHANI et al., 2017b).

A aptidão da reconstituição do leite em pó depende de vários fatores, sendo a composição das partículas uma das mais importantes. Um alto teor em matéria gorda, um ponto de fusão elevado dos glicerídeos e a presença de gordura livre são fatores desfavoráveis a uma molhagem e uma dispersão conveniente. A desnaturação das proteínas e as modificações das estruturas globulares afetam a dispersibilidade e a solubilidade. O efeito dos cristais de lactose é ainda discutido. Contudo, a presença de finos cristais de lactose no leite em pó fresco pode favorecer a solubilidade, todavia,

durante a estocagem, há uma cristalização consecutiva que absorve umidade, dificultando, portanto, a solubilidade do produto (STEPHANI et al., 2017b).

As características físicas do leite em pó intervêm também na aptidão à reconstituição. A molhagem e a dispersibilidade são favorecidas pelo tamanho das partículas do leite em pó desnatado. Onde a proporção das partículas menores que 100 μ m de diâmetro ultrapassa 50%, observa-se uma diminuição da dispersibilidade (FIALHO et al., 2016).

A molhagem e a imersibilidade são melhoradas pelo aumento de peso específico das partículas, pois estas podem vencer mais facilmente a tensão superficial da água. Nota-se que as partículas que apresentam uma superfície irregular têm melhor aptidão para molhar do que as partículas esféricas (STEPHANI et al., 2017b).

As condições operacionais em que é feita a reconstituição são de grande importância. A molhagem e a dispersibilidade

umentam, quando a temperatura da água está entre 20 °C e 50 °C. No caso de leite em pó integral, nota-se um aumento sensível da dispersibilidade entre 32 °C e 38 °C, ou seja, na faixa de temperatura que corresponde ao ponto de fusão da matéria gorda. As condições mecânicas de reconstituição têm também sua importância. Uma agitação enérgica é mais eficaz que uma agitação prolongada (STEPHANI et al., 2017b).

No Gráfico 2 é apresentado para cada amostra de leite em pó integral, com diferentes características de aglomeração e processo de fabricação, a distribuição do percentual do volume ocupado pelas partículas (durante o processo de reidratação em água), de acordo com seus diâmetros hidrodinâmicos. Tipicamente, a distribuição de tamanho de partícula de leite fluido integral mostra duas populações, uma que corresponde às micelas de caseína (centradas em torno de 150-200 nm), e outra correspondente aos glóbulos de gordura (centradas em torno de 5 µm). Todas as amostras apresentam uma população de partículas centrada a, aproximadamente, 200 nm, que correspondem às micelas de caseína como no leite fluido. A intensidade desta população depende diretamente da qualidade da microestrutura do pó (STEPHANI et al., 2017b).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas inerentes à fabricação de produtos lácteos concentrados e desidratados exigem grande conversão do conhecimento científico em parâmetros tecnológicos tangíveis, para identificação e tratamento das possíveis causas. Quando o objetivo é solucionar o defeito do produto, a interação precisa ser mais assertiva entre a academia e o ambiente industrial. Algumas situações de problemas ou defeitos não são facilmente identificadas e indicam essa necessidade de maneira explícita. Em quase todas, somente os dados analíticos são apenas o começo da solução, exigindo conhecimento prático e vivência industrial para as devidas tratativas.

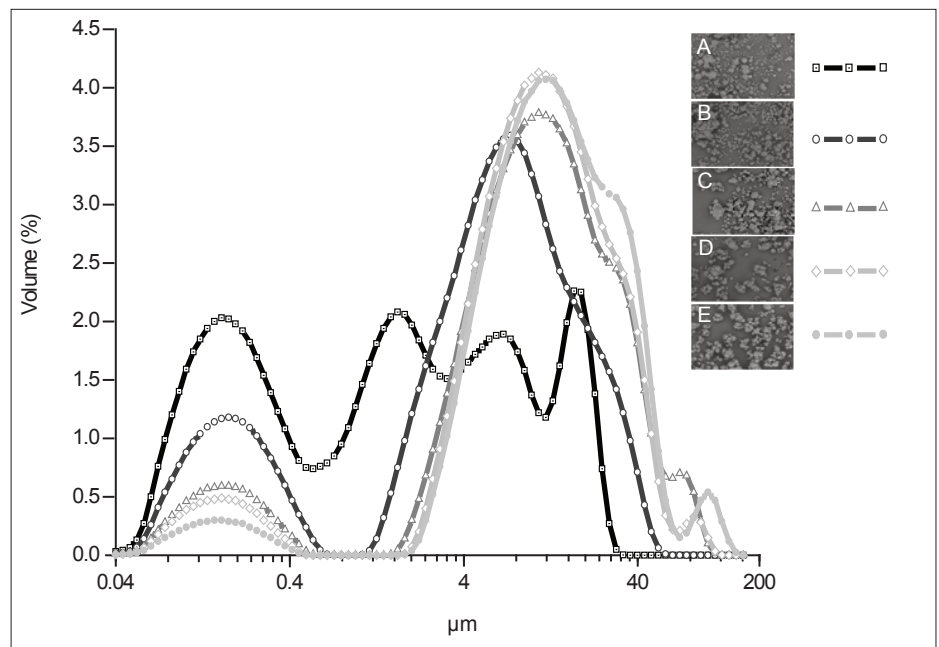


Gráfico 2 - Distribuição do tamanho das partículas de leite em pó com diferentes características de microestrutura durante o processo de reidratação

Fonte: Torres et al. (2017).

AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo apoio financeiro concedido ao Laboratório Microestrutural e Microanálise do Núcleo de Espectroscopia e Estrutura Molecular (NEEM) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e ao Inovaleite - Laboratório de Leite e Derivados da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

REFERÊNCIAS

AGUILERA, J.M. Why food microstructure? *Journal of Food Engineering*, v.67, n.1/2, p.3-11, Mar. 2005. IV Iberoamerican Congress of Food Engineering (CIBIA IV).

ÁRVORE DO LEITE. *Árvore genealógica do leite*. [S.l.], 2017. Disponível em: <http://arvoredoleite.org/hist>. Acesso em: 15 jun. 2018.

DIAS, J.C. **500 anos de leite no Brasil**. Ca-landra Editorial, 2006. 147p.

FIALHO, T.L. et al. Desafios na produção de leite em pó deslactosado: breves considerações. *Industria de Laticínios*, São Paulo,

ano 21, n.123, p.66-67, nov./dez. 2016.

OLIVEIRA, K. de S. et al. Analysis of spreadable cheese by Raman spectroscopy and chemometric tools. *Food Chemistry*, v.194, p.441-446, Mar. 2016.

PERRONE, I.T. et al. Uso de ferramentas matemáticas em processos de secagem de leite e soro. *Indústria de Laticínios*, São Paulo, ano 21, n.123, p. 68-70, nov./dez. 2016.

RODRIGUES JÚNIOR, P.H. et al. FT-Raman and chemometric tools for rapid determination of quality parameters in milk powder: classification of samples for the presence of lactose and fraud detection by addition of maltodextrin. *Food Chemistry*, v.196, p.584-588, Apr. 2016.

STEPHANI, R. et al. Raman spectroscopy as a tool to identify modification of whey protein concentrate (WPC) during shelf life. *Food Packaging and Shelf Life*, v.11, p.1-9, Mar. 2017a.

STEPHANI, R. et al. Solucionando defeitos e problemas em derivados do leite utilizando espectroscopia e análises de microestrutura. *Indústria de Laticínios*, São Paulo, ano 22, n.126, p.78-81, maio/jun. 2017b.

TORRES, J.K.F. et al. Technological aspects of lactose-hydrolyzed milk powder. *Food Research International*, v. 101, p. 45-53, Nov. 2017.

Gestão ambiental: manejo, tratamento e legislação pertinente para resíduos de laticínios

Marcelo Henrique Otenio¹, Vanessa Romário de Paula², Henrique Vieira de Mendonça³

Resumo - O sistema de produção leiteira no Brasil é uma das cadeias mais representativas da agropecuária. Um laticínio que processa 10 m³ de leite por dia gera um volume três vezes maior de efluentes, 30 m³. No passado, o desenvolvimento industrial não veio acompanhado das questões ambientais. Todos os resíduos sólidos gerados precisam receber seus tratamentos específicos, envolvendo a segregação, coleta, transporte e destinação ambientalmente correta. A legislação brasileira, estadual e municipal, para resíduos sólidos, é de 2010. Para o lançamento de efluentes, a legislação vem sendo desenvolvida desde a criação da política nacional de meio ambiente, 1981. A legislação para o estado de Minas Gerais é mais restritiva, quanto ao lançamento no corpo hídrico. Todo empreendimento deve proceder a um licenciamento ambiental, mesmo com a lei do resíduo sólido, as plantas industriais devem estar adequadas ao seu destino e à sua participação em nível de município do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos com todo desdobramento em logística reversa para diversos rejeitos da produção. Existem diversas possibilidades tecnológicas para o tratamento de efluentes de laticínios. Cada planta deve-se adequar à tecnologia mais eficaz. Há necessidade de desenvolver uma cultura ambiental dentro das empresas que viabilize a identificação dos impactos ambientais gerados por seus resíduos ao meio ambiente, e que sejam encontradas soluções para destinação. **Palavras-chave:** Manejo de dejetos. Adequação ambiental. Sustentabilidade.

Environmental management: treatment and legislation relevant to dairy residue

Abstract - The dairy production system in Brazil is one of the most representative chains of agriculture. A dairy industry that processes 10 m³ of milk per day generates a three times greater volume of effluents, 30 m³. In the past, industrial development was not accompanied by environmental issues. All solid waste generated needs to receive its specific treatments, involving segregation, collection, transportation and environmentally correct disposal. The state and municipal Brazilian legislation for solid waste is from 2010. However, for the release of effluents, the legislation has been developed since the creation of the national policy of environment, 1981. The legislation for the state of Minas Gerais is more restrictive concerning the launch in the water body. Every enterprise must carry out its environmental licensing, even with the law of solid waste, industrial plants must be aware of the appropriate destination and their participation in the municipal level of the Solid Waste Management Plan, with all deployment in reverse logistics for several production rejects. There are several technological possibilities for the treatment of dairy effluents and each plant should seek effective technological adaptation. There is a need for the development of an environmental culture within companies, which makes it possible to identify the environmental impacts generated by their residues in the environment and to seek solutions for their disposal.

Keywords: Waste management. Environmental suitability. Sustainability.

INTRODUÇÃO

A produção de leite no Brasil aumentou, aproximadamente, em 40% nos últimos 20 anos (CAVICCHIOLI et al., 2015; MENDONÇA; OMETTO; OTE-

NIO, 2017). Em 2015, o Brasil ficou em 4º lugar em produção de leite, estimada em 34 bilhões de litros. A cadeia produtiva do leite possui cerca de 2 mil indústrias de laticínios, inspecionadas pelo Serviço

de Fiscalização Federal (SIF), e envolve cerca de 4 milhões de trabalhadores, desde a produção de leite, transporte da fazenda para a indústria, processamento até o transporte para o mercado. Isto impacta

¹Farmacêutico-bioquímico, D.Sc. Microbiologia Aplicada, Pesq. EMBRAPA Gado de Leite, Juiz de Fora, MG, marcelo.otenio@embrapa.br

²Adm. Empresa, Especialista Logística Reversa, Analista EMBRAPA Gado de Leite, Juiz de Fora, MG, vanessa.paula@embrapa.br

³Eng. Agrícola e Ambiental, Biólogo, D.Sc. Ecologia, Diretor Técnico HIDROSPHERA Engenharia Ambiental, Juiz de Fora, MG, henriqueufv@gmail.com

economicamente a geração de emprego e de distribuição de renda, principalmente no meio rural (ZOCCAL, 2017). Como em todo processo produtivo, além do produto também são gerados resíduos que podem causar impactos ambientais.

Considerando o potencial poluidor desse tipo de agroindústria, os efluentes líquidos gerados nos mais diversos setores de produção são considerados os principais responsáveis pela poluição (MENDONÇA et al., 2015). Segundo esse autor, um laticínio que processa 10 m³ de leite por dia gera um volume três vezes maior de efluentes, 30 m³, considerando um valor de 2.000 mg/L de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) na água residual, a agroindústria possuirá um equivalente populacional de aproximadamente 1.111 pessoas. As águas residuárias da indústria de laticínios, além de apresentarem considerável carga orgânica, possuem também concentrações relevantes de nutrientes eutrofizantes como nitrogênio e fósforo (MENDONÇA et al., 2012). A concentração desses nutrientes é potencializada, quando os efluentes provenientes do processo de transformação e beneficiamento do leite são misturados com os efluentes sanitários gerados no próprio empreendimento.

No passado, o desenvolvimento industrial não veio acompanhado pelas questões ambientais, que não eram consideradas relevantes para as indústrias em geral e nem para a sociedade.

Diante desse desenvolvimento, governos e entidades não governamentais perceberam a necessidade de criar leis e políticas ambientais com o propósito de controlar as atividades de extração e utilização de recursos naturais e a disposição dos resíduos no meio ambiente (DELA; TAKAHASHI, 2013).

Quanto a resíduos sólidos, todos aqueles gerados precisam receber seus tratamentos específicos, envolvendo a segregação; coleta; transporte e destinação ambientalmente correta. A coleta desses resíduos deve ser feita por empresas licenciadas pelo órgão ambiental estadual, no caso

de Minas Gerais a Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam). A grande questão é que nem todas as empresas são conscientes do equilíbrio nas áreas econômica, social e ambiental.

As indústrias de laticínios são consideradas um setor economicamente importante no País. Entretanto, contribuem significativamente com a poluição hídrica, quando lançam seus efluentes líquidos sem nenhum tipo de tratamento nos cursos da água, e pela geração de grande volume de resíduos sólidos que não são destinados adequadamente.

O gerenciamento da poluição ambiental produzida pela indústria de laticínios deve atender à legislação ambiental em vigor no âmbito federal, estadual e municipal, promovendo a evolução da cadeia produtiva e a valorização de práticas de gerenciamento de resíduos, buscando a redução, o tratamento e o destino final destes (SILVA, 2011).

Este artigo aborda a questão da gestão ambiental da produção de leite e derivados, especificamente para a indústria de laticínios. Trata de forma atualizada, conforme a legislação pertinente, de práticas para tratamento e destino de resíduos gerados no processo produtivo de produtos lácteos.

LEGISLAÇÃO E LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS

O Brasil possui leis voltadas para a conservação ambiental desde 1981, com a criação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). A Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2011), dispõe sobre condições de lançamento de efluentes em corpos receptores. Outras resoluções foram regulamentadas voltadas para uma política de tratamento dos resíduos e uma série de normas técnicas publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que inclui a NBR 10004/2004 – classificação de resíduos sólidos (ABNT, 2004). Recentemente, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, instituiu a Política

Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispondo não só sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, mas também sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

A NBR 10004 (ABNT, 2004) definiu resíduos sólidos como aqueles em estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Incluem-se nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam, para isso, soluções técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

De acordo com NBR 10004 (ABNT, 2004), os resíduos são classificados em:

- a) resíduos classe I – perigosos: são os resíduos ou mistura de resíduos que, devido às suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade podem representar risco à saúde pública e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma errônea. Como exemplos: produtos e reagentes químicos, material contaminado com óleo, resíduos de tinta, lâmpadas fluorescentes, pilhas, baterias;
- b) resíduos classe II – não perigosos;
 - resíduos classe II A – não inertes: são os resíduos que apresentam propriedades como solubilidade em água, biodegradabilidade ou combustibilidade. Como exemplos: papel, papelão, plástico, borracha, pneus, madeira;
 - resíduos classe II B – inertes: resíduos que, quando amostrados

de forma representativa e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplos: material de construção, tijolo, vidros, areia.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305, de 2/8/2010 (BRASIL, 2010), dispõe sobre princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas ao gerenciamento de resíduos sólidos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Estão sujeitos a essas regulamentações pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos, e as que desenvolvam ações relacionadas com a gestão integrada ou com o gerenciamento de resíduos sólidos. Nesse contexto, estão incluídas as indústrias de laticínios.

A aplicação dessa legislação ocorrerá em conjunto com as normas do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro).

Depreende-se desse conjunto de leis a definição que diferencia resíduos de rejeitos. Por exemplo, caracteriza-se resíduo sólido um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda, e define-se como rejeitos os resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada, como deve ser conduzido como passivo ambiental.

A grande mudança com a Lei nº 12.305, de 2/8/2010 (BRASIL, 2010), foi o encerramento das atividades dos lixões e aterros,

com a substituição por aterros sanitários ou industriais. Nestes só poderão ser depositados resíduos sem qualquer possibilidade de reciclagem e reaproveitamento. Obriga-se também a compostagem dos resíduos orgânicos. Fabricantes, distribuidores e comerciantes, organizados em acordos setoriais, ficam obrigados a recolher e a destinar para a reciclagem as embalagens de plástico, papel, papelão, vidro e metálicas usadas. As embalagens de agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, bem como todos os tipos de lâmpadas e de equipamentos eletroeletrônicos descartáveis, fazem parte da “logística reversa”, ou seja, deverão retornar à sua cadeia de origem, para reciclagem.

A responsabilidade pelo lixo passa a ser compartilhada, com obrigações que envolvem os cidadãos, as empresas, as prefeituras e os governos estaduais e federal (MARCHI, 2011). Também as administrações municipais devem desenvolver um Plano de Gestão Integrada de Resíduos. As empresas e demais instituições públicas e privadas devem desenvolver seu Plano de Gerenciamento de Resíduos, integrado ao Plano Municipal (independentemente da sua existência). Os municípios terão de implantar um sistema de coleta seletiva. Para a elaboração, implementação, operacionalização e monitoramento de todas as etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, nestas incluído o controle da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, em cada fase deste ciclo integrado, será designado um responsável técnico devidamente habilitado.

Quando se trata da questão de dejetos, o controle da poluição ambiental produzi-

da pela cadeia do leite e derivados deve atender à legislação ambiental em vigor no âmbito estadual, prevista em instruções normativas da FEAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), Instituto Estadual de Florestas (IEF), Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam) e Conama. A legislação em vigor serve para nortear e adequar o padrão de lançamento de resíduos e, com isso, diminuir os riscos de transmissão de doenças; evitar a sobrecarga de matéria orgânica (MO) em rios, lagos e córregos, agregar valor à produção animal e melhorar a condição física do solo.

Porém, vários empreendedores e consultores têm encontrado dificuldades no atendimento da legislação, no uso eficiente de tecnologia para tratamento do efluente ou ainda aumento na geração de resíduos.

Estes empreendimentos podem ser enquadrados nos termos da Deliberação Normativa nº 74, de 9 de setembro de 2004 (COPAM, 2004), em seis classes relacionadas com o porte e o potencial poluidor ou degradador do meio ambiente chegando nas classes finais, ou seja, 1, 2, 3, 4, 5 e 6, conforme anexo extraído da legislação citada (Quadro 1).

Para obter o potencial poluidor consideram-se as variáveis ambientais: ar, água e solo. Para efeito de simplificação inclui-se no potencial poluidor sobre o ar os efeitos de poluição sonora, e sobre o solo os efeitos nos meios biótico e socioeconômico.

Quanto à classificação, enquadramento e lançamento de efluente, considera-se a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1, de 5 de maio de 2008

Quadro 1 - Determinação da classe do empreendimento a partir do potencial poluidor da atividade e do porte

Empreendimento (porte)	Potencial poluidor/degradador geral da atividade		
	Pequeno	Médio	Grande
	Classe	Classe	Classe
Pequeno	1	1	3
Médio	2	3	5
Grande	4	5	6

Fonte: Copam (2004).

(COPAM, 2008), que classifica os corpos d'água em classes especiais, 1, 2, 3 e 4.

A legislação nacional e estadual prevê a outorga de lançamento de efluentes em corpos d'água superficiais, desde o ano de 1997, com a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), seguida pela Resolução nº 16, de 8 de maio de 2001 (CNRH, 2001), em Minas, pela Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999 (MINAS GERAIS, 1999) e o Decreto Estadual nº 41.578, de 8 de março de 2001 (MINAS GERAIS, 2001).

Em 2009, inicialmente de forma piloto, e que vem no estado de Minas Gerais sendo realizado de forma crescente, exigiu-se o cumprimento dessas normas, porém com cobrança do atendimento de forma pontual, em que pela Portaria nº 29, de 4 de agosto de 2009 (IGAM, 2009), conforme previsto na Deliberação Normativa nº 74, de 9/9/2004 (COPAM, 2004) são convocados os usuários de recursos hídricos da Sub-Bacia do Ribeirão da Mata, inserida na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, definindo esta Sub-Bacia como área piloto, determinando que a aplicação dessa Deliberação Normativa seja realizada de forma gradativa no Estado.

O empreendedor deverá atender a todas as determinações contidas na Deliberação Normativa nº 26, de 18 de dezembro de 2008 (CERH, 2008), porém, o ponto de maior importância no procedimento é a verificação das referências contidas em:

Art. 2º - A análise do requerimento de outorga para o lançamento de efluentes será efetuada tendo como referência:

I - o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO);

II - a disponibilidade hídrica para diluição, função da vazão de referência;

III - a vazão de diluição, assim considerada como a quantidade de água necessária para a diluição da concentração de DBO;

IV - a concentração de DBO no efluente;

V - a concentração permitida de DBO no corpo de água onde é realizado o lançamento;

VI - a concentração de DBO no corpo de água imediatamente a montante do lançamento; e

VII - as metas progressivas de melhoria de qualidade, de acordo com o programa para efetivação do enquadramento.

Tratou-se aqui da legislação básica referente à regularização ambiental da cadeia de leite e derivados, especialmente quanto à emissão de seus efluentes, consistindo essencialmente em um roteiro de adequação aos empreendedores que, seguindo tais orientações, estarão cumprindo o objetivo essencial das normas que é preservar os recursos naturais, bem como evitar as punições pelas possíveis degradações causadas.

É importante destacar que o fato de um empreendimento obter sua licença ambiental não significa que esteja isento do cumprimento de outras exigências legais, tendo seus gestores responsabilidades por estes (MINAS GERAIS, 2010). Os cadastros em cruzamento com o cadastro de uso ou outorga de uso deverão formar a base de dados para gestão dos recursos hídricos no Estado.

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

O gerenciamento de resíduos sólidos é constituído por um conjunto de ações com o objetivo de reduzir os impactos ambientais relacionados com a geração e com a destinação dos resíduos.

A atividade industrial contribui para o aumento da geração dos resíduos sólidos que, se não tratados e dispostos de forma adequada, podem colocar em risco o meio ambiente à saúde pública.

Uma grande dificuldade para as indústrias de laticínios é reconhecer os resíduos gerados em seus processos, as perdas e desperdícios que ocorrem rotineiramente nas etapas produtivas (BRANDLI, 2009).

Diante da necessidade do uso racional da matéria-prima e preservação do meio ambiente, surge a necessidade de adequar as indústrias com relação aos seus resíduos, que deixam de ser vistos como algo sem valor econômico e sem utilidade, apenas passíveis de ser dispostos no meio ambien-

te, para ser vistos como possibilidades e oportunidades de reúso e reciclagem.

Para uma produção sustentável é fundamental planejar e diminuir impactos ambientais, como o controle da contaminação e consequente perda de produtos, adequar os processos para reduzir a geração de resíduos e as perdas, minimizar os desperdícios e melhorar a eficiência do processo e dos produtos reduzindo seus impactos ambientais.

Em todo processo, quando são fornecidos matéria-prima e insumos, obtêm-se produtos e resíduos (LEITE; PAWLOWSKY, 2005). Quanto maiores as perdas de matéria-prima e de insumos de um processo, maior será a quantidade de resíduos gerados. Assim, quanto mais matérias-primas são processadas, além de produtos, mais resíduos são gerados como resultado.

A caracterização e a quantificação dos resíduos gerados são premissas para seu gerenciamento. A classificação dos resíduos está relacionada com o processo ou a atividade que o gerou, com suas características e com seus constituintes. O manuseio, acondicionamento, armazenagem, coleta, transporte e destinação final dos resíduos também devem ser realizados conforme a sua classificação. A partir disso, são definidos os controles necessários em todas as fases envolvidas no processo.

Para o gerenciamento dos resíduos gerados na indústria de laticínios, o ponto inicial é a identificação desses resíduos e os pontos de geração.

Os resíduos sólidos incluem as embalagens plásticas, como frascos, potes, sacos, bombonas, embalagens de papelão, papel, resíduos domésticos (de vestiários e refeitório), restos de produtos como queijos, resíduos de caldeira (cinzas), resíduos químicos de laboratório e insumos de limpeza.

Quando se trata de resíduos líquidos, os efluentes líquidos gerados nos laticínios compõem-se das águas de limpeza de equipamentos e piso, esgotos sanitários, resíduos líquidos de processos de fabricação, como leite e soro.

As emissões atmosféricas na indústria de laticínios são provenientes da queima dos combustíveis nas caldeiras, geralmente a óleo ou a lenha, com a emissão de poluentes.

A partir da caracterização dos resíduos, algumas medidas como a implantação de uma estação de tratamento de efluentes líquidos, controle de emissões atmosféricas e o gerenciamento dos resíduos sólidos são formas de minimizar os impactos ambientais causados pela indústria. Além disso, a redução do volume de resíduos gerados com a adequação de processos, pode diminuir as perdas econômicas e as agressões ao meio ambiente.

Antes de pensar em alternativas para tratamento e/ou destinação dos resíduos, é fundamental a adoção de medidas para minimizar a geração desses resíduos, com a conscientização de funcionários, adequações dos processos produtivos e as melhorias nas especificações de compras de insumos e matérias-primas (AIKENHEAD et al., 2015). A redução de desperdícios é uma premissa para o gerenciamento de resíduos, pois, além de reduzir custos de processo, reduz gastos com disposição e tratamento. A redução da geração de resíduos é muito mais eficaz do que investir em seu tratamento ou destinação.

A geração de resíduos ocorre desde a compra de insumos usados nos processos de produção, os quais vêm acondicionados em embalagens, às vezes até mais de uma, como plástico e papelão. Isto somado às embalagens defeituosas e perdas destas no processo gera um passivo significativo para os laticínios proporcional ao volume de leite processado. A segregação desses resíduos de acordo com sua classe, papel, papelão e plástico, pode ser destinada a empresas recicladoras, como oportunidade de gerar receitas, além de dar um destino adequado, ambientalmente, para esses resíduos. Uma alternativa para alguns tipos de embalagens plásticas, como as de produtos de limpeza, é a devolução ao fornecedor, para que seja reutilizada.

Como exemplo, nos laticínios, a higienização dos equipamentos e utensílios envolvidos nos processos produtivos, e o ambiente são higienizados rotineiramente após o uso. A higienização de equipamentos e tubulações é realizada através da circulação interna, por circuito fechado, de soluções detergentes, conhecidas como sistema clean in place (CIP). A limpeza é normalmente realizada com soluções ácidas e/ou cáusticas com enxague final feito com água. A limpeza CIP de equipamentos e tubulações pode ser otimizada, adequando os processos para que as soluções de limpeza ácida e alcalina possam ser reaproveitadas e não descartadas a cada uso. Implanta-se, então, um sistema de reúso, com a instalação de tanques para acondicionamento dessas soluções. Além de reduzir os custos com produtos químicos, minimiza os impactos que esses resíduos causam nas estações de tratamento de efluentes das indústrias. Nessa sequência de raciocínio, as estações de tratamento de efluentes, no caso dos laticínios, geralmente produzem lodo, e este compõe o leque de resíduos.

Os resíduos orgânicos gerados, por exemplo o lodo das estações de tratamento de efluentes, podem ser destinados ao sistema de compostagem, em que a degradação estabiliza a MO, gerando, ao final, um composto muito rico utilizado como fertilizante. Nesse tipo de resíduo estão contemplados os produtos alimentícios vencidos, restos de alimentos provenientes de processos industriais, matérias-primas fora de especificação, dentre outros.

MANEJO E PROCESSO DE TRATAMENTOS

Os vários efluentes produzidos pela indústria de laticínios são constituídos geralmente pela água que foi utilizada para lavagens da unidade industrial, da linha de fabricação, de recipientes de transporte e de armazenamento do leite, da água resultante do processo de fabricação, efluentes de tubagens, dos processos de embalagem e da água utilizada em operações de resfriamento/aquecimento.

A redução e o controle de efluentes líquidos incluem um conjunto de ações para reduzir o volume dos efluentes gerados e a carga poluidora, o que propicia um tratamento mais fácil e uma redução, tanto na implantação quanto na operação das unidades de tratamento. Segundo Machado et al. (2002), há dois tipos de ações para a redução e o controle de efluentes líquidos: ações de gerenciamento e de engenharia de processo. As ações de gerenciamento são iniciativas que, normalmente, não implicam em custos adicionais significativos, como exemplo, a manutenção de rotina. Já as ações de engenharia de processo dizem respeito à aplicação de técnicas de engenharia voltadas aos processos industriais, que podem exigir investimentos maiores, por exemplo: automação e troca de equipamentos.

No Quadro 2, estão apresentados os principais itens em que podem ser aplicadas ações de gerenciamento e ações de engenharia na indústria de laticínios.

Segundo Sperling (2005), para cada litro de leite processado, pode ser gerado um volume de efluente de cerca de duas a dez vezes maior. Segundo Marshall e Harper (1984), valores entre 0,5 e 2 L de efluente por litro de leite podem ser atingidos pelas indústrias de laticínios, dotadas de um eficiente programa de prevenção e controle de perdas e desperdícios, quando seguidas criteriosamente as recomendações descritas no Quadro 2.

Quanto às concentrações de poluentes nos efluentes de indústrias de laticínios, estes variam de acordo com o processo produtivo adotado. Na Tabela 1 estão apresentados valores dos principais poluentes em águas residuárias de laticínios.

As águas residuárias de laticínios, via de regra, apresentam boa biodegradabilidade (CETESB, 1990). Sendo assim, os processos biológicos são recorrentemente adotados para seu tratamento. Antes do tratamento biológico, é necessária a remoção prévia de sólidos e gorduras em sistemas de separação como sedimentadores ou caixas de gorduras, associados à remoção

Quadro 2 - Ações de gerenciamento e ações de engenharia na indústria de laticínios

Item	Ação
Processo produtivo	<ul style="list-style-type: none"> - Incluir a realização de balanços materiais para quantificar as perdas de produto e determinar os locais de sua ocorrência, de modo que identifique as mudanças cabíveis e a necessidade de manutenção dos equipamentos danificados; - Racionalizar o número de partidas e paradas requeridas em operações geradoras de efluentes, tais como separação, pasteurização e evaporação; - Otimizar a sequência de processamento evitando limpezas desnecessárias entre os intervalos de produção, de modo que minimize as operações de lavagem, geradoras de volumes significativos de efluentes líquidos; - Elaborar e manter atualizado o cadastro de todas as tubulações de utilidades; - Minimizar os picos de volume e de concentração de efluentes líquidos por meio do adequado escalonamento e execução das operações de limpeza; - Aprimorar o controle de qualidade dos produtos fabricados, que é uma medida importante para: reduzir a quantidade de produtos desenvolvidos, os quais têm de ser jogados fora ou dispostos de alguma maneira pela indústria; reduzir as impurezas retidas em equipamentos, como filtros e membranas, diminuindo assim, os despejos associados à excessiva limpeza de tais equipamentos; reduzir a frequência de fabricação de pequenos volumes de produtos, o que possibilita processamentos mais eficientes e com menores descargas de efluentes líquidos por unidade de produto processado; otimizar o escalonamento da produção.
Equipamento	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar dispositivos controladores de nível em unidades passíveis de transbordamentos acidentais como tanques, cubas, equipamentos e utensílios diversos; - Instalar recipientes para receber líquidos oriundos da drenagem de tanques de armazenamento, da fabricação de queijo e de outros produtos lácteos, desnatadeiras e outros equipamentos, como coletores de respingo. Esse material pode ser vendido ou doado a produtores de ração, criadores de porcos ou ser aproveitado para a fabricação de produtos diversos; - Instalar coletores de respingo em equipamentos como máquinas de enchimento, para evitar a queda de matérias-primas e produtos no piso; - Instalar válvulas de fechamento automático em todas as mangueiras de água, impedindo o escoamento desnecessário.
Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> - Implantar programas educacionais destinados ao pessoal que trabalha na produção, com a finalidade de desenvolver a conscientização da importância do uso racional dos recursos naturais e da proteção do meio ambiente; - Treinar o pessoal que trabalha na produção, voltado à correta operação e manutenção dos equipamentos e instalações diversas.
Rotina operacional	<ul style="list-style-type: none"> - Manter em boas condições de uso e de funcionamento os tanques, cubas e as tubulações, evitando perdas por vazamento; - Implantar rotina para verificar permanentemente as válvulas das máquinas de enchimento, e não deixar sobras de produtos nas operações de embalagem; - Operar os equipamentos com um nível de líquido suficientemente baixo, prevenindo perdas na ebulição; - Implantar rotina para verificar permanentemente as tubulações e acessórios do sistema CIP e de seus respectivos suportes. Essas tubulações devem ter fixação adequada para evitar vazamentos por causa das vibrações; - Eliminar excessos de produção e o correspondente retorno de produtos devolvidos.

Fonte: Adaptado de Marshall e Harper (1984) e CETESB (1990).

Nota: CIP - Clean in place.

Tabela 1 - Características físico-químicas das águas residuárias de laticínios

Produto	DBO (mg/L)	N (mg/L)	P (mg/L)	pH	Gordura (mg/L)
Queijo	3.000 - 3.500	70,0 - 85,0	-	4,0 - 5,7	110 - 754
Manteiga	1.319 - 3.300	26,5 - 43,2	4,5 - 5,9	7,6 - 8,3	253
Leite UHT	1.010	26,5 - 86,2	4,5 - 14,2	7,9	253 - 575
Doce	1.560	25,5	6,8	4,0 - 5,0	100 - 200
Iogurte	290	56,7 - 86,2	14,2 - 18,8	5,0	110 - 260

Nota: DBO - Demanda bioquímica de oxigênio.

de espuma ou mesmo sistemas de flotação, preferencialmente por ar dissolvido. Após o tratamento preliminar e primário (remoção de gorduras e sólidos), a vazão deve ser equalizada, para evitar sobrecargas hidráulicas no sistema secundário.

Na concepção de um sistema de tratamento de efluentes líquidos, o objetivo e o nível do tratamento, assim como os estudos de impacto ambiental no corpo receptor, devem ser bem caracterizados (SPERLING, 2005).

Geralmente para tratamento dos efluentes de laticínios são necessários três níveis de tratamento: preliminar, primário e secundário.

Na Figura 1 está o fluxograma com os níveis de tratamento e as possíveis concepções adotadas.

Os processos biológicos utilizados para tratamento dos efluentes podem ser anaeróbios ou aeróbios. Para garantia de sucesso pleno no tratamento é recomendável associação desses processos.

Via de regra, os reatores anaeróbios são utilizados como tratamento primário, visando quebra de moléculas e redução da demanda química de oxigênio (DQO) e DBO. Isto reflete na redução dos volumes de reação e potência de aeração nos tratamentos aeróbios secundários. Os filtros anaeróbios são melhor opção como tratamento primário, pela eficácia na remoção de DBO entre 70% e 90%. Reatores UASB ou lagoas anaeróbias geralmente removem entre 60% e 70% da DBO e necessitam de tratamento complementar para atender aos 85% da remoção do parâmetro preconizado pela legislação vigente no estado de Minas Gerais (COPAM, 2008).

O sistema comumente utilizado para tratamento dos efluentes de laticínios é o de lodos ativados por aeração prolongada ou em bateladas. Esse sistema pode atingir até 98% de eficiência na remoção de DBO, quando bem operado.

Outros sistemas aeróbios como lagoas facultativas também podem ser utilizados, entretanto estas lagoas demandam grandes áreas para sua implantação. A eficácia na

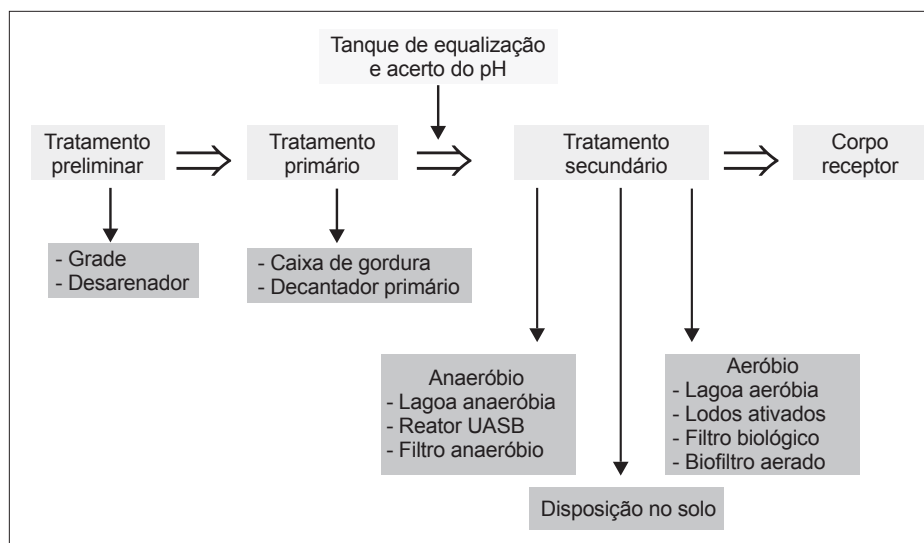


Figura 1 - Fluxograma geral de um sistema de tratamento de efluentes

Fonte: Adaptado de Gomes (2006).

remoção de DBO por lagoas varia entre 70% e 90%. Os filtros biológicos e biofiltros aerados também são opção atrativa como tratamento secundário por necessitarem de menor volume de reação e garantir uma eficiência de tratamento entre 80% e 93% em termos de DBO.

Quando a indústria está localizada em zona rural, com área suficiente para disposição final no solo, torna-se esta concepção extremamente recomendada. As eficiências de remoção de DBO em rampas de escoamento superficial podem atingir 95%, e os métodos de infiltração rápida e lenta entre 86% e 99%. Outra vantagem desse método é o aproveitamento do próprio efluente como fertilizante em pastagens, capineiras, canaviais etc.

Nos últimos anos, o uso de sistemas alagados construídos (SAC), para o tratamento de águas residuais, tem ganhado popularidade, por seu baixo custo de implantação e de monitoramento em comparação a sistemas convencionais (MENDONÇA et al., 2012). Nos Estados Unidos e Europa, o uso de SACs vem sendo registrado em um grande número de agroindústrias de laticínios, apresentando resultados promissores (HEALY; CAWLEY, 2002; MENDONÇA et al., 2012). Os mecanismos envolvidos no tratamento de águas residuárias em sistemas alagados construídos são: filtra-

ção, degradação microbiana da MO por biofilmes aderidos ao substrato, absorção de nutrientes pelos rizomas das vegetações e microrganismos, adsorção e dessorção, dentre outros.

Ao operar estes sistemas, Mendonça et al. (2015) registraram remoções de DBO que variaram de 78% a 95%, indicando potencial do uso desta ecotecnologia para tratamento de efluentes da indústria de leite e derivados com vistas à remoção de material orgânico biodegradável.

Em função da complexidade e da exigência da legislação ambiental é necessário que se conheçam os padrões de lançamento de efluentes, uma vez que os Estados possuem parâmetros diferentes (GIORDANO, 2009). A exemplo, a legislação do estado de Minas Gerais apresenta alguns parâmetros mais restritivos do que a legislação federal.

Grande parte dos empreendimentos apenas reage aos problemas ambientais quando são fiscalizados, não sendo pressionados pelo mercado interno ou consumidores, desconsiderando que as questões ambientais são barreiras não tarifárias que podem impedir a realização de negócios (PEREIRA; JARDIM; SANTOS, 2009).

Os empreendimentos que adotam métodos de produção de acordo com a legislação ambiental tendem a otimizar

melhor os recursos, insumos e tornam-se inovadores e, conseqüentemente, mais competitivos, evitando ainda a penalização pela legislação vigente (PEREIRA; JARDIM; SANTOS, 2009).

A cadeia produtiva de leite e derivados passa por um processo de profissionalização e deve evitar que a legislação ambiental, uma variável indispensável na estruturação dos projetos, seja tratada como empecilhos ao sucesso, buscando meios para alcançar os objetivos e metas de crescimento e sustentabilidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das grandes dificuldades encontradas pelas indústrias de laticínios é ver o resíduo como uma oportunidade de renda e um potencial para geração de energia para outros processos, e não como resto de um processo produtivo (LEITE; PAWLOWSKY, 2005).

A incorporação da variável ambiental pelos laticínios está direcionada na adoção das tecnologias de final de linha, isto é, para tratamento e destinação de seus resíduos, e não nas tecnologias de minimização de resíduos integradas ao processo produtivo. Essa postura tem apresentado altos custos, por causa da falta de retorno do capital investido.

O crescimento do setor lácteo e o desenvolvimento de novos produtos geraram um aumento na produção de embalagens. Diferentes materiais são utilizados na fabricação de embalagens para alimentos, tais como plásticos, metais, vidro e celulose. Cada material possui suas diferentes características para conservar o produto, no entanto, apesar das diversas vantagens de sua utilização, seu uso gera um grande volume de resíduos sólidos para os laticínios, como as embalagens em que são acondicionadas as unidades de embalagens, as embalagens defeituosas e as embalagens danificadas durante o processo.

Os laticínios de pequeno e médio portes, na sua maioria, têm processos produtivos que geram alta quantidade de resíduos. Não possuem conhecimento e/ou estrutura

adequada, para gerenciar seus resíduos e reduzir o impacto ambiental causado por seus processos produtivos, tendo em vista o fato de que, dependendo do tipo de resíduo gerado, a adequação dos processos pode envolver grandes investimentos.

As indústrias de laticínios de grande porte mostram-se mais envolvidas nas questões de sustentabilidade e no monitoramento ambiental do sistema produtivo, como o tratamento dos resíduos para diminuição dos impactos ambientais, economia de energia e recursos naturais. Tais medidas trazem resultados relevantes para a empresa, já que esta otimiza os processos internos. O monitoramento ambiental do sistema produtivo gera aproveitamento dos resíduos recicláveis, colabora significativamente para a solidificação do ciclo reverso e na criação de produtos e insumos.

A sociedade em geral não tem ainda a consciência de que o destino dado aos resíduos é responsabilidade do gerador e não somente dos órgãos públicos. Sendo assim, a destinação dos resíduos gerados na indústria de laticínios é de responsabilidade de todos os envolvidos nos processos.

A falta de consciência sobre o problema dos resíduos e de políticas públicas focadas torna as práticas de reúso e reciclagem insatisfatórias, embora o tema sustentabilidade esteja presente em todas as esferas da sociedade (TELES et al., 2015).

Há necessidade do desenvolvimento de uma cultura ambiental dentro das empresas, que viabilize a identificação dos impactos gerados pelos resíduos ao meio ambiente, e que busque soluções para destinação desses resíduos. Além disso, é importante adotar medidas de adequação que minimizem a geração de resíduos, desde o início do processo de produção.

Para dar um destino correto a alguns resíduos nem sempre é tarefa simples, muitas vezes envolve grandes investimentos. Entretanto, tratar um resíduo como oportunidade de reúso ou reciclagem é uma

alternativa, sempre fazendo uma avaliação antes de pensar em disposição final.

A gestão inadequada dos resíduos gerados nas indústrias de laticínios provoca graves impactos ambientais, o que causa a contaminação do solo, das águas e do ar, comprometendo os recursos naturais.

Atualmente é fundamental para as empresas voltarem-se para a responsabilidade corporativa e social, e para a sustentabilidade no uso de recursos humanos, naturais e financeiros. Produtos e serviços de qualidade são exigidos pelos clientes, provocando nas organizações adaptação rápida e constante.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. 2.ed. Rio de Janeiro, 2004.
- AIKENHEAD, G. et al. Application of process mapping and causal loop diagramming to enhance engagement in pollution prevention in small to medium size enterprises: case study of a dairy processing facility. **Journal of Cleaner Production**, v.102, p.275-284, Sept. 2015.
- BRANDLI, E.N. et al. A identificação dos resíduos em uma indústria de alimentos e sua política ambiental. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, n.13, p.45-51, ago. 2009.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 9 jan. 1997.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 3 ago. 2010.
- CAVICCHIOLI, V.Q. et al. Occurrence of *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, and enterotoxigenic *Staphylococcus* in goat milk from small and medium-sized farms located in Minas Gerais State, Brazil. **Journal**

- of *Dairy Science*, v.98, n.12, p.8386-8390, Dec. 2015.
- CERH. Deliberação Normativa nº 26, de 18 de dezembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga para o lançamento de efluentes em corpos de água superficiais no domínio do Estado de Minas Gerais. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 30 dez. 2008. Diário do executivo.
- CETESB. **Tecnologia de controle**: indústria de laticínios. São Paulo, 1990. 20p. (Nota Técnica, 17).
- CNRH. Resolução nº 16, de 8 de maio de 2001. Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 maio 2001.
- CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 maio 2011.
- COPAM. Deliberação Normativa nº 74, de 9 de setembro de 2004. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental de funcionamento ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2 out. 2004. Diário do Executivo.
- COPAM. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1, de 5 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 13 maio 2008. Diário do Executivo.
- DELAI, I.; TAKAHASHI, S. Corporate sustainability in emerging markets: insights from the practices reported by the Brazilian retailers. **Journal of Cleaner Production**, v.47, p. 211-221, May 2013.
- GIORDANO, G. **Tratamento e controle de efluentes industriais**. [Cuiabá]: UFMT, 2009. Apostila Efluentes Industriais.
- GOMES, A.L. **Análise técnica e econômica de filtro anaeróbio utilizado para tratamento de efluentes líquidos de uma indústria de laticínios**: estudo de caso. 2006. 99f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- HEALY, M.; CAWLEY, A.M. Nutrient processing capacity of a constructed wetland in western Ireland. **Journal of Environmental Quality**, v.31, n.5, p.1739-1747, Sept. 2002.
- IGAM. Portaria nº 29, de 4 de agosto de 2009. Convoca os usuários de recursos hídricos da sub bacia que indica para a Outorga de Lançamento de Efluentes, e dá outras providências. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2009. Diário do Executivo.
- LEITE, B.Z.; PAWLOWSKY, U. Alternativas de minimização de resíduos em uma indústria de alimentos da região metropolitana de Curitiba. **Revista de Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v.10, n.2, p. 96-105, abr./jun. 2005.
- MACHADO, R.M.G. et al. **Controle ambiental nas pequenas e médias indústrias de laticínios**: Projeto Minas Ambiente. Belo Horizonte: Segrac, 2002. p.223.
- MARCHI, C.M.D.F. Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamento corporativo brasileiro frente à logística reversa. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v.1, n.2, p.118-135, jul./dez. 2011. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/pgc>>. Acesso em: 9 jun. 2017.
- MARSHALL, K.R.; HARPER, W.J. The treatment of wastes from the dairy industry. In: BARNES, D.; FORSTER, C.F.; HRUDEY, S.E. (Ed.). **Surveys in industrial wastewater treatment**. London: Pitman, 1984. v.1 Food and allied industries, cap.5, p.296 -376.
- MENDONÇA, H.V. de; OMETTO, J.P.H.B.; OTENIO, M.H. Production of energy and biofertilizer from cattle wastewater in farms with intensive cattle breeding. **Water, Air, & Soil Pollution**, v.228, n.2, p.72, Feb. 2017.
- MENDONÇA, H.V. de et al. Remoção de nitrogênio e fósforo de águas residuárias de laticínios por sistemas alagados construídos operando em bateladas. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v.7, n.2, p.75-87, 2012.
- MENDONÇA, H.V. de et al. Sistemas alagados construídos em bateladas: remoção de demanda bioquímica de oxigênio e regulação de pH no tratamento de efluentes de laticínios. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v.10, n.2, p.442-453, abr./jun. 2015.
- MINAS GERAIS. Decreto nº 41.578, de 8 de março de 2001. Regulamenta a Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 9 mar. 2001. Diário do Executivo, p.1.
- MINAS GERAIS. Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 30 jan. 1999. Diário do Executivo, p.3.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Regularização ambiental estadual**. Belo Horizonte, [2010]. Disponível em: <<http://www.semamg.gov.br/regularizacao-ambiental>>. Acesso em: 9 jun. 2017.
- PEREIRA, V.S.; JARDIM, A.C.S.; SANTOS, A.C. dos. A incorporação da variável ambiental nas agroindústrias exportadoras de derivados lácteos de Minas Gerais. **Contextus**: Revista Contemporânea de Economia e Gestão, Fortaleza, v.7, n.1, p.103-112, jan./jun. 2009.
- SILVA, D.J.P. da. **Resíduos na indústria de laticínios**. Viçosa, MG: UFV, 2011. 20p. (UFV. Sistema de Gestão Ambiental).
- SPERLING, M. von. **Princípios de tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte: UFMG - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. v.1: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.
- TELES, C.D. et al. Characterization of the adoption of environmental management practices in large Brazilian companies. **Journal of Cleaner Production**, v.86, p.256-264, Jan. 2015.
- ZOCCAL, R. Alguns números do leite. **Balde Branco**, São Paulo, ano 51, n.623, p.8, set. 2016.

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. Tem como finalidade a 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 (português e inglês):** deve ser claro, conciso e indicar a ideia central, podendo ser acrescido de subtítulo. Devem-se evitar abreviaturas, parênteses, fórmulas e nomes científicos 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 e-mail.
Exemplo: Eng. Agrônomo, D.Sc., Pesq. EPAMIG Sul/Bolsista FAPEMIG, Lavras, MG, epamisul@epamig.br;
- resumo/abstract:** deve ser constituído de texto conciso (de 100 a 250 palavras), com dados relevantes sobre a metodologia, resultados principais e conclusões;
- palavras-chave/keywords:** 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.

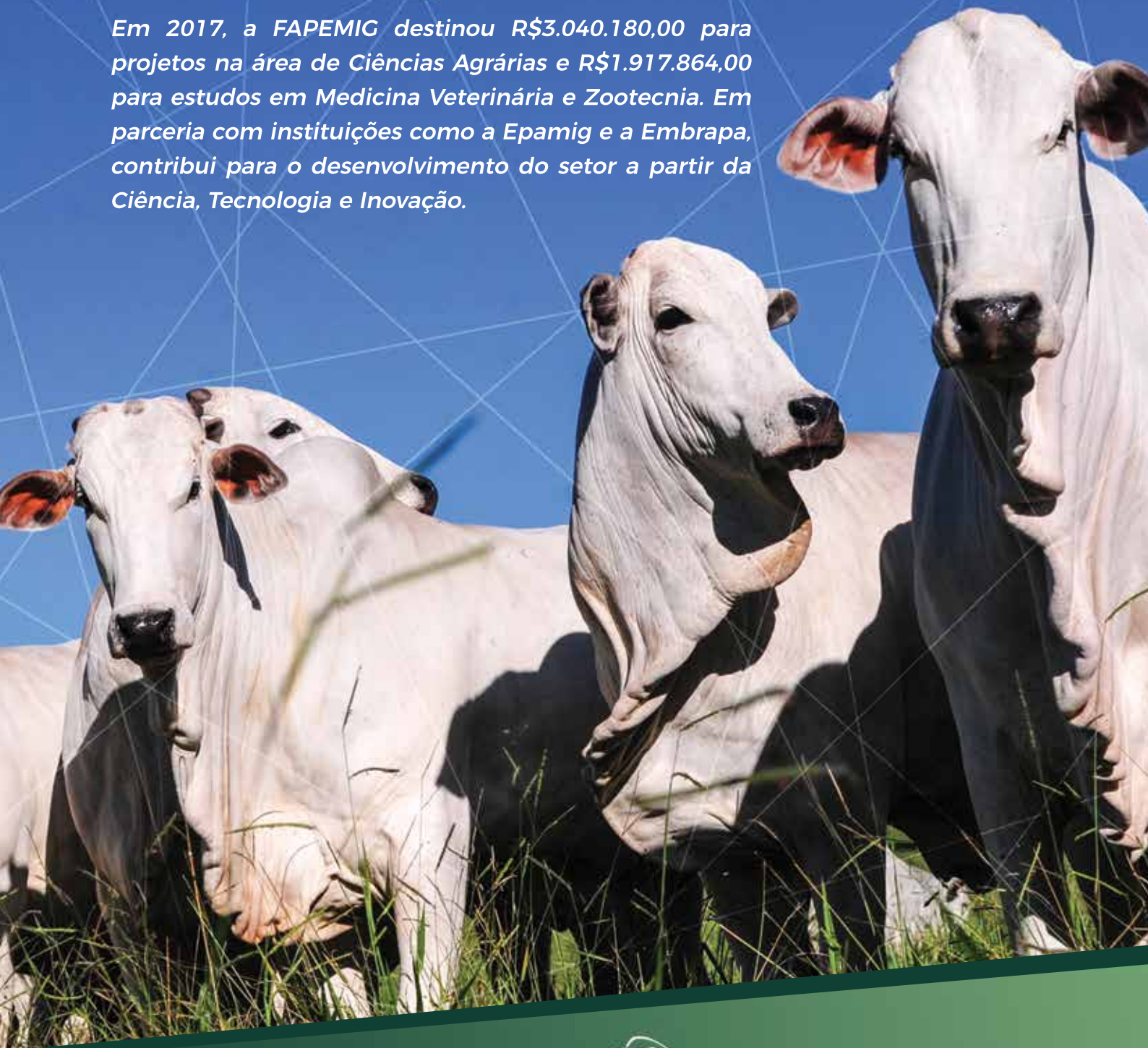
Com relação às citações de autores e ilustrações dentro do texto, também deve ser consultado o Manual para Publicações da EPAMIG.

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.

A FAPEMIG INVESTE NA AGROPECUÁRIA MINEIRA



Em 2017, a FAPEMIG destinou R\$3.040.180,00 para projetos na área de Ciências Agrárias e R\$1.917.864,00 para estudos em Medicina Veterinária e Zootecnia. Em parceria com instituições como a Epamig e a Embrapa, contribui para o desenvolvimento do setor a partir da Ciência, Tecnologia e Inovação.



Saiba mais:
www.fapemig.br



SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E ENSINO SUPERIOR





1 bilhão de pessoas em todo mundo consomem nossos ingredientes.

A Chr. Hansen é uma empresa global de biociência que oferece soluções naturais e inovadoras, melhorando os alimentos, a saúde e a produtividade. Oferecemos para a indústria láctea uma linha única de soluções:

- Coagulantes
- Culturas para queijos e iogurtes
- Culturas probióticas
- Culturas de bioproteção
- Enzimas: lactase e melhoria de rendimento em queijos
- Kits de testes para detecção de resíduos de antibióticos no leite ou nível de hidrólise da lactose.

CHR HANSEN

Improving food & health

Chr. Hansen Ind. e Comércio Ltda, Rodovia Visconde de Porto Seguro, 2860, Valinhos, Brasil
+ 55 19 3881 8300, www.chr-hansen.com