

O AUTOR

MÚCIO M. FURTADO, Ph.D.



Múcio nasceu em Carrancas (Traituba), no Sul de Minas, na região mais queijeira do Brasil, consagrada pelos pioneiros laticinistas dinamarqueses, nos anos 20 e 30 do século passado. No início dos anos 1960, estudou no Grupo Escolar “Sarah Kubitschek” e no Ginásio “Coronel Rozendo”, em Carrancas. Em seguida, ainda um menino, foi estudar em Juíz de Fora, no famoso Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”, onde diplomou-se técnico em laticínios em 1970. Em 1979, graduou-se em Farmácia e Bioquímica pela Universidade Federal de Juíz de Fora. Em 1982 e 1985, tornou-se Mestre e Ph.D. em Ciência dos Alimentos, respectivamente, pela Michigan State University, em East Lansing, Michigan, nos Estados Unidos. Fez vários cursos e estágios na França, e trabalhou por 2 anos como consultor informal em tecnologia de queijos para a FAO na América Latina.

Além de professor e pesquisador do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes” por muitos anos, exerceu também as mesmas funções na Universidade Federal de Viçosa, por 2 anos, onde orientou diversos estudantes de pós-graduação, na área de laticínios. Nos anos 1990, transferiu-se para a iniciativa privada, sempre atuando no setor de tecnologia de queijos. Publicou cerca de duas centenas de artigos técnicos e científicos em revistas especializadas do Brasil e de muitos outros países. Durante 4 anos foi professor-visitante na Universidad de León, na região de Castilla y León, no norte da Espanha, onde lecionou sobre queijos no curso de Doutorado em Alimentos do Departamento de Veterinária. É autor de 12 livros em que trata da ciência e tecnologia dos queijos, um deles, em espanhol (2005), dedicado aos queijeiros latino-americanos, e que foi também publicado, em 2017, na Espanha, em 2ª Edição, pela EAE-Editorial Académica Española, com distribuição eletrônica em vários países. Tem apresentado cursos e conferências em quase todos os países da América Latina e também nos Estados Unidos, na prestigiosa University of Wisconsin-Madison. Tem participado naquele país, como juiz do Cheese Judging & Competition a convite da American Cheese Society e também do World Championship Cheese Contest, a convite da WCMA – Wisconsin Cheese Makers Association. Além de sua devoção aos queijos, Múcio é um apaixonado estradeiro e, frequentemente, pilota suas motocicletas Harley-Davidson Springer “Old Boy” e Indian Chief Vintage, junto a seu filho Bryan, nas sinuosas estradas mineiras e também pelos escaldantes e desolados desertos do Arizona, Califórnia e New Mexico no sudoeste norte-americano. Hoje, Múcio trabalha na DowDuPont Specialty Products (DuPont), Nutrition & Health Division, em São Paulo, onde exerce a função de Senior Principal Application Specialist, viajando seguidamente pelo continente latino-americano, visitando fábricas, fazendo queijos e apresentações técnicas e apoiando clientes, o que o mantém em contato permanente com os mais experientes queijeiros das Américas.

ISBN 978-85-64217-02-7



MÚCIO M. FURTADO, Ph.D.

Queijos Semiduros

Queijos Semiduros

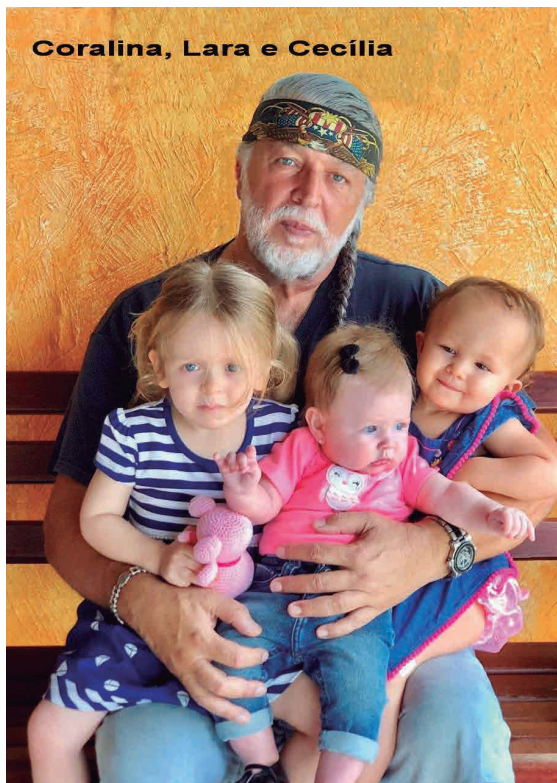


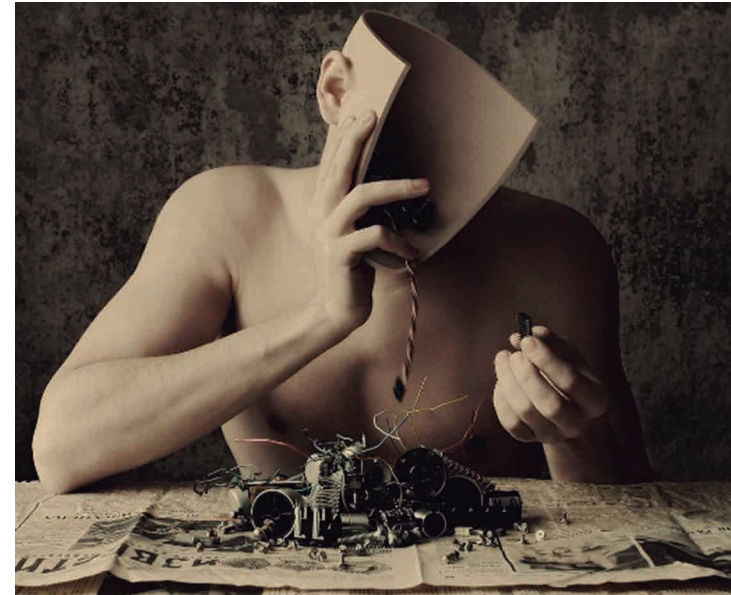
Múcio M. Furtado, Ph.D.



2019

Coralina, Lara e Cecília





"Um brinde aos loucos, desajustados, rebeldes, criadores de casos... Peças redondas em buracos quadrados... Aos que vêem coisas de forma diferente, que desprezam regras...! Aos que imaginam, exploram, inventam, curam... Eles criam e inspiram! Talvez vieram mesmo para ser loucos... Quem mais pode fitar uma tela em branco e vislumbrar um trabalho de arte? Ou sentar em silêncio e ouvir uma música que nunca foi escrita? Enquanto uns os vêem como loucos, nós os vemos como gênios! As pessoas que mais importam são as enlouquecidas... Aquelas que são loucas para viver, loucas para falar, loucas para serem salvas, desejosas de tudo ao mesmo tempo, aquelas que nunca bocejam ou dizem mesmices, as que queimam, queimam, queimam... como fabulosas velas romanas amarelas explodindo como aranhas através das estrelas...!!"

-John Appleseed, 1774-1845 / Jack Kerouac, 1922-1969

© 2019 Setembro Editora
Queijos Semiduros
1ª Edição - julho de 2019 - São Paulo, SP, Brasil
ISBN: XXXXXXXXXXXXXXXX
Tiragem: XXXXXXXX exemplares
Impressão: XXXXXXXX

Projeto e Edição
Luiz José de Souza

Projeto Gráfico do Livro
Setembro Editora

Produção Gráfica
Fábio Ruiz

Revisão
XXXXXXXX

Capa
Design da capa : Bryan Lempk Furtado
Foto: Raspagem do Queijo do Reino, Laticínios Edem, Bom Jesus do Vermelho,
Serra da Ibitipoca, MG.
Autor da foto: Múcio M. Furtado

Foto da contra capa:
Autora: Eliana Lempk Furtado

Contato do autor:
mucio.furtado@dupont.com

Distribuição
Revista Indústria de Laticínios
Rua Manoel Maria Castanho, 87, Portal do Morumbi
05639-150, São Paulo, SP, Brasil
Tel.: (11) 3739-4385
E-mail: luiz.souza@revistalaticinios.com.br
www.revistalaticinios.com.br



Todos os direitos reservados. Setembro Editora © copyright.
Proibida a reprodução total ou parcial sem expressa autorização do autor e da editora.

Queijos Semiduros

MÚCIO M. FURTADO, PH.D.

1ª EDIÇÃO

SETEMBRO EDITORA
SÃO PAULO - BRASIL
2019



APRESENTAÇÃO



Eu nasci nesta casa, que fica pertinho da Estação de Trem da Traituba, em Carrancas. Fica à beira do Caminho Velho da imperial estrada Real. Está lá até hoje. É um sobrado grande, de um amarelo desvanecido, mas muito simples, com quartos e salas no andar de cima... No de baixo, papai e seus 2 irmãos de Carrancas, estabeleceram em 1940

uma venda... a Casa Furtado, mas que todos ali nas cercanias da colossal Fazenda da Traituba conheciam como a Venda do "Seo Juquinha"... Eu vivi parte de minha infância ali, no curto espaço entre a Venda e os trilhos reluzentes da RMV – Rede Mineira de Viação... Mamãe, muito zelosa, nos trazia na "rédea curta", sempre apavorada com o barulho atroz da Maria Fumaça subindo e descendo pelos tortuosos trilhos da RMV, que papai, jocosamente, chamava de Ruim Mas Vai... Nestas gavetas carcomidas e empoeiradas da memória ainda me lembro vagamente da gente simples da roça que vinha comprar fumo de rolo, querosene para as lamparinas, um canivete, pedrinhas de anil para branquear a roupa, sal grosso para o gado, 1 ou 2 quilos de fubá, de arroz ou farinha...ou simplesmente prostrar-se com papai! O "velho" tinha pouco "estudo" mas, formado nas agruras do mundo, era bom de conversa e sabia contar um "caso" com as tintas e cores mais vivas! Empolgava até os ouvidos mais moucos... Queijo, papai não vendia... Mas profeticamente, queijeiros, esses sim, apareciam... Com aquele sorriso largo, mãos ossudas e fortes, falando arrastado com o sotaque sul-mineiro que, dizem meus amigos, eu carrego até hoje... E vinha também de vez em quando, com nórdica majestade, o queijeiro de todos os queijeiros... Sim, por ali aparecia o famoso dinamarquês, Godofredo... Pálido, de bonitos olhos azuis... Ele tinha uma fábrica de queijo Prato na antiga Fazenda do Favacho e "volta-e-meia" o velho escandinavo chegava em sua motocicleta inglesa Royal Enfield, barulhenta e expressiva... Conversava com papai em um português meio atropelado, enviesado, difícil de entender... Mas papai, escolado no tosco balcão da venda e nas manhas do comércio rural, se não entendia, pelo menos interpretava com dignidade o distinto freguês... Numa dessas ocasiões, Godofredo

trocou com meu pai um alicate inglês grande por outro menor...Muitos anos mais tarde, papai vendo-me em minha Harley-Davidson, deu-me este alicate e eu ainda o tenho comigo como uma relíquia do bom escandinavo, que veio a inspirar-me na vida queijeira e estradeira... Enquanto redigia este livro, onde muito relatei sobre os pioneiros dinamarqueses, meus pensamentos vagueavam por aquelas paragens entre Carrancas, Minduri, São Vicente e Cruzília, berço dos melhores queijeiros do Brasil naqueles tempos... Ainda um menino, estagiei em suas fábricas, ouvi suas histórias, repiquei com temor, fervor e reverência suas sagradas "iscas", prenei seus elaborados queijos, lavei suas formas de madeira já tão impregnadas de cheirosas caseínas de tantos outros calendários... Anos mais tarde, já homem feito, voltei muitas vezes, para fitá-los nos olhos já embaçados pelos anos, apertar suas mãos gastas, asperamente marcadas pela dura lida diária no chão de fábrica... Não obstante o correr dos anos, deparava-me com a mesma simplicidade nascida da vida prosaica na roça, no trabalho diário em meio ao ruído infernal de latões de leite, daqueles chiados doloridos do vapor, dos toscos macalés raspando no fundo dos tanques, e do inconfundível tropel das mulas carregando pesadamente o leite de cada dia... Apesar de ter viajado pelo mundo, tão envolvido em densos temas queijeiros, minha "alma mater" nunca deixou Carrancas, meu universo difuso, onde meu espírito mineiro ainda deve vaguear livre por suas cavas incertas, cachoeiras cristalinas e montanhas abissais ...! E, certamente, vagueia pelas singelas fábricas de queijos fincadas às margens do majestoso Rio Grande ou simplesmente penduradas, quase escondidas, em um lado, ou outro, da bonita serra carranquense... Em minhas noites insones, estas imagens fugazes parecem fugir da névoa daquelas serras eternas e vêm bailar no escuro de meu quarto, formando um mosaico de perenes lembranças! Indeléveis, sei que as levarei, povoando intermitentemente o âmago de minha mente tempestuosa, pelos restos de meus dias... Ao saudoso Godofredo e àqueles homens rústicos que ele trouxe e moldou para a labuta queijeira, e a quem ensinou fazer com fé e perseverança queijos decentes e confiáveis, eu dedico este livro, não somente com meu conhecimento, mas sobretudo com todos os versos e rimas que fui guardando n'alma, desde minha infância carranquense, e por estes longos caminhos universais, até vertê-los aqui nestas paginas... É o legado do menino que se fez homem nesta incessante e encantadora jornada pela Via Láctea brasileira...

Múcio M.Furtado
Carrancas, MG,
Maio de 2019

AGRADECIMENTOS

Quero expressar meu agradecimento a estes companheiros de empresa pelo incentivo e apoio financeiro oferecido para a concretização deste livro: Zacarias Karacristo, President Brazil e Regional President Regional South America – Nutrition & Health, DowDuPont Specialty Products (DuPont) Division, Marcia Berimbau, Innovation Director South America, Nutrition & Health, Arnaldo Si-guemoto, Sales Director Central SAM e Paula Olhê Broisler Bourlegat, Dairy and Ice Cream Marketing Manager. Agradeço ainda a empresa Fermentech Comércio de Insumos para Alimentos Ltda, nas pessoas de seus diretores Nanci Ohata e Sebastião Zorzetti, pela amizade, incentivo constante e pelo valioso aporte financeiro. Sem o patrocínio de minha empresa DuPont e sem o decisivo apoio da direção da Fermentech, este livro não teria sido publicado. Obrigado, de coração, a todos vocês por permitirem que eu continue a dividir minha experiência e meu conhecimento técnico com os queijeiros de toda a América Latina.

Meu carinhoso agradecimento ao meu amigo Tom (Tonzé, Antonio Salles, Senior Application Specialist-Dairy) e companheiro de jornadas queijeiras pelo Continente, por ter redigido o prefácio deste livro. Tom conseguiu descrever e apresentar muito bem o conteúdo da obra e, mais ainda, falou como só é possível a um grande amigo, de minha trajetória, de minha personalidade e meu jeito de ser.

Um agradecimento muito especial ao meu conterrâneo carranquense Arley Estevam Teixeira de Andrade e a sua esposa Sthefany, técnicos do Laticínios Edam, em Bom Jesus do Vermelho, Minas Gerais, bem no alto da Serra da Ibi-tipoca. Eles colocaram à minha disposição o raspador de queijos do Reino, um aparato, infelizmente, em extinção, que permitiu produzir a rara e bela foto da capa deste livro.

Tenho um número enorme de companheiros queijeiros e amigos laticinistas espalhados por tantas fábricas em diferentes países da América Latina, e os guardo com orgulho em meu coração. Muitos desses amigos enviaram-me várias das fotos que ilustram este livro. Por questões éticas e de privacidade, não pude conceder-lhes o devido crédito nas preciosas fotos enviadas. No entanto, registro aqui meu penhorado agradecimento pelas generosas colaborações que tanto enriquecem o meu trabalho.



PREFÁCIO

Há tempos vinha conversando com o Múcio, entre uma viagem e outra nas andanças por essa nossa América Latina, sobre qual seria o tema do seu próximo livro e ele sempre comentava da necessidade de voltar à escrivaninha para entregar aos amigos queijeiros um livro que, além de tantos outros queijos semiduros, abordasse a produção do conhecido queijo Prato e suas variedades. Queijo este, introduzido no Brasil no início do século passado por imigrantes dinamarqueses, especialmente nas localidades do Sul de Minas Gerais, e que é largamente feito em todas as regiões do Brasil.

Foi com muita emoção que recebi o convite para preparar o prefácio desta nova obra desse ilustre amigo. É de fato uma grande responsabilidade apresentar aos leitores queijeiros esse tão aguardado e solicitado livro intitulado "QUEIJOS SEMIDUROS" que aborda com uma linguagem simples, mas não menos profunda, muito mais que as principais características e processos desses queijos, especialmente os preparados aqui pelos nossos rincões.

Este livro, que é o resultado de uma notória experiência prática e bagagem científica do Múcio, se apresenta dividido em 7 detalhadas partes, onde são discutidas as características, a produção, as peculiaridades e os defeitos mais comuns dos vários queijos semiduros, tais como o já mencionado queijo Prato, além do Gouda, Edam, Estepe, Reino, dentre outros. O Livro aborda temas de grande importância e interesse como funcionalidade, fermentações típicas e suas respectivas culturas láticas - assuntos apropriados para pesquisadores, profissionais queijeiros e estudantes latcinistas, além daqueles de graduação e pós-graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Alimentos. Já a partir da primeira parte, o leitor será conduzido a uma leitura agradável, prazerosa e tão palatável quanto os queijos temas da referida obra.

Como companheiro de trabalho, mais diretamente nesses últimos 6 anos, não posso deixar de mencionar o quanto tenho aprendido e a grande admiração que entrego a esse competente profissional, professor e meu paraninfo de turma lá na nossa escola Cândido Tostes. Falar do "Amigo Múcio" é encontrar no olhar, no bate-papo informal e nas palavras confidenciais toda a disponibilidade de uma amizade que se fortalece a cada dia. Múcio é assim: a simplicidade encontrada atrás das montanhas mineiras com aroma de café coado e um bom queijo na mesa, rodeada de uma boa prosa - um grande coração.

Finalmente, deixo com vocês mais essa obra única, concebida através de muita dedicação e empenho; uma obra bem maturada e que certamente será de grande utilidade para todos nós apreciadores da feitura de um bom queijo.

Ótima leitura a todos!

Antonio Sergio Salles (Tom)
Juiz de Fora/MG, Maio de 2019

PARTE 1- ORIGENS DOS QUEIJOS SEMIDUROS.....19

INTRODUÇÃO	19
QUEIJOS SEMIDUROS: RAÍZES DINAMARQUESAS	21
- O queijo Prato	21
- O queijo Prato daqueles tempos	22
- O legado dinamarquês e o queijo Prato de hoje	24
- Queijos semiduros: raízes holandesas	25
- O queijo Gouda	26
- O queijo Edam	28
- Do Edam à Mimolette francesa	29
- Do Edam ao Queijo do Reino	33
- Reino: um pouco da história	35
- O queijo do Reino e suas características	38
- Queijo Estepe	41
- Muenster (USA)	42
OS PIONEIROS DINAMARQUESES E O QUEIJO PRATO	43
- Thorvald Nielsen: o grande pioneiro	43
- Os outros pioneiros	44
-Axel Thosing Sorensen	44
-Lief Kaj Angelo Jens Peder Godtfredsen	45
-Hans Norremose Petersen	46
-Paul Bartholdy	49
-Valdemar Kjaer	49
-Kaj Dinensen Hansen	50
-Bruno Verner Christensen	50
-Karl Emil Jensen	51

PARTE 2- O EJETOR DE VAPOR.....53

INTRODUÇÃO	53
O SISTEMA EM SI	60
ALGUNS EFEITOS DO PROCESSO POR EJEÇÃO DE VAPOR	62
CONSIDERAÇÕES GERAIS	65

PARTE 3- PADRONIZAÇÃO E PASTEURIZAÇÃO.....67

INTRODUÇÃO	67
AVANÇOS RECENTES NA FABRICAÇÃO DE QUEIJOS	68
A PASTEURIZAÇÃO DO LEITE	71
A PADRONIZAÇÃO DO LEITE	72
- Gordura no Extrato Seco (GES) e Relação C/G (caseína/gordura).....	73
- Relação Caseína/Gordura (C/G).....	78
- Determinação Rápida de Caseínas pelo Método do Formol.....	79
- Método alternativo para determinação de caseínas.....	81
- UESD – Teor de umidade em relação ao extrato seco desengordurado.....	81

PARTE 4- FERMENTOS LÁTICOS.....85

FERMENTOS LÁTICOS: FINALIDADES	85
- Principais microrganismos usados nos fermentos.....	86
- Fermentos concentrados de uso direto.....	89
- Dosagem com bom senso e segurança.....	91
- Liofilizado e Congelado.....	91
- Divisão dos fermentos.....	93
- Liofilizado.....	93
- Congelado.....	93
- Ataque de bacteriófagos.....	94
- Rotação de fermentos.....	95
- Teste de atividade para um fermento congelado.....	96

FERMENTOS AROMÁTICOS	98
- Introdução.....	98
- Composição e denominação das culturas aromáticas (L, D e LD).....	98
- Como ocorre a fermentação aromática.....	100
- Fatores que afetam a fermentação aromática.....	102
- 1. Teor de citrato do leite.....	102
- 2. Teor de Manganês e de Magnésio do leite.....	102
- 3. Teor residual de citrato do queijo.....	103
- 4. Composição da cultura.....	103
- 5. Incorporação de O ₂ e N ₂ no leite.....	104
- 6. Textura e formação de micronúcleos na massa.....	105
- 7. A olhadura e a pressão atmosférica.....	107
- 8. Temperatura de maturação do queijo.....	108
- 9. Grau de maturação e proteólise.....	108
- 10. Formato do queijo.....	109
- 11. pH do queijo.....	109
- 12. Teor de umidade do queijo.....	110

ALGUNS PROBLEMAS RELACIONADOS À FERMENTAÇÃO AROMÁTICA	111
- Trincas.....	111
- Olhaduras periféricas.....	112
- Excesso de olhos pequenos e/ou irregulares: micronúcleos.....	112
- Sabor atípico, “green flavor”, de iogurte.....	114
- Ausência de olhaduras.....	114
- Manejo do fermento aromático propagado.....	114
- Teste empírico para avaliar CO ₂ : fundamentos.....	117
- Teste da Creatina.....	119
- Olhos propiônicos em queijos semiduros.....	120
- Algumas características da flora propiônica.....	123
- Comparativo entre fermentação aromática e propiônica.....	124
- Produção de gás por <i>Streptococcus thermophilus</i>	125

PARTE 5- PARÂMETROS DA ELABORAÇÃO.....129

PREMATURAÇÃO DO LEITE COM FERMENTO	129
- Em silos.....	129
- No tanque de fabricação.....	132

ELEVAÇÃO DA ACIDEZ DO LEITE COM ADIÇÃO DE FERMENTO	135
---	-----

CORANTE URUCUM E b-CAROTENO	136
--	-----

COAGULAÇÃO DO LEITE	139
----------------------------------	-----

- Adição de água ao leite.....	139
- Temperatura de coagulação.....	140
- Uso de cloreto de cálcio.....	142
- Quantidade de coalho.....	144
- Definição de poder coagulante: unidades.....	147
- Método rápido para calcular a força do coagulante.....	148
- Conversão da força Soxhlet em IMCU.....	149
- Fatores afetando a dose de coalho.....	150

PROCESSO NO TANQUE	150
- O corte da coalhada.....	151
- Fatores que influenciam a formação e sinérese da coalhada.....	152
- Primeira mexedura.....	153
- Dessoragem parcial da coalhada.....	156
- Evolução da acidez e efeitos.....	157
- Delactosagem.....	160
- Temperatura da água usada na delactosagem.....	163
- Intensidade da delactosagem.....	164
- Adição de sal à água de lavagem.....	166

- O aquecimento da massa.....	167
- O grão marmorizado.....	171
- A segunda mexedura.....	172
- A pré-prensagem no tanque.....	173
- Prensagem final.....	176
- Imersão do queijo em água gelada.....	182

SALGA EM SALMOURA.....	183
- Perda de peso na salmoura.....	186
- Preparação de salmoura nova.....	187
- Adição de HCl e CaCl ₂ em salmouras novas.....	188
- Balanço geral da fabricação.....	189

RENDIMENTO DA FABRICAÇÃO.....	192
- Introdução.....	192
- Causas prováveis de erros.....	193
- Fatores que afetam o rendimento.....	195
- Rendimento econômico e técnico.....	199
- Uso de madeira na maturação de queijos.....	200
- Tecnologia geral: pontos importantes.....	208

PARTE 6- ALGUNS DEFEITOS COMUNS.....211

PRODUÇÃO INDESEJÁVEL DE GASES EM QUEIJOS SEMIDUROS.....	211
--	------------

O ESTUFAMENTO TARDIO.....	211
- <i>Clostridia</i> : características.....	213
- Bacilos butíricos: contagens no leite e crescimento.....	215
- A fermentação butírica.....	218

O COMBATE AO ESTUFAMENTO TARDIO.....	219
- O uso de Nitrato de Sódio ou de Potássio.....	219
- Relação entre Nitratos e nitrosaminas.....	220
- A degerminação do leite.....	222
- O uso de lisozima.....	224

ESTUFAMENTO PRECOCE.....	225
- Prevenção e combate.....	228

FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA POR LEVEDURAS.....	230
- Prevenção e combate.....	231

SABOR AMARGO.....	233
- Amargor: outros fatores a considerar.....	236
- Borda branca.....	241

PARTE 7- PROTOCOLOS DE ELABORAÇÃO.....245

QUEIJO DO REINO.....	245
BOLA (PRATO ESFÉRICO).....	252
QUEIJO DE COALHO.....	259
GOUDA (PATEGRÁS).....	264
ESTEPE.....	260
HAVARTI (MARIBO).....	261
MINAS MEIA CURA.....	264
SAINT PAULIN.....	279
PRATO.....	282
LANCHE E COBOCÓ.....	288
MAASDAM (GRUYÈRE, COLONIA E GRUYERITO).....	288
CHANCO (MANTECOSO).....	294

BIBLIOGRAFIA.....299

PARTE I - ORIGENS DOS QUEIJOS SEMIDUROS

INTRODUÇÃO

O Brasil, se comparado a países de forte tradição queijeira, como a Argentina, Uruguai e Chile, sempre se caracterizou por um elevado número de fábricas de médio e pequeno porte, enquanto que nos países mencionados predominam fábricas muito grandes, que usam equipamentos modernos e contínuos para elaboração de queijos. Porém, nos anos mais recentes, esse panorama vem mudando rapidamente e, atualmente, há no país um grande número de fábricas modernas e automatizadas. Nesses casos, boa parte da produção destina-se a exportação e os processos tiveram que ser adaptados para obter queijos de alto padrão, com excelente qualidade microbiológica, elaborando produtos quase sempre usados como matéria-prima para fusão em países, como os Estados Unidos, ou para consumo indireto em pizzarias e lanchonetes. Assim, a formação de um bom *flavor* já nem sempre é a maior preocupação. O leite é pasteurizado em modernos sistemas de placas, onde se pasteuriza, por exemplo, de 30 a 50 mil litros de leite por hora. Virtualmente, todos esses queijos são maturados em embalagens a vácuo, ou seja, não têm casca, o que lhes confere sabor um pouco distante daqueles considerados típicos para as variedades em questão.

Vive-se hoje no Brasil, uma época em que aumenta cada vez mais o consumo indireto de queijos, seja na culinária ou em lanches rápidos e, na qual, as propriedades funcionais dos queijos tomam importância cada vez maior, superior até ao seu próprio sabor. Um exemplo claro é o alto consumo de queijo Mussarela em pizzas, podendo-se citar também o crescente uso de queijo Prato fatiado na preparação de sanduíches, entre outras utilizações. Por propriedades funcionais entende-se a capacidade que tem um queijo de derreter bem, ou de apresentar boa elasticidade quando fundido ou ainda sua habilidade em não separar demasiada gordura quando submetido a calor intenso, e sem mudar drasticamente de cor.

Porém, persistem no mercado nichos de interesse por produtos com características tradicionais de sabor, aroma e textura. Por exemplo, queijos com olhaduras sempre exerceram uma atração especial para os consumidores, o que lhes agrega maior valor de mercado. Observa-se ainda um grande interesse por queijos duros da linha do Parmesão, com um alto grau de maturação, além do forte interesse pelos queijos ditos "mofados" como o Brie, Camembert e os queijos Azuis (estilo Gorgonzola).



Minas Gerais, o estado que mais produz leite e queijos no Brasil, continua mantendo sagradas tradições que já duram quase um século, e que permitem a existência no mercado desses queijos de sabor típico, altamente apreciados pelos consumidores, sobretudo aqueles mais familiarizados com a nobre arte de saborear queijos. E em Minas Gerais, alguma regiões, como o Sul de Minas e a região dos Campos das Vertentes, na Serra da Mantiqueira, estão entre as que produzem os melhores queijos, com especial destaque para queijos ditos "semiduros" como o Prato ou o Gouda e o queijo do Reino, cujas origens e características confundem-se nos primórdios do nascimento da indústria queijeira no país.

QUEIJOS SEMIDUROS: RAÍZES DINAMARQUESAS

O QUEIJO PRATO

Um olhar histórico sobre a introdução do **Queijo Prato** no Brasil não só revela fatos curiosos sobre suas origens nórdicas, como também permite vislumbrar passagens fascinantes da saga audaciosa daqueles corajosos dinamarquês que, ao embarcarem nos antigos portos de Copenhague ou de Hamburgo, deixaram seu país natal para cruzar o imenso Atlântico e se aventurarem nesta longínqua terra tropical, onde realizariam sonhos longamente acalentados, fincariam novas e profundas raízes, teriam filhos e netos e escreveriam as páginas iniciais e mais marcantes da epopeia laticinista brasileira. O legado histórico desses escandinavos sonhadores ultrapassa facilmente seus aspectos industriais e perdurará nos tempos que ainda virão pelos reflexos formidáveis que deixou na arte brasileira de fazer um bom queijo. Paul Bartholdy, fundador do Laticínios Campo Lindo, foi um desses abnegados pioneiros. A escolha do Sul de Minas não terá sido apenas pela abundância do leite, mas muito provavelmente porque as campinas verdejantes e os campos vertentes lhes evocavam paisagens saudosas da Dinamarca distante.



O **Queijo Prato** é resultante da adaptação da tecnologia de consagrados queijos elaborados em países, como Dinamarca e Holanda. Foi introduzido no Brasil no início da década de 20, quando aqui aportaram os primeiros imigrantes dinamarqueses. Sendo o Prato um queijo semi-duro, de massa lavada, acredita-se que sua tecnologia original baseou-se, sobre-

tudo, naquela de queijos como o Tybo, Elbo, Fynbo, Havarti e o Danbo, amplamente fabricados na Dinamarca. Há indícios de que os métodos utilizados pelos holandeses na elaboração de seu queijo Gouda tenham sido também aplicados pelos dinamarquês nesse lento processo de adaptação de tecnologia para elaborar queijos semiduros em um país tropical como o Brasil, como por exemplo, a adoção de temperaturas mais elevadas no semi-cozimento da massa. Naquela época os queijos tinham formato predominantemente cilíndrico (3 a 4 Kg), baseado no queijo Fynbo dinamarquês, sendo que suas dimensões facilitavam colocá-lo em um prato no momento de ser consumido, o que teria dado origem à denominação "Prato". Outro queijo que surgiria, alguns anos mais tarde, foi o Estepe, de formato quadrado, pesando cerca de 5 Kg, cuja tecnologia teria sido inspirada no queijo Danbo dinamarquês, de mesma dimensão e formato. Há quem diga que o Estepe original era fabricado nas estepes russas e sua tecnologia teria sido trazida para o Brasil por escandinavos que trabalhavam em laticínios na Rússia. A diferença marcante na adaptação da tecnologia desses queijos dinamarqueses para o queijo Prato foi a exclusão do uso de cultivos de crescimento superficial como, por exemplo, *Brevibacterium linens*, que por sua acentuada ação proteolítica confere forte sabor e aroma a queijos como o Danbo. Um queijo Prato com sabor tão pronunciado não seria muito apreciado no Brasil. O formato retangular, em tudo similar ao queijo Tybo dinamarquês, só seria introduzido no Brasil algumas décadas mais tarde, possivelmente para facilitar o fatiamento do queijo Prato e sua utilização em sanduíches.

O QUEIJO PRATO DAQUELES TEMPOS

O queijo Prato criado pelos dinamarqueses era bastante diferente do queijo que é amplamente consumido, hoje, no Brasil. Como não havia grande disponibilidade de pasteurizadores de placas, o leite era pasteurizado por ejeção ou injeção direta de vapor. Na verdade, tratava-se de uma termização, pois a temperatura raramente ultrapassava a 68°C por um tempo de poucos minutos. Havia uma condensação de vapor no leite, que podia chegar a 15% do volume total, e a água resultante "lava" a coalhada, tornando o queijo tipicamente suave, bem agradável ao paladar brasileiro. Além disto, o leite era resfriado em resfriadores de cascata, abertos, onde sofria uma desodorização rudimentar que certamente contribuía para as características típicas daquele queijo. Como os tan-

ques eram de paredes simples, um considerável volume de água quente era usado para aquecer a massa, lavando-a ainda mais. Enquanto que na Europa os queijos similares eram feitos com semi-cozimento da massa a 36-38°C, no Brasil era necessário subir até 42°C, para firmar mais a massa para que o queijo suportasse melhor as difíceis condições de transporte e de comercialização daquela época. Os fermentos utilizados eram a base da famosa "Flora Dânica", culturas "aromáticas" ou heterofermentadoras, que produziam acetoina e diacetil, dando mais aroma ao Prato, além de algumas olhaduras lisas e ovas. Esse processo era facilitado pelo fato de que, frequentemente, os queijos eram curados em câmaras semi-subterâneas, à temperatura ambiente, onde formavam uma casca fina e amarelada, sob a qual, a massa era sempre macia e untuosa, pois se trabalhava sempre com leite integral, já que as fábricas não tinham padronizadoras e, às vezes, nem mesmo simples desnatadeiras. A partir dos anos 40, tornou-se popular o uso do ejetor de vapor para pasteurizar o leite, um processo criado pelo inventivo Valdemar Kjaer em sua fábrica de Coqueiral, em Minas Gerais. Nesse sistema, o vapor de alta pressão passando por um tubo de Venturi é "estrangulado" e, ao expandir-se cria vácuo, que aspira o leite de um tanque adjacente, bombeando-o para outro tanque suspenso cerca de 2 m acima da plataforma de recepção de leite, de onde cai, por gravidade, para o resfriador de cascatas e, daí, através de calhas, para os tanques de fabricação de queijos. Nesse processo, o leite geralmente é apenas termizado e permite a sobrevivência de bactérias nativas, originárias das regiões montanhosas de pastagens, típicas do Sul de Minas e dos Campos das Vertentes. Atualmente, essa microbiota nativa é conhecida como NSLAB (sigla que corresponde em inglês a "Non-Starter Lactic Acid Bacteria") e sabe-se que pode contribuir de forma expressiva para diferenciar o sabor e aroma de um queijo de uma região para outra, às vezes vizinha. Como exemplo pode-se citar a flora propiônica, que sempre conferiu um "bouquet" típico aos queijos semiduros elaborados na região Sul de Minas Gerais.



O LEGADO DINAMARQUÊS E O QUEIJO PRATO DE HOJE



Ao longo dos últimos 70 anos, o queijo Prato vem sofrendo inúmeras modificações, sejam em sua tecnologia ou na maneira como é consumido. Por ter se tornado um dos queijos mais fabricados no Brasil, juntamente com a Mussarela, foi inevitável o uso de equipamentos mais modernos e diferentes métodos de fabricação e maturação, o que fez com que o queijo Prato se distanciasse de suas características originais e se tornasse um queijo de padronização mais difícil. Enquanto que na primeira metade do século XX havia um grande número de fábricas pequenas e médias, com equipamentos mais simples, no final de século, as empresas concentraram suas operações em unidades de grande porte e mais mecanizadas. As principais modificações observadas no queijo Prato dizem respeito à sua textura e sabor, sem mencionar mudanças no formato, que tradicionalmente era cilíndrico. Dificilmente se encontra, hoje, no mercado, um queijo Prato com características similares àsquelas típicas dos queijos elaborados pelos pioneiros dinamarqueses. Enquanto aqueles queijos apresentavam-se com textura mais aberta, e algumas olhaduras lisas, ovais e brilhantes, hoje, o Prato é predominantemente de massa fechada ou até mesmo apresentando algumas olhaduras mecânicas. No tocante ao sabor e aroma, tem grande influência o tipo de fermento utilizado. Outrora, os fermentos eram do tipo LD, à base de bactérias produtoras de ácido láctico, aroma e gás carbônico, que conferiam ao queijo um sabor típico e uma massa mais aberta, com olhos lisos e regulares. Devido a mudanças nos hábitos de consumo, atualmente, utiliza-se mais culturas homofermentadoras, do tipo "O", que produzem um queijo Prato de massa fechada e de aroma

bem mais suave, mais adequado ao fatiamento, para consumo indireto em lanches e sanduíches ou outros usos culinários. Ou seja, o bom fatiamento tornou-se um requisito essencial para o queijo Prato. Outro fator é a substituição de culturas propagadas pelo uso cada vez mais crescente de culturas concentradas, de inoculação direta. Infelizmente, nem sempre os queijos são maturados integralmente, sendo lançados precocemente no mercado, o que impossibilita que as culturas lácticas levem a termo sua função de maturar o queijo. Nota-se ainda, atualmente, uma tendência cada vez maior do uso de películas plásticas impermeáveis ao oxigênio e outros gases durante a maturação, o que pode afetar sensivelmente o sabor do queijo, uma vez que ele deixa de "respirar" durante esse período. Antigamente, os queijos eram maturados sem embalagem e apresentavam casca. Obviamente, o custo de produção era sensivelmente mais elevado, mas ganhava-se em sabor e apresentação. Finalmente, o uso de pasteurizadores a placas foi outro fator que também contribuiu para as modificações no queijo Prato. Além de desnaturar mais as soro-proteínas, a pasteurização por esse sistema elimina mais bactérias da flora propiônica, que sempre estiveram presentes naturalmente no leite produzido em boa parte do Sul de Minas e na região dos Campos das Vertentes, conferindo ao queijo um sabor ligeiramente adocicado, muito típico dos queijos dessas regiões. Ainda hoje podem ser encontradas algumas pequenas fábricas de queijo Prato no Sul de Minas que mantiveram o uso do ejetor de vapor e resfriador de cascata, produzindo queijo Prato (e variedades similares como o Bola e o Gouda) com as mesmas características daqueles queijos produzidos nas décadas de 20 e 30 pelos pioneiros dinamarqueses.

QUEIJOS SEMIDUROS: RAÍZES HOLANDESAS



O Gouda e o Edam foram os queijos de origem holandesa que se tornaram mais tradicionais no Brasil e passaram a fazer parte marcante da história laticinista do país. Suas origens no Brasil remontam ao final do século XIX, sempre no estado de Minas

Gerais. É óbvio que ambos os queijos sofreram consideráveis modificações em sua tecnologia para adaptação ao clima tropical. O Gouda passou. Inicialmente, por mais adaptações de tamanho, já que na Holanda é. Geralmente, fabricado em formas grandes, que podem chegar a 20 kg. Posteriormente, houve também modificações na textura do queijo, que passou a apresentar olhaduras maiores e sabor mais adocicado. O Edam foi o que sofreu mais modificações e, a tal ponto, que ganhou nova denominação, queijo de Reino, com textura muito diferente, muito mais seco e duro e quase sem olhos aromáticos.

O QUEIJO GOUDA

O Gouda é um dos queijos mais famosos do mundo. Foi fabricado originalmente nas imediações da cidade holandesa de mesmo nome, situada a sudeste de Haia, perto da cidade portuária de Rotterdam, com o nome original de Goudse kaas. Até hoje, mantém-se em Amsterdam, o famoso mercado do queijo, numa praça em frente a Weight House (datado de 1668). O Gouda



responde por mais da metade dos queijos feitos na Holanda, um país tipicamente exportador. A denominação Gouda caiu no domínio público e é usada mundialmente sem restrições. Na Holanda, o peso varia de 4 a 20 kg (média de 12 kg) em formato cilíndrico tradicional. O teor de gordura é alto, cerca de 49% no extrato seco. O queijo pode ser maturado por diferentes períodos, mas aquele destinado ao mercado externo é maturado, em geral, até 6 meses, tipicamente coberto com parafina de cor vermelha ou amarela. Esses queijos são um pouco mais macios e podem ser fatiados sem problemas. O sabor é suave, com aroma bem perceptível, e apresenta alguns olhos, pequenos e ovalados, ou mesmo irregulares. Na Holanda, encontra-se queijo Gouda extra-maturado, por até 36 meses, coberto com parafina laranja ou amarela e, com frequência, negra. Esse queijo tem sa-

bor muito mais forte e massa mais seca (que não fatia facilmente), mas que se "dissolve" na boca, tão alto é o grau de proteólise. Uma das características mais típicas de queijos Gouda super curados é a presença dos cristais de Tirosina, que podem ser vistos na massa como pontos esbranquiçados e de consistência firme, lembrando certa arenosidade. A Tirosina é um aminoácido de baixa solubilidade em água e, ao final da maturação, por ação de aminopeptidases de cultivos lácticos e de NSLAB, é liberado da matriz de caseína e acaba por se cristalizar na parte aquosa do queijo. É um sinal de queijos muito envelhecidos e de alta qualidade, com sabor e aroma muito intensos e massa muito fina e solubilizada.

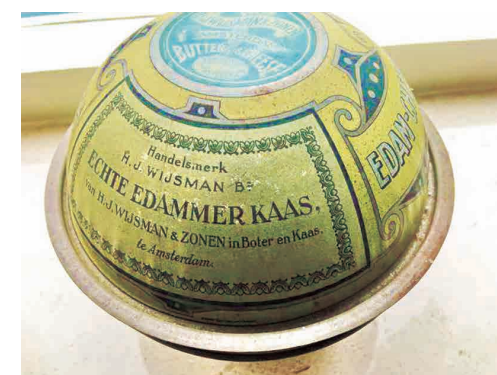


Um dos queijos Gouda de longa maturação mais conhecidos no mundo é o Oud Amsterdam Kaas (Old Amsterdam) parafinado em negro, de sabor muito agradável e robusto, meio seco e bastante firme. A marca de Gouda mais conhecida internacionalmente é o Prima Donna. Muito similar também é o Gouda envelhecido conhecido por Oud Brugge, firme e de massa mais seca e até com cristais de tirosina. Existem sub-variedades, como um Baby-Gouda, ou o Lunch

Cheese, que deu origem a denominação queijo Lanche, usada no Brasil para uma variedade, de menor porte, do queijo Prato.

Quando o Gouda é fabricado artesanalmente em fazendas, a partir de leite cru, é chamado de *Boerenkaas*.

No verdadeiro queijo Gouda, a presença de olhaduras de origem propiônica é considerada um defeito. Em alguns países latino-americanos, com frequência se utiliza essa flora na elaboração



do Gouda, como forma de garantir a presença de olhaduras. Obviamente, o queijo fica descaracterizado em relação a seu original, mas apresenta assim um apelo maior ao consumidor.

O QUEIJO EDAM



O queijo Edam (*Edammer kaas* em holandês) é tradicionalmente vendido em seu formato esférico, coberto com parafina vermelha ou amarela. Seu nome vem de sua cidade de origem na Holanda, Edam, que fica numa província ao norte do país. Seu sabor é suave, com

aroma não muito pronunciado e pode apresentar alguns olhos pequenos e ovalados. A massa é macia e flexível. Seu teor de gordura (cerca de 41 % no extrato seco) é mais baixo do que aquele encontrado no Gouda. O peso aproximado do Edam é de 2 kg, mas pode ser também encontrado em peso de 1 kg, com a denominação de Baby Edam. Às vezes, é também elaborado com sementes de cuminho, que lhe dão um sabor particular. Quando parafinado de verde, denota a presença de ervas finas na massa. O período de maturação normal é de 6 a 7 semanas, mas como no caso do Gouda, pode ser extra-curado por muitos meses, apresentando um sabor muito mais acentuado e, nesse caso, é recoberto com parafina negra.

Na França, existe uma “variedade” do Edam, chamada Mimolette (ou *Boule de Lille*) que carrega uma história curiosa. Sua fabricação iniciou-se na região de Lille, no norte da França, (hoje divisa com a Bélgica), na época do reinado de Luiz XIV. Os habitantes da região de Flandres, hoje pertencente à Bélgica, eram muito ligados culturalmente à Holanda, mas devido à proibição do rei, não podiam mais importar os apreciados produtos holandeses, dentre os quais, o queijo Edam. Por isso, tiveram que desenvolver seu próprio produto, que veio a ser o Mimolette, ainda hoje, largamente fabricado e apreciado na França, apesar de destoar bastante do perfil de um típico queijo francês. O queijo, também esférico, pesa de 3 a 4 kg, e se parece com Edam, com a massa de cor amarela-alaranjada internamente e de sabor suave.

DO EDAM À MIMOLETTE FRANCESA

A Mimolette é um queijo extremamente peculiar. Pode-se dizer que, sob certas circunstâncias, nasce como um queijo semi-duro e termina sua maturação como um queijo duro. A Mimolette francesa é fabricada com uso de fermentos lácticos mesofílicos, tipo LD, bem ao estilo de um queijo Edam holandês. Entretanto, o que a torna tão peculiar é uma fase da sua maturação: é curada com a improvável ajuda de **ácaros**, a conhecida **punilha**, temor de qualquer queijeiro idôneo que elabore um queijo duro de longa maturação. A Mimolette é um dos raríssimos queijos que contam com ácaros em sua cura. Há referências a um outro queijo similar, que é feito na Alemanha, chama-se *Milbenkase*, e só é fabricado no vilarejo de Wurchwitz, no estado da Alta Saxônia.

A Mimolette, durante muito tempo, foi conhecida como *Boule de Lille*, ou *Vieux Hollande* por ser fabricada na cidade de Lille, em Flandres, no extremo norte da França, bem na fronteira com os Países Baixos (Holanda). Nos Países Baixos, sempre se fabricou um queijo similar, esférico, mas de casca



lisa e quase sempre pintada ou parafinada. Ao que parece esse queijo, talvez um ancestral do Edam, “nacionalizou-se” francês por um desses inesperados golpes do destino. Nessa região francesa, Flandres sempre se apreciou muito esse queijo esférico, que era importado da Holanda. Assim foi até o ano de 1675, época em que ocupava o trono francês o *Rei Luiz XIV*, também conhecido como *Rei Sol*, soberano da França por longos 72 anos. Esse rei entrou em guerra com os Países Baixos e seu Ministro da Economia, *Jean Baptiste Colbert*, mandou fechar as fronteiras e cortou pela raiz a importação do saboroso queijo Edam, ao mesmo tempo que exigiu que se fizesse em solo gaulês, um queijo tal e qual aquele que sempre importaram dos holandeses.

Assim nasceu a Mimolette, como uma bola grande, maior do que um Edam, com cerca de 2,5 a 3,5 kg, e bem mais alaranjada, pois os gaulêses

capricharam na dose do "rocou", como é chamado o corante de urucum na França. A Mimolette nos dias de hoje, só é feita em 2 fábricas na França, uma na Normandia, que é a *Cooperativa Isigny-Sainte-Maire*, e a outra em *Saint-Florent-le-Vieil*, na região do *Loire-Atlantique*, na empresa Lactalis. Todo o processo assemelha-se àquele de um Edam, usando os mesmos fermentos mesofílicos, contendo microrganismos da flora aromática (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* e *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*) e com o semi-cozimento da massa a cerca de 40°C, seguido das tradicionais fases de dessoragem, prensagens, enformagem etc. As bolas são salgadas por 2 dias e, antes de ir para a maturação, passam por um "sechoir, que é uma sala de secagem. Após um curto período de prematuração, são então transportadas para depósitos na região de *Nord-Pas de Calais*, próximo a Lille, onde por lei devem terminar a maturação, que pode se estender por até 2 anos. Inicialmente, os queijos são deixados a maturar por cerca de 60 dias, à temperatura ambiente, em salas com paredes de tijolos à vista e rústicas prateleiras de pinho (um ambiente que remete à "pindoba", aquela tradicional sala sem refrigeração, para curar o queijo do Reino no Brasil). Não sendo os queijos protegidos por nenhum tipo de embalagem, forma-se uma robusta casca que, em pouco tempo, fica coberta de fungos de origens diversas, presentes naqueles ambientes.



Estando os queijos bem secos e cobertos de mofo, após esse período inicial de cura, os ácaros são pulverizados sobre eles. É necessário aguardar esse período, porque, em uma primeira fase, as "punilhas" alimentam-se dos fungos na casca da Mimolette, alí se multiplicando de forma espantosa.

É fato bem conhecido que o crescimento de ácaros ou punilhas ocorre mais facilmente em queijos de longa maturação, que permanecem por um período prolongado em ambientes secos, de preferência abaixo de 60% de umidade relativa do ar, e em temperaturas um pouco mais elevadas, que não sejam as costumeiras de refrigeração, usadas para os queijos tradicionais. É exatamente o que acontece com a Mimolette. Ácaros são bastante inibidos em locais frios, porém crescem vertiginosamente em ambientes empoeirados, alimentando-se de matéria orgânica rica em proteína e gordura, particularmente quando esta é infestada por bolores, como é frequente em queijos com casca. Há um grande número de espé-

cies de ácaros, mas as que mais atacam os queijos pertencem aos gêneros *Tyroglyphus* ou *Tyrophagus*. Nesses gêneros, algumas espécies são frequentemente encontradas em locais de maturação de queijos, tais como *T. siro* (o mais comum e que é usado extensivamente na Mimolette), *T. Longior*, *T. Farina* e *T. putrescentiae*.

Ácaros atacam, particularmente, queijos duros, multiplicando-se de forma extremamente rápida. Um casal pode produzir cerca de 500.000 descendentes em 30 dias. O macho mede cerca de 0,4 mm e as fêmeas, 0,65 mm, sendo visíveis a olho nú. Botam ovos e, cerca de 10 a 12 dias, após sua postura, nascem as larvas, reiniciando o ciclo. Tão logo atinjam a fase adulta, as punilhas, de forte ação caseolítica, consomem o queijo, formando uma camada cinzenta (como se fosse uma poeira grossa), composta de ácaros vivos ou mortos (seu ciclo de vida é de apenas 3 semanas), excrementos e queijo decomposto. Aos poucos cavam grotas e estrias minúsculas na casca da Mimolette. Sabe-se que o *Tyrophagus siro* é o ácaro mais usado na cura da Mimolette, por ser mais fácil de se controlar. Os franceses o chamam de "siron", enquanto que em Wisconsin os nomeiam "mites". Quando seu crescimento sobre o queijo é bem controlado, como ocorre na Mimolette, não chega a alterar seu sabor, mas se queijos contendo ácaros são consumidos, podem causar problemas estomacais e diarreias. Portanto, queijos maturados com presenças de ácaros, não devem ser ingeridos se ainda houver presença da punilha na casca ou em seu interior.



Uma vez constatado um adequado crescimento de ácaros na casca, há que se permitir que façam seus pequenos túneis e cavas na casca do queijo, mas sem que se aprofundem muito. Em hipótese alguma, a Mimolette pode apresentar rachaduras, pois os ácaros podem aí penetrar, degradar o miolo do queijo, tornando virtualmente impossível sua remoção. O único interesse é que os ácaros formem as estrias apenas na casca, com poucos milímetros de profundidade, e não penetrem mais profundamente no queijo, sob o risco de comprometer seu sabor e tornar quase impossível sua remoção completa. Essa fase pode durar várias semanas, em função das condições do ambiente (umidade do ar e temperatura). Assim, atento ao andamento do degradação da casca, a cada semana o "caviste" (queijeiros encarregados da cava de maturação) escova os queijos com *maior* ou menor *intensidade*, permitindo um crescimento controlado dos corrosivos ácaros. O ponto ideal é quando a casca se apresenta com grande número de "trilhas". Nesse momento, o processo deve ser interrompido. As Mimolettes são então **completamente** limpas e livres de quaisquer vestígios de ácaros. São levadas para câmaras de temperatura controlada a 15°C, para completar o período de maturação. É fundamental assegurar-se de que não há mais nenhum resquício de ácaro, larva ou ovo. Cada forma poderá ser raspada com diferentes intensidades, a casca ficará *mais* ou *menos* lisa e o queijo estará apto a ser embalado. Há muitas situações em que o queijo *não é raspado* e após ser criteriosamente limpo, é comercializado mostrando aquela casca típica, cheia de estrias. Cada Mimolette de aproximadamente 3,2 kg, ao final da maturação, terá consumido em sua elaboração cerca de 40 litros de leite.

Considerando o processo de maturação da Mimolette, observa-se que esse queijo passa por 3 fases distintas. Primeiramente tem semelhança com um queijo Edam jovem e macio. Depois, com várias semanas de cura, vem a parecer-se com um queijo do Reino bem curado, firme e mais seco. E finalmente, torna-se a Mimolette verdadeira, curada por 18 meses, extradura (umidade de 32%) e muito seca, de cor



profundamente alaranjada. Os franceses apresentam a Mimolette em 4 categorias distintas, de acordo com o tempo de maturação:

CATEGORIA	DISTINÇÃO	TEMPO DE CURA (meses)
Nova	-----	3
Meio-curada	-----	6
Envelhecida	Etiqueta vermelha	12
Extra-envelhecida	Etiqueta vermelha	18

A Mimolette ganhou reputação internacional e passou a ser exportada pelos franceses. Há alguns anos, a FDA-Food and Drug Administration americana chegou a proibir por quase 1 ano sua entrada nos Estados Unidos, alegando eventuais riscos de saúde para o consumidor, devido à participação dos ácaros na maturação do queijo. Posteriormente, em virtude de trabalhos e análises conduzidos naquele mesmo país, que comprovaram a inocuidade da Mimolette, a importação foi novamente liberada e permanece assim até os dias de hoje.

DO EDAM AO QUEIJO DO REINO

O queijo do Reino é um caso clássico de um produto tipicamente europeu, que foi inteiramente adaptado às condições climáticas e ao leite do Brasil, e que caiu de fato no gosto popular. Sua história é fascinante, pois remonta à epopéia de corajosos imigrantes batavos que se aventuraram há mais de 100 anos no Brasil, em Minas Gerais.

A menção ao queijo do Reino traz imediatas referências a Minas Gerais e às mais sólidas raízes queijeiras do estado, pois se trata de um dos mais tradicionais queijos brasileiros e que pode ter sido o primeiro maturado a ser elaborado



de forma industrial no Brasil, no final do século XIX. Na região norte da Holanda, há muitos séculos, fabrica-se um queijo com o nome de Edam (cidade da região), sob formato esférico, pintado de vermelho ou recoberto de parafina da mesma cor, pesando entre 1,5 e 2 kg. Reza a lenda que, desde os remotos tempos coloniais, vinha o Brasil importando o queijo Edam holandês. O queijo seria importado através do Reino de Portugal, o que teria originado a expressão, hoje consagrada, queijo "do Reino", assim como denominou-se também a "pimenta do reino" etc.

No Brasil, as marcas mais tradicionais de Reino ainda são embaladas em latas esféricas. Esse não é um processo utilizado comumente na Holanda com o queijo Edam, mas teve origem naquele país. As latas são feitas de folhas de Flandres, que é a região ao norte da Bélgica, na divisa com a Holanda. Tudo indica que o uso dessa embalagem seja devido ao fato de que em tempos remotos os queijos holandeses eram exportados para vários países, inclusive Portugal e Brasil, em porões de navio e portanto na lata estariam protegidos durante as longas viagens marítimas, sem falar do extenso percurso de travessia do Atlântico em direção ao Brasil.

Em 1850, estabeleceu-se em Rotterdam, Holanda, a firma inglesa J. Laming & Sons, que fabricava, além de margarina, queijos Gouda e Edam (marca Flamingo). A exemplo de outras empresas holandesas, como H.J. Wijsman & Zonen, de Amsterdam, J. Laming & Sons embalava seus queijos Edam em latas de alumínio, sobretudo para exportação.



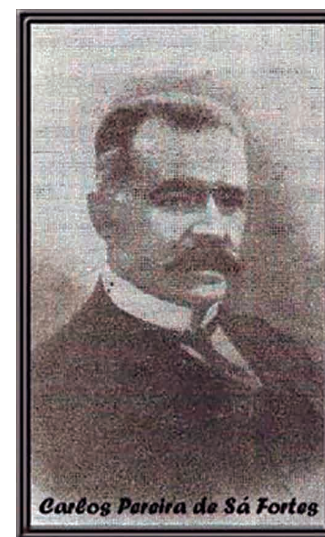
Tudo indica que os pioneiros holandeses que se fixaram na região da Mantiqueira, em Minas, trouxeram consigo esse modelo de embalagem, que conferia grande proteção ao queijo. Em 1924, foi fundada em Santos Dumont, MG (então Palmyra), berço do queijo do Reino brasileiro, a Palmira Metalgráfica, que passou a confeccionar as legendárias latas. Foi um passo significativo para a consolidação do Reino como um queijo brasileiro, pois a lata facilitava o transporte do queijo sob as difíceis condições daquela época, há cerca de um século atrás. Grande parte da produção brasileira de queijo do Reino está em Minas Gerais, sendo que a maioria

das fábricas são de porte pequeno ou médio e localizadas nas regiões da Serra da Mantiqueira e da Serra da Ibitipoca, que são privilegiadas por um clima seco e temperado que parece favorecer decisivamente o "bouquet" especial apresentado pelos queijos elaborados naquelas montanhas.



O queijo do Reino possui algumas peculiaridades na sua forma de comercialização: seu consumo apresenta forte variação sazonal, sendo bem mais acentuado durante os meses de junho (festas de São João) e de dezembro (Natal), tendo grande aceitação nos estados da região Nordeste do Brasil, onde é comercializado à temperatura ambiente.

A grande popularidade do queijo Reino entre os nordestinos teria origens que remontam ao Século XVII, quando Pernambuco foi invadido pelos holandeses, os quais durante sua permanência no Brasil e, nos anos que se seguiram, difundiram o queijo, na época importado da Holanda como queijo Edam.



REINO: UM POUCO DA HISTÓRIA

Toda a história do queijo Reino iniciou-se na Serra da Mantiqueira, no final do Século XIX, nas cercanias de Barbacena e de Santos Dumont, que na época era ainda uma vila conhecida por Palmyra (anteriormente, em tempos do Brasil Colônia, o lugarejo era conhecido por Arraial do João Gomes, sendo que este era o pai do Inconfidente José Ayres Gomes, que foi degredado para Angola, onde morreu no exílio). Até então, Palmyra era apenas o distrito de João Gomes, pertencente ao

vizinho município de Barbacena. Nessa região vivia Carlos Pereira de Sá Fortes, figura influente e progressista, com um interesse particular pela pecuária leiteira. Em 1888, Sá Fortes construiu a primeira fábrica industrial de queijos do Brasil, numa localidade conhecida como Mantiqueira, para a qual importou equipamentos da Holanda e da Alemanha. A fábrica situava-se em região de altitude, pouco acima da Estação João Ayres, na Serra da Mantiqueira. Nessa época, Sá Fortes conheceu o holandês Alberto Boeke, que já vivia no Brasil desde 1870. O maior interesse de Boeke, então, seria a compra de pedras semipreciosas, abundantes na região. Sá Fortes e Boeke tornaram-se amigos, e este mais seu conterrâneo holandês, Gaspar Jong, participaram da montagem da fábrica pioneira em Mantiqueira, tendo Boeke sugerido ao brasileiro que a região da Mantiqueira seria propícia à fabricação de um queijo holandês, o Edam. Esse queijo já era consumido no Brasil desde os tempos coloniais e imperiais, pois era um queijo importado, o queijo que "vinha do Reino", e que passou a ser conhecido simplesmente por "Queijo do Reino". O assunto despertou a atenção de Sá Fortes, que já estava envolvido com a importação de touros holandeses para a melhoria do plantel da região. Associou-se, então, a Alberto Boeke e Gaspar Jong, que eram grandes conhecedores de maquinários e equipamentos para laticínios e, juntos, envidaram esforços (1888) para consolidar a primeira fábrica de queijos do Brasil, que foi denominada *Companhia de Laticínios da Mantiqueira*. Para melhorar a qualidade dos queijos, Sá Fortes enviou Boeke e Jong para um longo período de treinamento na Holanda. Havia ainda outros queijeiros holandeses trabalhando na fábrica, como J. Etienne e Frederich Kingma. Nessa mesma época, Alberto Boeke montou em Palmyra uma metalúrgica, para a confecção de latões e tanques para laticínios e que teria sido a pioneira na confecção das famosas latas do queijo Reino. No início do século XX, Sá Fortes passou a Companhia de Laticínios da Mantiqueira para o controle de Alberto Boeke e Gaspar Jong e foi para o Rio de Janeiro, onde fundou a Companhia Brasileira de Laticínios. Assim, em abril de 1907, Alberto Boeke e Gaspar Jong associaram-se a Paul Tancke e fundaram a "Alberto Boeke Jong e Companhia", que fazia o Reino sob a marca "Borboleta", que se tornou famosa. Em 1910, Paul Tancke retirou-se da sociedade e foi contratado para trabalhar na empresa outro holandês, Jan



Kingma. Kingma havia chegado ao Brasil, em 1907, para trabalhar em um laticínio recém-inaugurado em Juiz de Fora, de propriedade do conhecido médico local, Dr. Hermenegildo Vilaça, que, mais tarde, o indicou para se integrar à equipe de seu amigo Alberto Boeke.

É interessante ressaltar que Jan Kingma, após 13 anos trabalhando na queijaria de Boeke e Jong, fundou, em 1923, na mesma região da Mantiqueira a primeira fábrica de coalhos da América do Sul, a Coalho Frísia Kingma & Cia, que se tornou, por muitas décadas, uma referência na produção de coalho bovino no Brasil. O coalho Frísia foi usado por mais de 50 anos em grandes fábricas de queijos do país. Posteriormente, em 1921, também se retirou da sociedade Gaspar Jong e a empresa foi reorganizada sob o nome de CLAB-Companhia de Laticínios Alberto Boeke, de cuja administração já participava Pedro Boeke, filho de Alberto Boeke. Durante muitos anos, a empresa fez um queijo fundido muito popular, vendido em pequenos tabletes, com o nome de Clabinho. Na empresa trabalhava um queijeiro de nome Pedro Ribeiro Fonseca, que sonhava em ter seu próprio negocio e veio a montar uma pequena fábrica de queijo do Reino em Santa Amélia (próximo a Mercês), cujo queijo era vendido sob a marca "Palmyra". Pedro Ribeiro Fonseca acabou por adquirir a CLAB, em 1935, que passou a denominar-se Ribeiro Fonseca Laticínios S/A, consolidando as tradicionais marcas "Palmyra" e "Borboleta", além de "Avenida", uma terceira marca. Após a morte de Pedro, a empresa passou ao comando de seu irmão Galileu Ribeiro Fonseca. Nessa empresa, veio trabalhar Yvo Jacques de Mello, como diretor-geral. Gaspar Jong havia fundado sua própria fábrica, em Lima Duarte, bucólica cidade aos pés da imponente serra da Ibitipoca, cujo queijo Reino era comercializado sob a marca "Jong". Em 1972, Yvo Jacques de Mello adquiriu a fábrica de Lima Duarte e outras adjacentes, algumas desativadas, pertencentes a sucessivos proprietários que as haviam adquirido da família Jong. Durante muitos anos, sob a administração da família Mello Bahia os Laticínios MB continuaram fabricando um dos mais tradicionais Reinos do Brasil, sob a marca "Jong" e ergueram uma moderna unidade em Lima Duarte. Recentemente, a empresa foi comprada pelo grupo VIGOR e, posteriormente, todo o complexo passou ao controle acionário do grupo Lala, de origem mexicana.

Alberto Boeke faleceu em 1960 no final dos anos 1970, a "Ribeiro Fonseca S.A.", ainda sob o comando de Galileu, foi adquirida por um grupo empresarial de São Paulo, Moinho São Jorge (do qual fazia parte

também a Leite União) e passou a enfrentar sérios problemas financeiros. Em 1996, a empresa foi fechada e, por muitos anos, as marcas "Palmyra" e Borboleta" estiveram praticamente desaparecidas do mercado devido a inativação das fábricas na região de Santos Dumont. Recentemente essas legendárias marcas voltaram ao mercado, aparentemente através de concessão temporária por acordos comerciais com fábricas de queijo do Reino da região da Mantiqueira (Barbacena, Antonio Carlos, Sá Fortes etc).

O QUEIJO DO REINO E SUAS CARACTERÍSTICAS

Apesar de ser oriundo do queijo Edam, o queijo Reino guarda, hoje, poucas semelhanças com seu original holandês. Na Holanda, o Edam tradicional consiste num queijo de formato esférico, parafinado ou pintado em cor avermelhada, com peso variando entre 1,5 e 2,0 Kg, cuja massa é praticamente fechada, apresentando apenas alguns olhos pequenos e ovalados. Sua consistência não é tão firme, com teor de umidade variando de 38 a 44% (em função do peso, formato e tempo de maturação) e teor de gordura no extrato seco entre 40 e 45%. O tempo de maturação é de, tradicionalmente, no mínimo 6 semanas, mas pode chegar a 10 meses nas variedades de Edam mais "envelhecidas". O sabor normalmente é suave, tornando-se mais acentuado com prolongados tempos de maturação. Possui variedades como o "Baby Edam" (cerca de 800 g) ou o "Mimolette", muito popular na França. Atualmente, na Holanda pode ser fabricado em outros formatos (retangular), com peso variado e é apresentado parafinado ou resinado na cor vermelha, amarela ou negra nos queijos expostos a períodos mais longos de maturação.



No Brasil, o queijo Reino mais tradicional sempre se apresentou mais firme e mais picante do que o Edam, apesar de uma evidente falta de definição de padrões para esse queijo. Continua sendo um dos queijos brasileiros mais sem padrões bem definidos e reconhecidos. É provável que o Edam exportado para o Brasil, em tempos primordiais, fosse elaborado propositadamente com menor teor de umidade para suportar melhor a longa viagem em navios, à temperatura ambiente. Tal queijo se apresentaria ao mercado brasileiro não somente mais seco e mais firme, mas também de sabor bem mais pronunciado e de coloração mais intensa, devido a forte desidratação a que teria sido forçosamente submetido. O corante urucum é sempre usado e se concentra na massa quando o queijo desidrata-se. Assim, é possível que os primeiros fabricantes do Reino brasileiro, ainda que holandeses radicados no Brasil tenham sido forçados a fazer um queijo para consumidores tropicais habituados a um queijo mais firme e de sabor mais forte do que o Edam holandês. Essa hipótese poderia explicar, por exemplo, o uso freqüente de *Lactobacillus helveticus* na fabricação do Reino, um bacilo muito proteolítico e acidificante, que tende a "enxugar" mais a coalhada e acentuar o sabor na maturação. Além desse bacilo, outros

fermentos contendo microrganismos homo e heterofermentadores da flora mesofílica também têm sido utilizados, isolada ou separadamente, ajudando a trazer mais desuniformidade às características do queijo Reino. Considerando que o Reino é comumente vendido à temperatura ambiente, explica-se a necessidade de que seja mais duro como prevenção à separação de soro, deformações, e eventuais problemas de fermentação. Por isso, tradicionalmente é maturado por



várias semanas à temperatura ambiente (por volta de 20 a 25°C) num ambiente conhecido por "Pindoba", no jargão dos fabricantes desse queijo. Obviamente, nessas condições, o queijo tende a se desidratar bastante, formando uma considerável casca e perdendo bastante peso. O uso da lata parece ser, também, uma característica brasileira já devidamente incorporada às tradições do queijo Reino. A lata, além de conferir melhor apresentação e óbvia proteção ao queijo, funciona como barreira contra o desenvolvimento de mofo, ao manter um ambiente com baixa tensão de oxigênio ao redor do queijo.

No tocante a sabor e textura, os fabricantes mais tradicionais de Reino indicam que o consumidor atual parece preferir queijos mais suaves, de maturação mais curta (cerca de 40 dias) e de textura mais fechada. Na avaliação das características do Reino, são considerados queijos de melhor qualidade aqueles que apresentam massa mais fechada, apesar de que, em algumas regiões, a presença de bactérias propiônicas naturais provoquem a formação de olhaduras de tamanho médio ou grande, que podem descharacterizar o produto. Por exemplo, queijos fabricados com leite apenas pasteurizado, na região da Serra da Ibitipoca em Minas Gerais, apresentam com frequência olhos resultantes de fermentação propiônica. São regiões de altitude, onde as vacas são alimentadas naturalmente no pasto e parece haver abundância de bacilos propiônicos, que contaminam o leite no momento da ordenha. Como boa parte das cepas são termoresistentes, costumam estarem presentes no leite pasteurizado. A maneira mais eficiente de remover esta flora é o uso de degerminadoras, centrifugas de altíssima rotação e que são bastante caras e mais adequadas para fábricas de grande porte.

Na prática, observa-se uma grande desuniformidade na elaboração do Reino e uma ausência de padrões bem definidos. Os queijos mais típicos continuam sendo fabricados na região da Mantiqueira e da Serra da Ibitipoca, em Minas Gerais, onde há um bom número de fábricas de pequeno porte, algumas ainda usando o sistema de ejetor de vapor para termização do leite. Muitas destas pequenas fábricas fornecem seus queijos, nas épocas de picos de consumo (junho e dezembro, especialmente na região Nordeste do país), para as plantas mais tradicionais. Como nem sempre existe um adequado controle de padrões, esse costume colabora para a grande desuniformidade que se observa em relação à qualidade e características do queijo do Reino.

QUEIJO ESTEPE



Este queijo teria sido introduzido no Brasil pelos pioneiros dinamarqueses há cerca de 100 anos. Consta que o Estepe tem suas origens no queijo dinamarquês Steppeost, que por sua vez seria inspirado em um queijo similar alemão, o Steppenkase. Antigamente, o Estepe era muito parecido ao queijo Prato, de sabor suave e de massa fechada. Atualmente, o perfil desse queijo mudou muito. O Estepe é o queijo que, no Brasil, surgiu como uma alternativa, com fermentação propiônica, aos tradicionais queijos de estilo suíço, como o Gruyère ou mesmo o Emmental. Obviamente, tem umidade mais alta, é mais macio e a massa menos compactada, o que certamente lhe confere uma proteção um pouco maior contra esporulados anaeróbicos, comparado a um queijo Emmental, por exemplo. No Brasil, o queijo Estepe é apresentado como uma forma quadrada, pesando cerca de 5 a 6 kg, de cor amarelada e de massa macia. Guarda alguma semelhança externa com o queijo Chanco chileno. Esse Estepe, de hoje, apresenta olhaduras médias e grandes, com sabor ligeiramente adocicado, devido a fermentação propiônica. Sua massa assemelha-se à do

queijo Gouda com olhaduras, elaborado no Brasil. Guardadas as devidas proporções, o Estepe teria algum parentesco com o Maasdam holandês ou o Svenbo dinamarquês, por ser um queijo semi-duro, amarelo, com olhaduras propiônicas. Ainda que muitos o considerem como da "família Prato", na verdade, o Estepe tem pouco a ver, hoje em dia, com o queijo Prato. É um queijo de consumo predominantemente direto.

MUENSTER (USA)

Nos Estados Unidos, é fabricado um queijo semi-duro, bastante similar ao queijo Prato, embora um pouco mais macio. É também parecido ao mexicano Manchego (que não tem nada a ver com o original espanhol). O Muenster americano certamente tem sua denominação originada no homônimo alemão fabricado na região fronteira com a Alsacia francesa.



Entretanto, o queijo europeu é muito diferente por ser um queijo mole, de alto teor de umidade e maturado com grande desenvolvimento de *Brevibacterium linens* na casca, o que lhe confere um forte odor e intenso sabor, nem sempre apreciado por grande parte daqueles que consomem queijos. O queijo americano é elaborado usando-se tecnologia similar à do queijo Prato, mas a massa nem sempre é lavada. Possui cerca de 46 a 47% de umidade e por volta de 26% de gordura. O sabor é suave, mas intensifica-se quando o queijo é maturado por mais de 60 dias. A casca do Muenster tem coloração alaranjada, pois é tratada com o corante urucum (talvez para imitar a tonalidade do queijo alemão original, resultante do crescimento de *Brevibacterium linens*). Apresenta textura fechada, sem olhos biológicos ou mecânicos, e a massa é ligeiramente alaranjada (urucum adicionado ao leite). Nos Estados Unidos, devido a sua boa derretibilidade, é muito usado na culinária, particularmente na preparação de pratos italianos gratinados com queijos.

OS PIONEIROS DINAMARQUESES E O QUEIJO PRATO

THORVALD NIELSEN : O GRANDE PIONEIRO

Entre os anos de 1900 e 1939, emigraram para o Brasil, 29 dinamarqueses que traziam na bagagem poucos bens pessoais, mas o grande sonho de prosperar neste país dedicando-se à agropecuária e agricultura. Dentre eles estava **Thorvald Nielsen**, nascido em 1892, em Fyn, que chegou ao porto do Rio de Janeiro em 1922, acompanhado de seu amigo **Laust Martinussen**. Nielsen já havia estado no Brasil antes, em 1913, para se encontrar com seu tio **Axel Malm** (há relatos de que viera cobrar uma dívida financeira ao tio), mas logo depois,



Thorvald Nielsen

regressara à Dinamarca. Malm, nascido na ilha de Fyn, em 1869, tinha como verdadeiro nome Rasmus Nielsen, e emigrou para o Brasil em 1906, sendo que, em 1916, adquiriu a Fazenda Vista Alegre, em Valença, no estado do Rio de Janeiro. Em 1922, Nielsen veio em definitivo, mas dessa vez trouxe mais dinheiro e maquinário para iniciar uma pequena fábrica de laticínios. Enquanto Martinussen foi para Valença, no estado do Rio de Janeiro, trabalhar na fazenda de Axel Malm, Nielsen estabeleceu-se na histórica **Fazenda Campo Lindo**, localizada no município de Aiuruoca, entre as cidades de Cruzília e Minduri, no Sul de Minas, onde em associação com outro amigo dinamarquês e companheiro da longa travessia do Atlântico, Peter Heide, alugou parte da fazenda à família Junqueira e ali fundou a primeira fábrica de queijos semiduros do Brasil, a Heide & Nielsen (na fazenda, ainda hoje de propriedade da família Junqueira, até recentemente ainda funcionava um laticínios, no mesmo local daquela pioneira fábrica de queijos). Em 1927, Heide, que se interessava mais pelo

comércio atacadista de queijos, regressou à Dinamarca, e vendeu sua parte nos negócios para Nielsen. Este criou, então, a **Nielsen & Cia**, na própria Fazenda Campolindo. Nesta época, Nielsen já contava com a preciosa ajuda de dois conterrâneos que trouxera da Dinamarca, Axel Sorensen, que se tornaria seu sócio alguns anos mais tarde, e Leif Kaj Godtfredsen, ambos queijeiros experientes. Thorvald Nielsen vendia seus queijos com a marca **Dana**, comercializando-os, principalmente, no Rio de Janeiro. Parte da produção queijeira era vendida em São Paulo sob a marca **Luna**, de propriedade de um dinamarquês de origem russa, **Boris Stchelkunoff**. Os fermentos lácticos utilizados na elaboração de seus queijos, Nielsen os adquiria de seu compatriota Harry Justesen, que era o representante comercial da Chr. Hansen no Rio de Janeiro, empresa que iniciou a comercialização dos seus cultivos lácticos no Brasil, em 1892. Entre 1922 e 1936, Nielsen fundou diversas fábricas na região, em localidades como Cruzília, Minduri, Seritinga e Dores do Turvo.

Nielsen foi o grande criador do queijo Prato, mas uma de suas mais marcantes contribuições à indústria laticinista brasileira foi o fato de ter aberto caminho para a vinda de outros importantes imigrantes dinamaqueses como Sorensen, Godtfredsen e Norremose, que iniciaram suas atividades na pioneira fábrica da Fazenda Campo Lindo, todos como queijeiros do empreendedor Thorvald Nielsen.

A partir de 1936, Nielsen começou a desfazer-se de suas fábricas no Sul de Minas e mudou-se para Valença, no estado do Rio de Janeiro, onde ainda trabalhou como sócio de seu companheiro Laust Martinussen, em um laticínio na mesma fazenda Vista Alegre, naquele município. Em 1942, com a saúde já bastante abalada, havia vendido praticamente todas as suas fábricas, muitas delas para seus antigos empregados. Thorvald Nielsen veio a falecer em Valença em 1951.

-OS OUTROS PIONEIROS

-AXEL THOSING SORENSEN

Axel Thosing **Sorensen** nasceu na Dinamarca, em 1896, e emigrou para o Brasil em 1923, tornando-se o primeiro laticinista dinamarquês trazido por Thorvald Nielsen. Formou-se em laticínios na conhecida escola de Dalum, na Dinamarca. Entre 1923 e 1929, trabalhou na Fazenda Campo Lindo, com Nielsen. Em 1929, tornou-se sócio de Nielsen na fábrica que haviam instalado em Cruzília (MG), sonolenta cidade conhecida na

época como **Encruzilhada**.

Em 1932, Sorensen compra de Nielsen sua parte na sociedade e funda a **Sorensen Indústria e Comércio Ltda**. Era muito bem relacionado e chegou a receber, em 1937, o então presidente Getúlio Vargas (um aficcionado da caça e, reza a sabedoria local, de tiro muito certo) e o governador de Minas Gerais, Benedito Valadares, em sua residência, por 3 dias, ao lado da fábrica, em Cruzília (sobre o portal da entrada principal da casa pode-se ler até hoje a enigmática palavra **"Danabo"**). Sorensen faleceu em 1963, mas sua família manteve a empresa em funcionamento e expansão até 1978, quando a venderam para a Cooperativa Agropecuária de Rezende. Durante muitos anos, essa pioneira empresa, capitaneada pelo entusiasmado Sorensen, fabricou excelentes queijos, que comercializava com as marcas **Dana** (em São Paulo) ou Supremo. Seus queijos com olhaduras, como o Gruyère, ganharam vários prêmios, por sua alta qualidade e distinto sabor.



-LIEF KAJ ANGELO JENS PEDER GODTFREDSSEN

Foi o segundo queijeiro trazido da Dinamarca por Nielsen, em 1924, e era carinhosamente conhecido no meio laticinista brasileiro como **Godofredo**. Godtfredsen nasceu em 1904, em Odense. Aos 20 anos de idade, viu na revista laticinista Maelkeritidende um anúncio publicado por Thorvald Nielsen procurando um auxiliar de fabricação de queijos para sua fábrica no Brasil, na Fazenda Campo Lindo. Aventureiro e sonhador, deixou Copenhague em um navio em 20 de Janeiro de 1924, chegando ao porto do Rio de Janeiro, no primeiro dia de fevereiro. Inicialmente, foi residir na antiga e veneranda Fazenda da Traituba, no município de Minduri, até que iniciou seu trabalho como queijeiro de Thorvald Nielsen na Fazenda Campo Lindo. Trabalhou em diversas fábricas de Nielsen, tendo



participado da montagem da fábrica que este fundou com Sorensen, em 1929, em Cruzília. Foi gerente de fábricas de Nielsen em lugares como Dorcas do Turvo e na conhecida Fazenda do Favacho, próxima a Minduri. Em 1942, ficou desempregado e comprou sua primeira fábrica na Fazenda do Açude, no município de Itutinga. Em 1945, comprou outra fábrica, no município de Seritinga, de propriedade de Hans Norremose. Foi então que sucedeu a fundação de seu legendário **Laticínios Skandia**. A partir

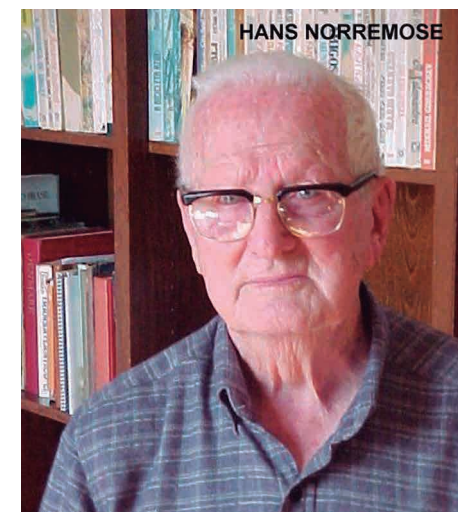
daí, abriu diversas outras fábricas nos municípios de Serranos, Furnas e Seritinga. Possuiu uma charmosa fábrica em Furnas, uma esquecida estação de trens, onde elaborava belos queijos com olhaduras. Godtfredsen foi o primeiro a fabricar no Brasil o queijo Gorgonzola, na época conhecido como Roquefort, e que é comercializado até hoje, por outra empresa, sob a mesma marca, **Skandia**. Reza a lenda de que as cinzas distraídas de seus inseparáveis charutos cubanos eram ingredientes essenciais à qualidade de seu famoso queijo Gorgonzola. Fabricava também diversos outros tipos de queijos como o Gouda, Prato e Estepe. Em 1982, vendeu suas fábricas para o grupo Boa Nata. Em 1984, foi homenageado pelo tradicional Instituto de Laticínios "Cândido Tostes", por sua expressiva contribuição para a implantação da indústria de queijos no Brasil. Godtfredsen faleceu em 1985 em Caxambu (MG).

-HANS NORREMOSE PETERSEN

Hans **Norremose** nasceu em Fyn, em 8 de Fevereiro de 1908. Havia trabalhado cerca de 4 anos como queijeiro e se preparava para entrar em uma escola de laticínios, quando seu destino foi mudado por um

fato inesperado. Numa noite, Hans caminhava pelas ruas próximas ao porto, em Copenhague, quando encontrou um conhecido, que era o assistente de um dinamarquês, cujo filho se encontrava no Brasil e havia lhe escrito pedindo-lhe que contratasse um queijeiro para ajudá-lo em sua fábrica naquele país tropical distante. Foi assim que os caminhos de Norremose e Thorvald Nielsen se encontraram, para que, juntos, escrevessem as primeiras páginas da indústria de queijo Prato no Brasil.

Assim, cheio de coragem, Hans Norremose embarcou no cargueiro alemão "La Coruña", no porto de Hamburgo, na Alemanha e, após uma longa viagem pelo Atlântico, desembarcou no desolado porto do Rio de Janeiro, no ano de 1929, e para sua surpresa Axel Malm, que deveria recebê-lo, lá não estava, pois o navio se adiantara em uma semana. Após alguns dias, e algumas inesquecíveis peripécias pelo Rio de Janeiro, Hans seguiu finalmente, em outra árdua viagem para a Fazenda Campolindo para juntar-se a Nielsen e outros compatriotas, como Godtfredsen e Sorensen. Tornou-se assim o terceiro imigrante trazido da Dinamarca por Thorvald Nielsen. Nessa fábrica, com cerca de 1.000 litros de leite diários, ainda se elaborava queijos com leite cru e Hans iniciou aí a pasteurização rudimentar do leite, por injeção direta de vapor. Em 1931, em sociedade com Nielsen, Norremose construiu sua primeira fábrica em Minduri, modorrenta vila que, na época, era conhecida como Paiol. Escolheu-se Minduri por ser servida pela legendária **RMV** (Rede Mineira de Viação), que através de seus trilhos de bitola estreita, fazia a ligação ferroviária com Rio e São Paulo, em resfolegantes Maria-Fumaças, facilitando o escoamento da produção de queijos. Em 1932, Hans trouxe da Dinamarca seu primo **Knud Paulsen** para trabalhar com Nielsen. Paulsen nasceu em 1908, em Fyn e tinha grandes conhecimentos de mecânica e de instalações elétricas. Em 1935, casou-se com Paulina Bartholdy, filha de Paul Bartholdy, que seria mais tarde o fundador do Laticínios Campolindo. E em 1942, finalmente Norremose e Paulsen adquiriram a fábrica de Minduri, de Thorvald Nielsen, constituindo a **Norremose & Cia**



Ltda. Com o falecimento precoce de Knud Paulsen, em 1948, Norremose tornou-se o único proprietário da empresa, que se encontrava em franca expansão. A partir daí, montou e adquiriu fábricas de queijos em diversos municípios da região, tendo chegado a transformar 60.000 litros de leite, diariamente, em queijos, em cerca de 21 fábricas espalhadas por diversas cidades. Foi sem dúvida o imigrante dinamarquês que mais prosperou na área de laticínios no Brasil. Teve fábricas em cidades mineiras como Mindurí, Cruzília, Três Corações, Carrancas, Luminárias, São Bento Abade, Coqueiral e Andrelândia, entre outras. Uma de suas melhores fábricas ficava na Fazenda Fortaleza, em Mindurí. Na bucólica fábrica da **Fazenda da Cachoeira**, no município de Carrancas, Norremose elaborava um queijo Prato cilíndrico tão excelente que o vendia, sem problemas, como Bel Paese (mais tarde, por questões legais, teve de mudar a denominação para Itálico). Nesse mesmo município, cuja altitude média é de 1.200 m, com um favorável clima de montanha e leite de alto teor gorduroso, devido a abundância de capim-gordura, Norremose teve diversas fábricas, como nas fazendas da Jaboticaba, Serradinho, Cachoeira, Engenho, Angola e Formoso, onde fabricava queijos Prato de excelente qualidade, com leite tratado por ejetor de vapor, que eram transportados, periodicamente, em velhos e barulhentos caminhões Chevrolet, acondicionados provisoriamente em jacás de madeira para serem finalmente curados e embalados na fábrica matriz, em Mindurí. Para supervisionar tantas fábricas, em fazendas perdidas nas serras mineiras, Hans Norremose adquiriu, em 1948, um **pequeno avião** Piper Cub, monomotor, no qual voou audaciosamente pela região durante 26 anos (só teve uma queda, sem maiores consequências). Seus vôos, pontuais e elegantes, tornaram-se legendários nas cidadezinhas que sobrevoava, pois era sempre no dia 10 de cada mês (que o povo simples da terra mineira chamava distraidamente de **"seu Onze"**) vinha trazer o tão esperado pagamento do leite, em dinheiro vivo e ressonante. Aterrisava, corajosamente, em pistas bastante improvisadas, próximos às suas fábricas de queijos, abertas nos verdejantes campos em meio a cupins e tortuosos arbustos de barbatimão. Em 1966, Norremose naturalizou-se brasileiro. Vendia seus queijos com as marcas **Luna** (cuja propriedade comprara de Boris Stchelkunoff), em São Paulo, e **Dana** no Rio de Janeiro. Ele tinha ainda um acordo informal com seu amigo Axel Sorensen em Cruzília, que permitia ao patrício vender queijos também sob a consagrada marca Dana. De espírito inovador, Norremose foi o primeiro a fazer o queijo Camembert no Brasil, além de ter lançado ou-

tros queijos finos como o Port Salut, Limburguer e o Tilsit. Em 1975, Hans Norremose vendeu todas as suas fábricas para o grupo Anderson Clayton. Ele viveu por mais de 104 anos, sempre em Mindurí, cercado de filhos, netos e bisnetos, dedicando maior parte de seu tempo a seu lazer favorito, a leitura.

-PAUL BARTHOLDY

Paul **Bartholdy** nasceu em 1890, em Slagelse, na Dinamarca. Era agrônomo e emigrou para o Brasil em 1911, a convite de um tio que aqui residia. Em 1922, fundou a agência Ford, em São Vicente de Minas, a pioneira na região. Homem decidido e de grande energia, Bartholdy colaborou muito para o desenvolvimento da região, tendo, inclusive, aberto diversas estradas entre as cidades vizinhas a São Vicente, usando suas próprias máquinas. Em 1936, adquiriu de Thorvald Nielsen, a fábrica pioneira instalada na fazenda Campo Lindo, que mais tarde transferiria para a fábrica de São Vicente, construída bem ao lado da estação da Rede Mineira de Viação. A partir daí sua empresa, **Laticínios Campolindo**, se expande rapidamente, chegando a ter diversas fábricas em cidades vizinhas como Andrelândia, Madre de Deus e Carrancas (nas Fazendas da Serra e do Retiro de Baixo, por exemplo). O Laticínios Campolindo veio a produzir diversos tipos de queijos, entre eles queijos especiais como o Camembert, Gorgonzola, Port Salut, Gruyère e outros. Bartholdy foi o idealizador do queijo Estepe, queijo quadrado, que guarda alguma semelhança com o queijo Danbo dinamarquês. Após sua morte em São Vicente, em 1964, seus herdeiros mantiveram a empresa em pleno crescimento, até que foi vendida em 1989 para o grupo Polenghi.

-VALDEMAR KJAER

Valdemar Kjaer nasceu em 1900, na cidade do Rio de Janeiro, e fez seus estudos de agronomia na Dinamarca. Residiu durante alguns anos na Argentina e regressou ao Brasil em 1936, para trabalhar na Nielsen & Cia, na Fazenda Campo Lindo. Em 1939, deixou essa empresa para fundar o **Laticínios Símbolo**, na cidade de Coqueiral, MG, próxima à Lavras. De 1945 a 1952, teve como sócio nesse laticínios Laust Martinussen, que havia emigrado para o Brasil, em 1922, com Thorvald Nielsen. Kjaer era um queijeiro nato e chegou a possuir cerca de 5 laticínios na região de Coqueiral, num total de 30.000 litros de leite diários. Foi o primeiro a fabricar o queijo Minas com leite pasteurizado, utilizando um **ejetor de**

vapor, equipamento cuja adaptação para aquecer e bombear o leite se atribui a Kjaer. Esse equipamento era utilizado em caldeiras de vapor para bombeamento de água quente. Usando-o no queijo Minas tradicional, ocorria a condensação do vapor no leite, o que acabava por lavar (delactosar) a massa durante o processo. Com isso, o queijo Minas apresentava menos acidez, um pH mais alto e curava mais rapidamente. Assim, o pioneiro Kjaer fez história, por ter sido o primeiro a elaborar um queijo Minas padrão mais suave, mais macio e de maturação mais rápida, que veio a ser conhecido por **Minas Meia-Cura**, até hoje muito popular em São Paulo. Em 1959, Valdemar vendeu seus laticínios para Hans Norremose e mudou-se para Lins, no interior de São Paulo, onde participou da fundação e da montagem da Cooperativa Agropecuária de Lins, na qual veio a trabalhar como técnico responsável por muitos anos, e onde lançou o queijo Prato no formato esférico, também denominado queijo Bola. Valdemar Kjaer morreu em Lins, em 1984.

-KAJ DINENSEN HANSEN

Kaj **Dinensen** Hansen nasceu em Roskilde, na Dinamarca, em 1911. Trabalhou durante alguns anos na reputada Estação de Pesquisa Experimental de Laticínios, em Hillerød e, em 1937, emigrou para o Brasil, para lecionar na Universidade Federal de Viçosa, onde já trabalhavam dois de seus compatriotas, **Bruno Christensen** e **Frode Madsen**, que emigrara para o Brasil em 1913. Em 1950, fundou o **Laticínios Ventura**, em Conceição do Rio Verde, MG, onde teve como sócio, por um curto período, Laust Martinussen. Chegou a possuir diversas fábricas na região, fabricando queijos como, Minas Frescal, Prato e Provolone. Dinensen faleceu em Caxambú, em 1971.



-BRUNO VERNER CHRISTENSEN

Bruno Christensen nasceu em Hornbæk, na Dinamarca, em 1904, tendo desembarcado como imigrante no porto de Santos em 1934. Possuía sólida formação laticinista, tendo se graduado na famosa Escola de

Laticínios de Dalum, na Dinamarca. Veio para o Brasil para trabalhar na ESAV - Escola Superior de Agricultura de Viçosa, hoje, conhecida como Universidade Federal de Viçosa, onde lecionou até 1935. Naquela oportunidade, trabalhou ao lado de outro dinamarquês **Alfred Beck Andersen**, que viera da Dinamarca em 1933, tendo fundado na ESAV, o Departamento de Tecnologia de Laticínios, que hoje o homenageia com seu nome. De 1935 até 1939, Bruno foi gerente de uma fábrica de laticínios em Pedro Leopoldo, MG. De 1940 a 1941, foi o **primeiro professor** de Tecnologia de Queijos do então recém-fundado **Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, na época conhecido como FELCT - Fábrica Escola de Laticínios "Candido Tostes". Apesar de breve, sua passagem pelo "Cândido Tostes" foi marcante, pois influenciou toda uma geração de queijeiros. Bruno foi professor de Eolo Albino de Souza, que o sucedeu como professor de Tecnologia de Queijos e lecionou durante 25 anos para centenas de técnicos de laticínios. Bruno, posteriormente, trabalhou em diversas empresas laticinistas brasileiras, como a LECO e a Danilac. A partir de 1970, foi o representante da Christian Hansen no Brasil e participou da construção da primeira fábrica daquela empresa no Brasil, em Valinhos (SP), tendo sido o seu primeiro diretor. Pessoa muito bem humorada e com vasta experiência nas artes e artimanhas da fabricação de queijos, Bruno tornou-se um conhecido consultor na área de tecnologia de queijos, tendo viajado pelo Brasil afora, aconselhando e orientando técnicos e amigos com problemas em queijos. Faleceu em 1982, em Campinas, SP.

-KARL EMIL JENSEN

Karl **Jensen** nasceu em 1913, em Store Heddinge Sjølland, na Dinamarca, e emigrou para o Brasil em 1935. Naquele ano recebera de Axel Thosing Sørensen, o



primeiro dinamarquês trazido ao Brasil por Nielsen, uma carta convidando-o para trabalhar por apenas 3 meses na fábrica de queijos que Sorensen havia adquirido da Nielsen & Cia, em Cruzília (MG), localidade na época conhecida por Encruzilhada. Karl Jensen trabalhou por longos anos nessa mesma fábrica, que finalmente se converteu no Laticínios Supremo. Entre 1940 e 1945, trabalhou com Sorensen na Cremeria Caxambu, em Caxambu (MG), tendo regressado logo após para a fábrica de Cruzília. Foi o responsável, nessa fábrica, pela fabricação de queijos como Prato, Gouda, Suíço e Gorgonzola e era carinhosamente conhecido como **Carlos** Jensen pelos colegas de trabalho.

PARTE 2- O EJETOR DE VAPOR

INTRODUÇÃO

Tudo começou quando nos anos 30 do século passado um dinamarquês de nome Waldemar Kjaer veio para o Brasil para trabalhar nas fábricas de queijos do Sul de Minas, acompanhando os passos do grande pioneiro Thovard Nielsen, que havia iniciado alguns anos antes a fabricação do queijo Prato na fazenda Campolindo, nas cercanias de Cruzília. De acordo com o grande laticinista Prof. José de Assis Ribeiro, na década de 1930 Kjaer fundou uma fábrica em Coqueiral, MG (perto de Lavras), o Laticínios Símbolo, onde ele teria sido o primeiro a fabricar o chamado queijo Minas Meia-Cura. Para tal, Kjaer teria feito uso de um sistema de ejeção de vapor, que ele adaptou para pasteurizar e bombear o leite nas pequenas fábricas, sistema este que tornou-se conhecido como “ejetor de vapor”. Reza a lenda que Waldemar teria se inspirado no sistema de bombeamento de água que ele observou no barco a vapor em que cruzava o Atlântico em direção ao Rio de Janeiro. A água naqueles grandes barcos era bombeada para distintas partes através do vapor gerado na caldeira, usando-se um ejeter.

Assim, a partir da primeira metade do século passado, instalado por outros pioneiros dinamarqueses sobre as plataformas de algumas fábricas de queijo no Sul de Minas, o ejeter foi redesenhado e



passou a fazer história tornando-se o primeiro sistema de pasteurização ou termização de leite destinado à fabricação de queijos no Brasil. Desde então, o sistema passou então a ser usado nas inúmeras fábricas de queijos que foram surgindo no Sul de Minas e, tornou-se com o passar dos anos, um símbolo clássico dessas pequenas queijarias, que durante décadas, fabricaram os melhores queijos da linha Prato, no Brasil.

Tanto o ejedor propriamente dito como o sistema de pasteurização ou termização montado, trazem como marca registrada a simplicidade e a genialidade das grandes descobertas, invenções e proezas do homem. O equipamento de pasteurização ou termização tem o bico ejedor, que introduz um jato de vapor no seio de uma câmara de expansão, acoplado a um tanque de recepção, situados ambos no mesmo nível, aquecendo e transportando o leite a um tanque de equilíbrio ou linha de retenção, elevados em torno de 2 a 3 metros e daí por uma tubulação que atravessa a parede da fábrica até um sistema de resfriamento em cascata em nível inferior ao sistema de retenção. O conjunto permite um aquecimento rápido do leite em fluxo contínuo e atua ainda como bomba propulsora da mistura leite/vapor até o tanque de equilíbrio. A cascata finaliza a operação provendo o resfriamento do leite para a coagulação. Neste sistema a água natural circula para cima, no interior de tubulações em contra-corrente ao leite, que escorre externamente, descendo a cascata. Não é fácil ajustar o fluxo de leite em harmonia com o de água, para que se consiga a temperatura ideal de coagulação no tanque (por volta de 32 a 35°C). Nos meses do rigoroso inverno do Sul de Minas a água fica bem gelada e exige do queijeiro grande habilidade para

harmonizar a intensidade do fluxo do leite que desce pelo resfriador de cascata, com aquela da água que sobe o equipamento em sentido inverso.



Historicamente, o ejedor de vapor como pasteurizador de leite é daquelas criações que ocupam espaço na memória de qualquer povo que preza sua cultura. Sem dúvidas, não há notícias do uso de tal equipamento ou de um similar em outra parte do mundo. Não há sistema paralelo em nenhuma fábrica de qualquer porte em outras partes da América Latina. O equipamento disseminou-se rapidamente por um grande número de pequenas e médias fábricas da região Sul do estado de Minas Gerais e assim, promoveu o desenvolvimento, melhorou a produtividade e a qualidade dos queijos semiduros fabricados durante décadas naquela parte do estado.

Sua importância socioeconômica é também inegável. Como em toda atividade, o novo sistema de aquecimento patrocinou a evolução do ciclo produtivo, alavancando a fabricação de queijos, estimulando a produção de leite e multiplicando o número de fábricas na região. Apesar de nem todos usarem o ejedor para pasteurizar ou termizar o leite para fabricar queijos, Minas Gerais, a terra mãe do ejedor, atingiu em 1951, a marca de 1500 unidades industriais inspecionadas e reinou isolada como o estado que mais fabricava queijos do Brasil por anos a fio. Para se ter uma idéia mais precisa, nesta mesma época, o estado era responsável por cerca de 93% da produção nacional de queijos. Esse quadro permaneceu praticamente inalterado até o início da década de 60, correspondendo a 65%, na década de 70, e, ainda hoje, corresponde a cerca de 30% do total da produção brasileira. Um outro reflexo socioeconômico relevante do uso do ejedor foi o perfil da indústria de queijos desenvolvida. Em 1977, Minas tinha 555 estabelecimentos dos quais 34,2% trabalhavam com até 5.000 litros de leite por dia, 26,3% com algo entre 5 e 10.000 litros e 21,3% com um volume compreendido entre 10 e 20.000 litros por dia. Obviamente, esse perfil mudou bastante nos últimos anos, já que ocorreu uma grande concentração dessas numerosas pequenas fábricas em forma de poucas unidades, que operam com enormes volumes de leite. Nessas unidades industriais de grande porte, o ejedor já não faz sentido, por sua reduzida capacidade de tratamento térmico do leite. Mesmo assim, o sistema ainda persiste em pequenas operações queijeiras, notadamente na região sul de Minas Gerais.



A eficiência do sistema, quando operado a 72°C por 15 segundos, temperatura clássica de pasteurização, pode ser comparada a de outros equipamentos, pois proporciona a redução de 95,68 a 97,04% da flora total do leite e de 99,98 a 100% das colônias de coliformes. Os resultados indicam ainda a inativação da fosfatase, enzima cuja ausência em leite tratado termicamente é índice efetivo de pasteurização. Mesmo quando o sistema é utilizado para a chamada "termização" do leite, como sempre ocorreu no Sul de Minas, o tratamento geralmente garante a sua qualidade bacteriológica, pois emprega um binômio tempo-temperatura de cerca de 66 a 68°C por um período que pode chegar a vários minutos (no tanque de retenção). É mais do que suficiente, por exemplo, para eliminar completamente microrganismos do grupo das enterobactérias, como os coliformes. Trabalhos técnicos já demonstraram que a desnaturação de soro-proteínas é bem menor nesse sistema, o que, inegavelmente, diminui a retenção de soro no queijo e, assim, melhora sua textura. Além de tudo, a produção típica de uma fábrica de laticínios com ejedor de vapor no Sul de Minas, refere-se a queijos curados, cuja maturação atinge ou excede o período mínimo de 60 dias, exigido pela legislação vigente para se elaborar e comercializar queijos obtidos de leite cru.



Tecnologicamente, o processo traz muitas vantagens, tanto do ponto de vista geral como específico. No aspecto geral, os ganhos estão relacionados com o baixo custo de instalação e manutenção do equipamento e com a facilidade de manuseio e limpeza. O sistema, diferentemente dos demais, apresenta ainda a vantagem de permitir o aproveitamento total do calor do vapor representando um importante ganho econômico. Ganha-se também pela eliminação de odores estranhos, pela redução da quantidade de gás carbônico do leite e no rendimento de fabricação. Enquanto os odores estranhos e o CO₂ são arrastados pelo vapor de água e são, posteriormente eliminados, quando do resfriamento aberto no sistema em cascata, melhorando a qualidade do leite, o rendimento de fabricação do leite tratado pelo ejedor, em comparação com o tratamento pelo processo rápido (HTST), pode ser cerca de até 5% maior em queijos como o Prato. Esse aumento de rendimento é atribuído a maior retenção de gordura na coalhada em decorrência de um efeito similar ao da homogeneização, provocado pela turbulência e alta pressão do vapor na câmara de mistura do ejedor e a diminuição das perdas de "finos" de coalhada no soro, já que a desnaturação da caseína é bem menor. Esse mesmo efeito de homogeneização contribui com as características de corpo, textura e sabor típicos dos queijos fabricados com leite tratado pelo processo de ejeção de vapor. Especificamente na fabricação de queijos "Azuis" como o Gorgonzola, por exemplo, a homogeneização da gordura favorece lipólise, melhorando o aroma e o sabor dos queijos. Queijos Azuis feitos com ejedor de vapor quase sempre são mais "brancos" e têm uma consistência amanteigada inconfundível. O conjunto de boa parte dessas excelentes qualidades foi confirmado por conceituados juízes de concursos de queijos, que, invariavelmente, ao longo de anos e anos, premiaram com medalhas de ouro os queijos fabricados através do sistema. O processo marca ponto também na fabricação de queijos com olhaduras, pois a termização do leite permite uma maior sobrevivência de bactérias propiônicas nativas, além de dar origem a um queijo com pH mais alto (intensa delactosagem). Esses microorganismos possuem um "habitat" natural nas pastagens do Sul de Minas e chegam ao leite em função das características, ainda fortemente dominantes na região, de pequenas propriedades que usam ordenha manual, permitindo assim o enriquecimento do leite com esta flora propiônica autóctone. A biodiversidade e o clima favorecem bastante a fabricação de queijos semiduros naquelas regiões de altitude, frequentemente, superiores a 1.000 metros. O clima temperado e ameno das montanhas mineiras parece favorecer o desenvolvimento dessa flora lática

ímpar, que confere ao leite um "bouquet" sem igual, pelo qual, com certeza, se apaixonaram os pioneiros dinamarqueses como Nielsen, Norremose, Carl Jensen, Bartholdy, Sørensen, Godtfredsen e muitos outros.

Pode-se mencionar ainda que o ejedor, quase sempre, foi instalado em fábricas de pequeno porte, que não possuíam padronizadoras e, assim, os queijos sempre eram feitos com leite integral, de alto teor de gordura. Quem tiver provado desses queijos, não poderá esquecer nunca mais de seu sabor suave, típico, inconfundível e nem daquela consistência untuosa e macia de uma massa que se destacava pelos olhos lisos e regulares, elegantemente distribuídos.

Contudo, o uso do ejedor de vapor sempre foi polêmico. Algumas deficiências do sistema como um todo, de tempos em tempos, reabrem os debates e o ejedor entra na lista de "equipamentos em processo de extinção". Em verdade, tanto defensores como críticos apresentam pontos de vista, técnicos, microbiológicos ou ainda físico-químicos com diferentes doses de razão. O que se deseja, no entanto é apenas uma boa dosagem de bom senso para evitar que o ejedor vire página virada da história queijeira do Brasil. Se do ponto de vista técnico, o equipamento apresenta deficiências, torna-se imperativo apenas que elas sejam corrigidas. Isso pode ser promovido através da normatização de montagem do sistema conforme tem sido preconizado por vários estudos realizados em Universidades e Instituições de pesquisa, e já foi tema de uma Norma Regulatória baixada pelo Ministério da Agricultura. Hoje, com o advento da coleta a granel, o velho ejedor já não pode mais ser culpado pela deterioração do leite acumulado na plataforma e tem maturidade suficiente para estar devidamente acompanhado de filtros de vapor, válvulas, e sensores eletrônicos para controle de temperatura, entre outros, que certamente aumentariam a sua eficiência e,



sem dúvidas, contribuiriam para realçar cada vez mais as suas qualidades. Trata-se aqui também da defesa, não apenas de um eficiente sistema de tratamento térmico do leite, que gera um queijo inigualável, mas, sobretudo, de uma tradição de quase 100 anos que, guardadas as devidas proporções, permite comparar o Sul de Minas às venerandas tradições queijeiras de uma Normandia francesa com seu delicado Camembert, ou de um Vale do Emme, com seu formidável Emmenthal, de um Auvergne com seu nobre Roquefort e, de uma Lombardia, com seu vetusto Grana Padano. Em todas essas lendárias regiões, esses queijos são feitos com o mais puro leite do campo, submetido a nenhum tipo de tratamento térmico. A flora original dos pastos da região é preservada e pode ser considerada responsável pelo sabor típico desses queijos, pela atuação da NSLBA (bactérias lácticas nativas no chamado "terroir"). Portanto, o apelo aqui vai muito além das polêmicas técnicas e remete, de fato, às mais caras tradições guardadas na história queijeira de todo o estado de Minas Gerais, quando se chama ao bom senso e ao respeito às páginas escritas por essa gente escandinava de original e indomável espírito, naqueles idos dos anos 30, do século passado.

Regulamentar e manter o uso do ejedor seria, portanto, garantir o curso natural de uma cultura arraigada, há cerca de 100 anos, nas queijarias sul-mineiras. De certa forma significaria abrir mão do enquadramento de todos os queijos brasileiros tão somente aos "processos de produção padrão", cuja reprodutibilidade, típica das fábricas de grande porte, é mais facilmente alcançada em distintas regiões. Significaria, sob todas as formas, continuar fazendo parte de um selecionado grupo que, com muita técnica, cultura e sabedoria, defende mundo afora a fabricação de seus queijos Camembert, Emmental, Roquefort, Grana, Parmigiano Reggiano e outros, a partir de leite cru como forma única de garantir a obtenção de um produtos típicos, exclusivos,

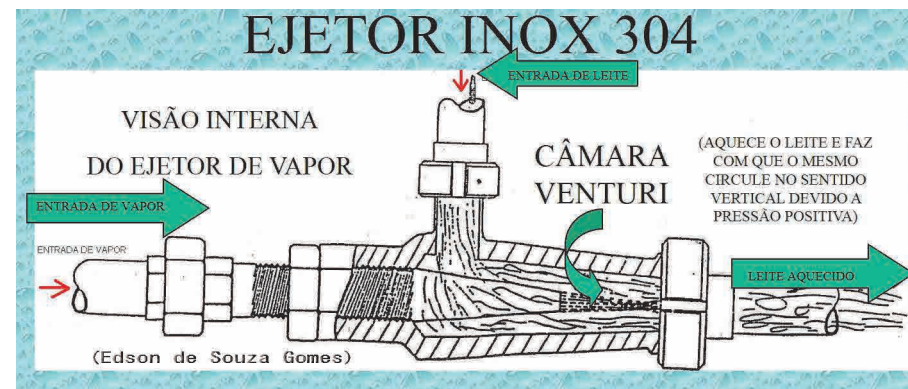


inimitáveis, vastamente apreciados e reconhecidos mundialmente. Todos esses queijos são fabricados em processos que, como o ejetor de vapor, permitem manter a flora NSLAB (*"Non Starter Lactic Acid Bacteria"*) no leite, conferindo assim ao queijo seu "bouquet" particular, típico dessa ou daquela região (*"terroir"*). Observe-se que quase que invariavelmente, esses queijos são degustados com vinhos, cujas técnicas milenares, são igualmente regadas de respeito às mais caras tradições.

No **Art. 517 § 8º e Instrução DILEI nº II/1985**, o Ministério da Agricultura já apresentava os requisitos mínimos necessários para a utilização do Ejetor de Vapor para a termização de leite em fábricas de queijos que processam no máximo 5.000 litros de leite diariamente. São listados alguns equipamentos e acessórios exigidos para aumentar a segurança do processo, tais como válvulas de bloqueio, purgadores, filtros, termômetros, registros de 3 vias etc. O leite deve ser aquecido, no mínimo, a 65°C por 2 a 5 minutos, um parâmetro facilmente atingido pelo sistema de ejeção de vapor.

O SISTEMA EM SI

O sistema é bastante simples, pois baseia-se na utilização de um tubo de Venturi, onde o vapor em alta pressão sofre um estrangulamento e, ao expandir-se, aspira o leite do tanque de recepção por uma outra tubulação adjacente, aquecendo-o e, por força da pressão, bombeando-o para um outro tanque intermediário (geralmente instalado a uns 2 ou 3 m de altura), onde o leite quente fica por alguns minutos até cair por gravidade num resfriador de cascata e, daí, já resfriado na temperatura de coagulação, deslizar por calhas até o tanque de fabricação de queijos. O sistema é, comumente, montado numa plataforma em plano superior ao da sala de fabricação de queijos, o que permite o uso da gravidade para levar o leite até o seu interior. Sua eficiência depende muito do bom funcionamento da caldeira, pois se houver uma queda súbita de pressão, há o risco de "passar leite cru" em decorrência de não se atingir a temperatura mínima usada para termizar o leite (em torno de 66°C). Obviamente, ocorre sempre uma condensação de vapor no leite, que pode variar bastante (de 8 a 12%), em função da qualidade do vapor (mais, ou menos seco). Exige ainda grande experiência do queijeiro, pois além de requerer uma atenta vigilância da mistura de vapor + leite e da temperatura final, exige habilidade ao ajustar-se os volumes do leite que desce pelo resfriador de cascata e da água que circula em contra-



-corrente nos tubos, para se conseguir a temperatura certa de coagulação (entre 32 e 35°C).

O ejetor de vapor não pode ser comparado ao sistema de pasteurização rápida do leite por placas, por ser um processo extremamente simples e de características muito peculiares. Esse processo foi criado e só tem sido usado no Brasil, e quase sempre em fábricas de pequeno porte (de 2 a 5 mil litros de leite diários), e sempre para queijos curados, com grande predominância das linhas Prato e Meia-cura. Algumas fábricas já o usaram também para se elaborar o queijo Gouda e Gruyère, além de Camembert e Gorgonzola.



ALGUNS EFEITOS DO PROCESSO POR EJEÇÃO DE VAPOR

Lista-se a seguir alguns parâmetros únicos no processo de fabricação do queijo Prato com ejedor de vapor, que poderiam eventualmente explicar as características do queijo obtido:

-Ocorre um aumento médio de até 5% no rendimento sobre aquele observado na fabricação do Prato com pasteurizador de placas. O rendimento maior é devido a uma melhor retenção de gordura e proteínas na coalhada, com diminuição da formação de finos no soro.

-A desnaturação de soroproteínas é menos intensa. Consequentemente, a coalhada é menos hidratada e reteria menor teor de coalho. Considerando que o grau de aquecimento do leite é menor, a caseína também seria menos afetada (menos desnaturada), o que facilitaria a coagulação e diminuiria perdas de elementos no soro.

-Há um risco menor de se formar sabor amargo no queijo, já que reduz-se a retenção de coalho na massa, além de que semi-cozimento é feito quase sempre a 42°C, o que colabora para aumentar a inativação de resíduos de enzimas como a quimosina.

-Geralmente, o queijo é feito a partir de leite integral, que não é submetido sequer à clarificação. O alto teor de gordura do queijo colabora para sua untuosidade e sabor típico. Além disso, muitas células bacterianas benéficas, normalmente removidas na centrifugação, são mantidas no leite e podem contribuir para a maturação do queijo.

-Muitas vezes o tratamento térmico do ejedor de vapor não passa de uma termização, por exemplo, 65-66°C por 3 a 5 minutos. Boa parte das cepas de bactérias que compõem o grupo das propionicas são destruídas pela pasteurização rápida do leite, mas muitas parecem resistir ao tratamento pelo ejedor e estão presentes naturalmente no queijo, formando olhaduras e conferindo-lhe sabor levemente adocicado através da fermentação propiônica. Esse parece ser um fenômeno típico em queijos da linha Prato elaborados em pequenas fábricas do Sul de Minas.

-O resfriamento é feito em resfriadores tipo cascata, que são abertos, e permitem a exalação de vapores do leite, que percorre o aparato em camadas muito finas. Essa "desodorização" natural (eliminação de gases), certamente, contribui para a melhoria das características sensoriais do queijo.



(em geral, acima de 5,30). Esse pH mais alto também tem uma influência positiva no crescimento de bactérias propiônicas, que vão formar olhos nos queijos e lhes conferir sabor típico.

-Devido a essa lavagem intensa, a massa apresenta características de "estabilizada" (menos acidez, mais umidade, pH mais alto, mais cálcio), o que faz com que o queijo tenha uma tendência a curar e formar sabor mais rápido.

-A turbulência e alta pressão de vapor na câmara de mistura do ejedor teriam um efeito similar ao da homogeneização fracionando os glóbulos de gordura e dispersando-os finalmente no leite. Tal fenômeno contribuiria para menor perda de gordura no soro e maior untuosidade da massa do queijo,



CONSIDERAÇÕES FINAIS

além de facilitar a ação de lipases microbianas na maturação. A fina dispersão dos glóbulos de gordura altera a refração da luz e faz com que a massa do queijo pareça mais branca.

-Era muito comum em fábricas que operavam com ejedor de vapor que os queijos produzidos maturassem por vários dias em câmaras sem refrigeração artificial, geralmente, construídas em um plano inferior da fábrica, onde o ambiente era mais fresco e a umidade natural era preservada. Essa maturação se fazia ainda sem embalagens, o que permitia ao queijo criar casca e "respirar". Algumas poucas fábricas no Sul de Minas ainda mantinham esse sistema até recentemente.

-Geralmente trabalha-se com pequenos volumes de leite, o que facilita a sua seleção, além de permitir ao queijeiro, peça fundamental no sistema, participar de todas as operações, desde a recepção do leite até a cura do queijo. O fermento (geralmente mantém-se a tradição do uso da "isca", um fermento tradicional, repicado diariamente) recebe atenção especial, raramente é trocado e parece desenvolver uma certa rusticidade em contato com o ambiente, o que também ajuda a explicar porque, em geral, não se observam bacteriófagos nestas pequenas fábricas de queijo.

-Certamente, o tratamento térmico mais suave do leite preserva mais suas características e o "bouquet" natural que o leite das pastagens de altitude do Sul de Minas tradicionalmente apresenta. Essas características são repassadas ao queijo, o que torna um Prato ou Gouda, feitos por ejedor de vapor, inigualáveis, quando comparados a queijos similares feitos por outros sistemas.



É verdade que o sistema de ejedor de vapor, da forma que tem sido tradicionalmente usado na maioria das fábricas, não garante a pasteurização do leite conforme citado nos regulamentos. Por outro lado, há que se considerar que mesmo que o binômio tempo-temperatura de 72°C/15 segundos não seja alcançado, quase sempre o efeito térmico de destruição de coliformes e outras bactérias patogênicas é alcançado pela combinação de uma temperatura ligeiramente mais baixa (66 a 68°C) com um tempo de retenção, consideravelmente, alongado no tanque intermediário (de 2 a 4 minutos, em média). Não há registros de casos de patogenia provocados por ingestão de queijos elaborados por esse sistema. Considere-se também que a legislação brasileira atual permite a elaboração de queijos até mesmo com leite cru, desde que sejam curados por um período mínimo de 60 dias. Qualquer fábrica que use o ejedor de vapor poderia perfeitamente se enquadrar nesses parâmetros.

O vapor que se incorpora ao leite tem a mesma qualidade do vapor usado para aquecer água na filagem da Mussarela, ou do vapor direto usado nas panelas fechadas para elaborar Requeijão Cremoso, ou ainda em certos sistemas de esterilização de leite longa-vida em que se acrescenta, momentaneamente, vapor ao leite. Esse vapor pode ainda ser filtrado e purgado na linha antes de chegar ao leite. Já é possível instalar um sistema tradicional por ejeção de vapor adicionando-se vários purgadores e filtros de linha, para melhorar a qualidade do vapor.



Sobretudo devem ser considerados os aspectos históricos e socioeconômicos do uso de ejeter de vapor nestas pequenas fábricas do Sul de Minas. Este sistema é único e permite, de fato, elaborar um queijo Prato e suas demais variedades, de alta qualidade e de sabor inigualável. Existe há quase 100 anos e possibilitou a existência de inúmeras fabricas de pequeno porte, que absorviam o leite das bacias leiteiras locais e ofereciam emprego a muitas famílias das redondezas. Na verdade, este sistema deveria ser preservado pelas autoridades brasileiras, não somente por permitir a sobrevivência de pequenas queijarias, mas também pela preservação de raízes históricas e de tradições muito caras ao país. Pode ser comparado ao cuidado que se dedica ao tradicional Camembert francês, feito até hoje com leite cru na Normandia, ou ao Parmigiano Reggiano italiano, também elaborado somente com leite cru nas fábricas do norte da Itália, ou mesmo ainda ao Emmental suíço mais tradicional, que é elaborado com leite que não pode sofrer nenhum tipo de tratamento térmico.

Que as autoridades sanitárias brasileiras tenham a sensibilidade necessária para entender a necessidade de se manter o sistema de ejeter de vapor em funcionamento nessas pequenas fábricas, com os ajustes que se fizerem necessários dos pontos de vista técnico e legal, preservando assim uma tradição única na história de nossos queijos.

PADRONIZAÇÃO E PASTEURIZAÇÃO

INTRODUÇÃO



A obtenção de um queijo semiduro é um processo que inicia na coleta do leite e termina ao final da maturação; esse processo pode durar meses. Entretanto, os principais fatores que determinam as características finais de um queijo (sem mencionar a qua-

lidade da matéria-prima) são regulados no espaço de umas poucas horas, que se estendem desde a chegada do leite ao tanque de fabricação até a prensagem nas formas. Esse período (variável de 4 a 5 horas para a maioria dos queijos semiduros) é crucial, porque os tratamentos dispensados ao leite e à coalhada determinarão a variedade de queijo a ser elaborado, suas características e seu grau de qualidade. Não há dúvida de que essa é a fase do processo na qual o queijeiro pode exercer com plenitude sua capacidade de influir e alterar os rumos da fabricação. É a parte onde a arte e a ciência devem se misturar em benefício da qualidade do produto. Portanto, o técnico deve se aproveitar das oportunidades disponíveis nesse curto espaço de tempo da elaboração para fazer os ajustes necessários e conduzir a fabricação a bom termo. Assim, enquanto que a arte é um requisito indispensável à fabricação de um bom queijo, o conhecimento da microbiologia e da físico-química do processo é a ferramenta essencial para contornar problemas eventuais, fazer as mudanças de técnicas necessárias e, enfim, obter um queijo de boa qualidade e padronizado. A elaboração requer uma observação constante e cuidadosa e é, nesta parte, que certos erros são frequentemente cometidos, por excesso ou por negligência. É muito importante conhecer, assim, os principais pontos da elaboração com seus efeitos na composição e características dos queijos semiduros.

AVANÇOS RECENTES NA FABRICAÇÃO DE QUEIJOS



Através da constante introdução de novos equipamentos, tem havido grandes alterações no processo de fabricação dos queijos semicozidos do tipo Prato. Entretanto, alguns pontos da fabricação permanecem com sua importância máxima sendo fundamentais para se atingir os objetivos principais do processo, que são:

- 1- Obter o melhor rendimento possível.
- 2- Obter boa qualidade, com padrão.
- 3- Diminuir, dentro do possível, o tempo de elaboração (eficiência do processo)

so) e maximizar o uso dos equipamentos,

Para obter esses objetivos, alguns parâmetros são fundamentais e devem ser considerados:

- a- Teor final de umidade do queijo
- b- pH final do queijo
- c- Teor de fosfato de cálcio retido no queijo e sua textura
- d- Quantidade residual de coalho no queijo

O processo de sinérese (expulsão do soro da massa) tem uma influência preponderante no controle dos parâmetros citados. Por sua vez, o processo de sinérese é afetado pela acidificação durante a elaboração e pelo tratamento térmico (cozimento ou semicozimento) dado à massa. A acidificação é influenciada pelo tipo e atividade do fermento láctico (me-

sofílico ou termofílico), pela temperatura e tempo de cocção da coalhada e pelo grau de delactosagem (lavagem) a que a massa é submetida.

Nos últimos anos, diversas modificações foram introduzidas nos processos de elaboração de queijos, tornando-os mais efetivos e mais seguros. Dentre as muitas modificações, pode-se mencionar:

- 1- Tratamento do leite por termização ($65^{\circ}\text{C}/15\text{ s}$), para controle de psicrotóxicos, especialmente hoje, quando praticamente todo leite chega refrigerado às fábricas;
- 2- Granelização na coleta e posterior estocagem do leite refrigerado, em grandes silos;
- 3- Uso de degerminadoras ou microfiltração para reduzir drasticamente a contagem global do leite e também combater esporulados do gênero *Clostridi*;
- 4- Uso de tanques fechados, de até 30.000 litros de leite, para fabricação.
- 5- Uso de coalhos puros em quimosina, termolábeis e muito específicos, para aumentar o rendimento da fabricação e ter melhor controle sobre eventual formação de gosto amargo;
- 6- Uso de enzimas, como a lisozima, para combate a butíricos e de inibidores como a natamicina e nisina, para combate a fungos e bactérias indesejáveis em queijos específicos;
- 7- Uso de concentração e fracionamento por membranas para aumentar a eficiência de processos e permitir a melhor padronização do leite, sobretudo na relação caseína/gordura;
- 8- Uso de culturas lácticas concentradas (liofilizadas ou congeladas), resistentes a fagos;
- 9- Uso de drenoprensas especiais para pré-prensar e cortar blocos;
- 10- Adoção de processos automatizados, que reduzem tempo de operação e mão de obra, além de permitir melhor padronização dos queijos;
- 11- Uso de formas microperfuradas que dispensam o uso de dessoradores e promovem excelente formação de casca no queijo;
- 12- Adoção de processos de salga a seco, especialmente durante a filagem de Mussarela;
- 13- Salmouras dinâmicas, em permanente circulação (hidrovias) que reduzem o tempo de salga;



14- Tratamento do queijo com resinas plásticas, contendo fungicidas (natamicina), para maturação;

15- Mecanização das operações na maturação e estocagem de queijos, como o uso de caixas e paletização;

16- Redução do pH do leite no momento da coagulação através de adição de ácidos orgânicos ou de incorporação de CO_2 ;

17- Inoculação do leite estocado a frio com flora mesofílica selecionada, para melhorar suas propriedades físicas e combater a flora psicrotrofica;

18- Utilização de cultivos protetores, contendo microrganismos selecionados (NSLAB- Non Starter Lactic Acid Bacteria), que produzem bacteriocinas e protegem os queijos durante o armazenamento, em especial aqueles de pH mais alto;

19- Utilização de tratamentos térmicos mais elevados ("pasteurização" acima de 75°C , por tempo mais prolongado), que permitem incorporação de soro-proteínas e, assim, aumento do rendimento.



Alguns desses novos tratamentos já vêm sendo utilizados em países latino- americanos. Alguns deles são mais apropriados para fábricas que operam grandes volumes de leite diariamente, o que já se observa em vários países da América Latina.

A PASTEURIZAÇÃO DO LEITE

A grande maioria dos queijos produzidos industrialmente é proveniente de leite pasteurizado. Mas alguns tipos de queijos tradicionais são feitos com leite cru, sobretudo em países europeus, como o Parmigiano Reggiano na Itália, o Roquefort na França e o Gruyère na Suíça. Em países tropicais, onde a qualidade microbiológica do leite tende, em geral, a ser precária, a pasteurização do leite nas grandes indústrias é um tratamento indispensável, tanto do ponto de vista tecnológico como de saúde pública. É também uma questão legal. Em se tratando de leite para queijos, a pasteurização (rápida a $72-73^\circ\text{C}/15$ segundos ou lenta a $65^\circ\text{C}/30$ minutos) provoca algumas modificações no leite que podem influenciar na elaboração do queijo:

- a pasteurização do leite diminui seu teor em proteínas solúveis; ocorre uma interação entre as proteínas de soro (principalmente b-lactoglobulina) e k-caseína. São formados complexos que se agregam à caseína durante a coagulação do leite por coalho;

- o equilíbrio entre os sais de cálcio e fósforo solúveis e coloidais é rompido, devido a uma insolubilização de uma parte dos sais minerais;

Essas duas modificações podem influenciar a fabricação da seguinte maneira:

- 1- o complexo formado entre a b-lactoglobulina) e a k-caseína dificulta a ação da quimosina nessa fração da caseína; em consequência, a floculação inicial do leite é ligeiramente retardada (aumento de cerca de 20% no tempo de floculação em relação ao leite cru);

- 2- o aumento do teor de proteínas solúveis retido no queijo pode levar a um ligeiro aumento do rendimento da fabricação;

além disso, aumenta a retenção de água no queijo, o que leva à formação de uma coalhada mais branda e grãos com maior dificuldade para dessorar. Quanto mais severo o tratamento térmico, mais pronunciados serão esses efeitos. Quanto mais se aquece o leite, mais se aumenta o seu tempo de coagulação. O tempo de coagulação de um leite será aumentado 10 vezes se o leite for aquecido a 92°C por 15 segundos o que, obviamente, não é admissível em um processo industrial;

3- devido à diminuição do teor de cálcio iônico, as ligações entre as micelas de paracaseína seriam mais fracas (coalhada mais branda) e, ao corte, haveria mais perda de extrato seco. Entretanto, esse efeito é corrigido pela adição de cloreto de cálcio ao leite, e/ou por alteração do pH do leite e da temperatura de coagulação;

4- quanto mais severo o aquecimento, maior é o rendimento da fabricação. Essa possibilidade de tratamentos à temperaturas elevadas tem sido aplicada em certos tipos de queijos (como Petit-Suisse, por exemplo), de alta umidade. Em queijos semiduros, o superaquecimento do leite é um tratamento promissor e vem sendo estudado e aplicado gradualmente, requerendo, entretanto, a adoção de algumas medidas paralelas para corrigir alguns efeitos nefastos na coagulação e, posteriormente, no queijo;

a) a possibilidade de formação de sabor amargo no queijo (retenção excessiva de coalho e de proteínas solúveis) aumenta quando o aquecimento do leite é mais intenso;

b) destruição da xantina oxidase pode reduzir o efeito benéfico da adição de nitrato de sódio para controle do estufamento.

A PADRONIZAÇÃO DO LEITE

Obviamente, se não há padronização do leite torna-se impossível elaborar queijos com padrões físico-químicos regulares e características sensoriais pré-determinadas. Não se trata apenas de fixar um teor de gordura no leite. É essencial que se mantenha uma relação fixa entre o teor de caseína e aquele de gordura, pois isso permitirá que o queijo apresente rotineiramente o mesmo teor de GES-Gordura no Extrato Seco, com forte impacto também na sua textura, bem como no rendimento da fabricação.

GES-Gordura no Extrato Seco e Relação C/G (caseína / gordura)

Muitos países ainda não possuem legislação determinando a composição química típica de cada queijo e estabelecendo, por exemplo, teores mínimos de gordura e máximos de umidade. Outros componentes, como o teor de cloreto de sódio, já tem a declaração obrigatória em muitos lugares. No Brasil, com a adoção dos regulamentos do Mercosul, aos poucos começa-se a exigir estes esclarecimentos nos rótulos e embalagens dos queijos. Em países como a França e os E.U.A., entre outros, cada queijo já é regulamentado e deve apresentar alguns parâmetros dentro dos padrões estabelecidos. Os teores máximo de umidade e mínimo de gordura no extrato seco (GES) são os parâmetros geralmente adotados para o controle legal. Além disso, obviamente, são parâmetros que, se obedecidos, estabelecem padrão e uniformidade para a produção de queijos.



Há uma tendência generalizada em fixar o teor de gordura do leite para cada queijo. Isso é possível em países onde não há regulamentação nessa área, e assim mesmo, em detrimento da uniformidade da produção, que poderá apresentar variações ao longo do ano. Acontece que a compo-

sição química do leite varia ao longo do período de lactação especialmente os teores de caseína e gordura do leite. Assim, mantendo-se fixo o teor de gordura do leite (por exemplo, 3,6% de gordura no leite para o queijo Prato), quando o teor de caseína estiver baixo (relação Caseína/Gordura baixa), o teor de GES será elevado; obviamente, quando o teor de caseína for elevado (relação caseína/gordura alta), o teor de GES diminuirá, e poderia incorrer em uma faixa abaixo do mínimo legal, se houvesse legislação regulando o assunto. Em ambos os casos, a consistência do queijo seria modificada (quanto maior o teor de GES, mais macio é o queijo).

A tendência que se observa em fabricações modernas de queijos é a padronização da gordura do leite com relação a seu teor de proteínas, geralmente, tomando-se por base o teor de caseína, já que as soroproteínas representam uma parte mínima das proteínas que migram do leite para a coalhada no momento da coagulação e corte. Quando se mantém um teor fixo de gordura no leite, sem se considerar as variações naturais do teor de proteínas no correr do ano, grandes variações podem ocorrer no teor de GES, na direção inversa da variação do teor de proteínas. Essas variações, de fato, ocorrem e, obviamente, vão alterar o rendimento da fabricação de queijos, que é muito dependente dos teores de proteínas e gordura do leite e, nem sempre, pode ser compensado por aumentos no teor de umidade do queijo, sob pena de se alterar as características do queijo.

Portanto, quando se deseja fabricar um queijo dentro de padrões estabelecidos, o teor de gordura deverá ser fixado em relação ao teor de proteínas ou caseína do leite, adotando-se o teor de GES do queijo (e não seu teor de gordura) como parâmetro a controlar no produto final. Mesmo que o queijo desidrate-se na maturação, o teor de GES tende a permanecer inalterado, enquanto que o teor de gordura percentual aumentaria consideravelmente em caso de desidratação do queijo durante a cura.

É aconselhável fixar o teor de GES desejado (na hora de se padronizar o leite) com um excesso de 2 a 3% devido as seguintes razões:

a) dependendo do teor de sal adquirido pelo queijo na salga, o aumento do extrato seco desengordurado pode diminuir ligeiramente o teor de GES;

b) como algumas das fórmulas encontradas para a previsão do teor de GES são baseadas no teor de proteínas do leite (e não no seu teor de caseína) variações podem ocorrer devido à flutuação do teor de caseína do leite ao longo do ano; a caseína repre-

senta entre 75 e 80% do total das proteínas do leite, dependendo de uma série de fatores na produção do leite;

c) a transição das proteínas do leite para a coalhada pode variar bastante, em função do corte da coalhada (momento ideal ou não de se cortar, maneira de cortar, tamanho dos grãos etc); a média de aproveitamento das proteínas na coalhada é de cerca de 75% e para o queijo Prato foi determinada como sendo de aproximadamente 80%, enquanto que para o queijo Minas foi observado cerca de 79% de aproveitamento. Esses índices de aproveitamento podem parecer muito baixos, mas é preciso considerar que incluem as soroproteínas, que praticamente não são retidas na coalhada. Se for considerado apenas o teor de caseína, esse índice pode chegar a 94% de aproveitamento e esse dado é usado em fórmulas consagradas para determinação do rendimento queijeiro, como a de Van Slyke.

Com relação ao teor de gordura do leite, cerca de 84 a 90% do total seria retida na coalhada no momento do corte, na fabricação do queijo Prato. A variação é devida a vários fatores, desde a composição do leite, firmeza da coalhada, tipos de liras e a maneira de se efetuar o corte. Esses dados são de grande importância no controle e previsão do rendimento da fabricação de queijos. O aproveitamento da caseína estando por volta de 94%, é um dado que reforça a tendência de se padronizar a GES do queijo com base na relação C/G do leite;

d) o teor de GES pode diminuir ligeiramente durante a cura, devido à conversão de umidade para proteínas ou aminoácidos no momento da hidrólise de ligações peptídicas. Entretanto, na prática não poderia ser considerado, pois é um dado numérico praticamente imperceptível nas análises laboratoriais;

e) erros de análise podem diminuir, aparentemente. o teor de GES (o que é especialmente importante, quando o teor mínimo é determinado por lei).

Na literatura, poderão ser encontradas diversas fórmulas para o ajuste do teor de gordura do leite em função de um desejado teor de GES. Serão apresentadas aqui duas fórmulas diferentes, uma geral, e a outra específica para o queijo Prato e suas variedades.

A seguinte fórmula é recomendada pela FAO, de maneira geral, e pode apresentar maiores variações por não considerar um tipo específico de queijo:

$$G_b = \text{GES} (P \times 0,75 + 0,468) / 0,90 (100 - \text{GES})$$

Exemplo: deseja-se fabricar queijo Gouda com GES = 47% à partir de leite com 3,35% de proteínas. Ajustar o teor de gordura do leite.

Conforme recomendado, deve-se acrescentar 2% ao teor de GES desejado, como medida de precaução :

$$G_b = 49 (3,35 \times 0,75 + 0,468) / 0,90 (100 - 49)$$

$$G_b = 3,2\% \text{ (teor de gordura a ajustar no leite)}$$

O baixo teor de gordura encontrado pode ser um reflexo de um alto teor de caseína eventualmente observado no leite, que resulta em melhor formação da coalhada e menores perdas de elementos no soro, no momento do corte.

A seguinte fórmula é recomendada para a fabricação do queijo Prato, baseada em estudos feitos no Brasil :

$$G_b = (\text{ESD} \times \text{GES}) 0,45 / 100 - \text{GES}$$

onde :

G_b = teor de gordura a ajustar no leite

ESD = teor de extrato seco desengordurado do leite

Exemplo: deseja-se fabricar queijo Prato com GES= 47% à partir de leite com 8,80% de ESD (por segurança, acrescentar 2% ao GES desejado):

$$G_b = (8,8 \times 49) 0,45 / 100 - 49$$

$$G_b = 3,8\%$$

A diferença encontrada entre os resultados das duas fórmulas explica-se também pelo fato de que no Prato, a coalhada é cortada em grãos menores do que no queijo Gouda, para firmar um pouco mais o queijo. Assim, a transição considerada de gordura do leite para o queijo, é menor

e é compensada por um teor mais alto no leite. Considere-se também que o leite brasileiro é, em média, mais pobre em proteínas (especialmente caseína), quando comparado ao leite europeu. Na prática, o que se observa comumente no Brasil, é a fabricação do queijo Prato a partir de leite com 3,4 a 3,6% de gordura; normalmente obtém-se queijos de boa consistência, cuja composição aproximada é a seguinte :

Teor de umidade: 43 - 45%

Extrato Seco Total: 55 - 57%

Teor de gordura: 27 - 29%

Teor de GES: 47 - 53%

RELAÇÃO ENTRE O TEOR DE GES DESEJADO NO QUEIJO, O TEOR DE GORDURA E A RELAÇÃO C/G NO LEITE		
Teor de GES desejado	Teor de gordura a ajustar no leite	Relação C/G ideal
45	3,34	0,86
46	3,37	0,83
47	3,51	0,80
48	3,65	0,77
49	3,80	0,74
50	3,96	0,71
51	4,12	0,68

Considerando-se que a caseína é o elemento do leite que mais afeta a retenção dos demais elementos, a padronização do leite com base na relação caseína/gordura (C/G) oferece resultados bastante exatos e é muito usada nos EUA na fabricação do queijo Cheddar. O queijo Cheddar possui um mínimo de 50% de GES e, um máximo, de 39% de umidade; para se obter o teor de GES procura-se manter uma relação C/G por volta de 0,71 (geralmente usa-se leite com 3,8% de gordura).

A utilização da relação C/G tem sido recomendada como um dos recursos para se padronizar o queijo Prato e suas variedades, considerando-se as diferenças de composição do leite que se verificam no Brasil, por exemplo, entre junho (período de estiagem) e novembro (período de chuvas).

Cada vez mais são usadas, membranas para fracionar o leite e concentrar os elementos desejados. Para a padronização da relação Caseína/Gordura, por exemplo, tem sido muita usada a Microfiltração do leite desnatado, que permite concentrar as caseínas isoladamente das soro-proteínas e posteriormente o ajuste final pode ser feito com o creme (homogeneizado ou não).



Há uma preocupação grande nas queijarias brasileiras em relação ao teor de gordura do queijo Prato, pois tem grande influência na sua textura e firmeza. O queijo Prato retangular, de 3 kg, é destinado basicamente ao fatiamento em supermercados e padarias, além de na própria fábrica, e como são geradas fatias muito finas, se o queijo estiver macio demais, não fatiará bem. Obviamente, o teor de umidade tem também um papel importante em eventuais problemas de fatiamento, assim como o grau de maturação (proteólise) do queijo.

Relação Caseína/Gordura (C/G)

Os regulamentos para estabelecer padrões de identidade dos queijos, geralmente, indicam não exatamente o teor de gordura do queijo, mas sim o teor de Gordura no Extrato Seco (GES). O extrato seco desengordurado de um queijo constitui-se basicamente de proteínas (caseína, sobretudo), cloretos, ácido láctico, cinzas e alguns oligo-elementos. Quando se fixa o teor de gordura do leite para a elaboração de um queijo Prato, por exemplo, ao longo do ano, ocorrerão importantes variações no teor de gordura do queijo, mas nunca em seu teor de GES. Por isso, as indústrias trabalham, atualmente, buscando uma relação fixa entre o teor de Caseínas do leite e aquele de Gordura. Obviamente, torna-se necessário conhecer o teor de caseínas do leite a ser industrializado e com base nesse dado, ajusta-se o teor de gordura correspondente. Quando se faz necessário aumentar o teor de gordura, creme é, geralmente, adicionado ao leite (ou, em certas situações, gordura anida, ou "butteroil"). Quando se faz necessário aumentar o teor de caseínas, a concentração por membranas (ultrafiltração ou microfiltração) é o recurso mais utilizado pela indústria queijeira.

Determinação Rápida de Caseínas pelo Método do Formol

Muitas indústrias não possuem sofisticados aparelhos que determinam automaticamente e rapidamente os componentes do leite, entre eles, as caseínas. Assim, podem lançar mão de métodos mais tradicionais e que, apesar de demorados, oferecem resultados confiáveis, que podem ser usados não somente para padronizar a relação C/G, mas também como importante instrumento histórico para entender e explicar variações do rendimento queijeiro em um determinado período do ano.

Esse método, conforme descrito pelo Prof. Paulo Henrique da Silva (UFJF), é baseado na medição dos prótons liberados pela reação do formaldeído com os grupos amino das cadeias laterais das proteínas, sendo uma estimativa indireta do teor de proteínas. O "valor aldeído" do leite corresponde à diferença entre a acidez original e a acidez após adição de formaldeído 40%.



Técnica:

- Transferir 10 ml de leite a 20°C para um tubo de ensaios com tampa plástica rosqueável, de tamanho compatível com a centrífuga de Geber, capacidade mínima de 25 ml e máxima de 70 ml;
- Adicionar 10ml de água destilada a 40°C e 1,5 ml de ácido acético (1+9) S.R.;
- Misturar de forma a garantir a precipitação da caseína. Não utilizar o vórtex nesta etapa;
- Aguardar 5 minutos e centrifugar a 1200rpm por 5 minutos (425g). O precipitado deverá depositar no fundo do tubo e o sobrenadante deverá ser razoavelmente límpido, com alguma separação de gordura;

- Descartar a sobrenadante;
- Adicionar 5 ml de água destilada a 60°C e dispersar o precipitado com o auxílio do vórtex;
- Adicionar 0,5 ml de fenolftaleína 1% (m/v) alcoólica neutralizada S.I. e aproximadamente 6 ml de hidróxido de sódio 0,111 mol/L S.V. (Dornic);
- Ressuspender o precipitado com o auxílio do vórtex;
- Adicionar 0,4 ml de oxalato de potássio 28% (m/v) S.R.;
- Se necessário, resfriar o tubo para 20°C;
- Esperar 2 minutos e titular por uma solução de hidróxido de sódio 0,05 mol/L S.V. até ponto de exata coincidência com o padrão (pH 8,3). Durante a titulação, pode ser necessário utilizar o vórtex para garantir a mistura da solução alcalina com a amostra em análise; anotar o volume gasto (FAF).
- Adicionar, com auxílio de pipetador de borracha, 2 ml de formaldeído 35- 40% (v/v);
- Esperar 20 s e titular novamente por uma solução de hidróxido de sódio 0,05 mol/L S.V. até exata coincidência com a cor padrão (pH 8,3); e
- Anotar o volume gasto (MI).

Resultado

Calcular o percentual de caseína por meio da fórmula abaixo:

$$\% \text{ CN} = (\text{MI} - \text{FAF}) \times 0,874$$

Para a utilização em avaliações de Rendimento Queijeiro, é necessário e mais preciso, que se determine o valor histórico da caseína no leite durante 1 ano, pelo menos 3 vezes por semana, para obter a média ao longo do período. Normalmente, ocorrem notáveis diferenças entre os períodos mais chuvosos e aqueles de secas mais prolongadas. É compreensível que essas variações refletem claramente na quantidade de queijos que é produzida de um mesmo volume de leite.

Uma pequena variação no teor de caseína tem grande impacto no rendimento queijeiro. Cada quilo de caseína pode representar até 2,5 kg de queijo, dependendo do tipo de queijo e seu teor de umidade.

O teor de caseína no leite varia de 2,2 a 2,8% ao longo do ano, e é muito influenciado pela alimentação do gado, raça do animal e sua produ-

tividade, além da época do ano. No Brasil, historicamente, as médias são muito baixas e se situam entre 2,2 e 2,4%, enquanto que em países como a Argentina, Uruguai e muitos da União Européia estão por volta de 2,6 a 2,8%. Países com esses altos valores agregam muito valor a seus produtos e se tornam muito mais competitivos para a exportação de queijos.

Método alternativo para determinação de caseínas

Existe ainda um outro método, mais empírico porém com boa precisão, que permite uma determinação mais rápida do teor de caseínas do leite, e que pode ser usado em fábricas de pequeno e médio portes para o ajuste da relação C/G:

MÉTODO DO FORMOLDEÍDO

Medir 17,6 ml de leite	Calcular a % de caseína através da fórmula: % caseína = °A - °B x 0,8335
Adicionar 1,0 ml de fenolftaleína	
Titular a acidez dornic - título "A"	
Adicionar 4,0 ml de formoldeído	
Titular a acidez dornic - título "B"	

F= C/G Determinando o teor de caseína, utiliza-se a fórmula para obter o teor de gordura a ser ajustado no leite.

UESD – Teor de umidade em relação ao extrato seco desengordurado

De acordo com estudos feitos na Nova Zelândia, o teor de UESD dá uma indicação muito melhor da qualidade potencial do queijo do que o teor de umidade. Quanto maior o teor de UESD do queijo, mais rápida é a degradação proteica; assim, na maturação do queijo Cheddar naquele país, considera-se que, se o queijo for ser mantido por 6-7 meses a 10 oC, o teor de UESD deveria ser de aproximadamente 53%; já se o queijo é para ser liberado ao consumo com 3-4 meses de maturação, o teor de UESD poderia ir até 56%.

O teor de umidade absoluto de 2 queijos pode ser igual e, no entanto, o teor de UESD ser diferente; isso se deve ao fato de que ao padronizar o leite com base apenas no teor de gordura, havendo uma variação para menos da

caseína, a relação C/G diminui e, se aquele queijo for, assim mesmo, produzido com o mesmo teor de umidade, o seu teor de UESD será maior do que o do outro produto. Para melhor compreensão, tome-se como exemplo os queijos A e B cuja composição química é apresentada aqui.

Relação entre a composição do queijo e o seu teor de UESD		
Porcentagens	Queijo A	Queijo B
Umidade	37	37
Extrato Seco Total	63	63
Gordura	32	34
Proteínas	2,5	2,3
GES	50,8	53,9
UESD	54,4	56,1

Supondo-se que o leite para ambos os queijos tivesse 3,8% de gordura, mas o teor de caseína fosse aproximadamente 2,8% no leite para o queijo A e 2,6% no leite para o queijo B, a relação C/G seria de 0,74 e 0,68 para A e B, respectivamente. Assim, a diminuição da relação C/G faz aumentar o teor de GES e, mantendo-se fixo o teor de umidade, aumenta-se também o teor de UESD. Nos exemplos apresentados, A e B têm o mesmo teor de umidade (37%) mas como o teor de UESD é mais alto em B (56,1%) esse é o queijo que vai maturar mais rápido, e corre o maior risco de deterioração. Os exemplos demonstram que o teor de umidade, quando não é adequadamente interpretado, pode apresentar uma ideia enganosa sobre o potencial de maturação do queijo.



De acordo com a literatura, um bom queijo Gouda ou Edam deve apresentar um teor de UESD por volta de 58%, sendo admitido um máximo de 60%, sem prejuízo da sua qualidade. Considerando que um queijo Prato um pouco mais firme apresenta em média 42% de umidade e 28% de gordura, o seu teor normal de UESD estaria por volta de 58%. Não coincidentemente, o queijo Prato apresenta características muito semelhantes às do queijo Gouda.

Para se calcular a UESD esta fórmula pode ser usada:

$UESD = (U \times 100) / (100 - G)$, onde:

-U = teor de umidade do queijo

-G= teor de gordura do queijo

FERMENTOS LÁTICOS

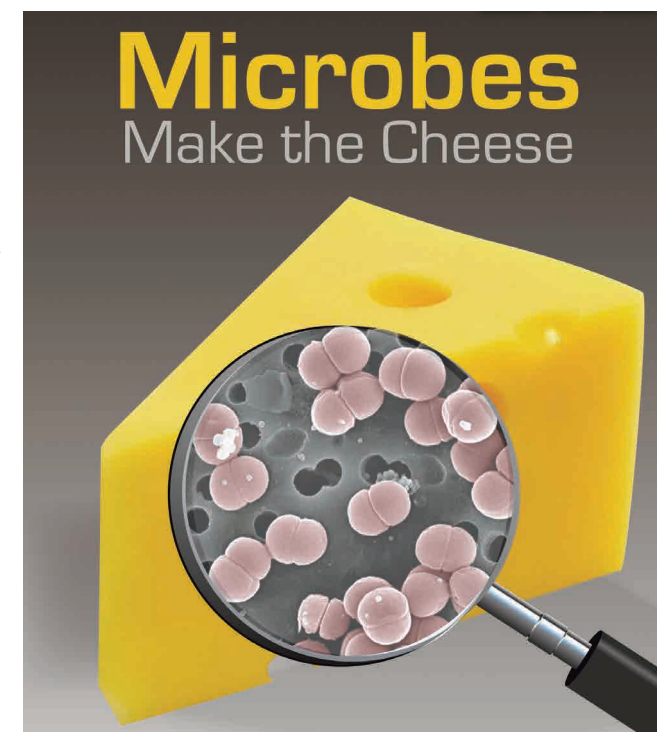
FERMENTOS LÁTICOS: FINALIDADES

Fermentos lácticos são concentrados de microrganismos isolados de leite cru ou de queijos, e que são do interesse da indústria de laticínios para produzir queijos com determinadas características de sabor e de textura.

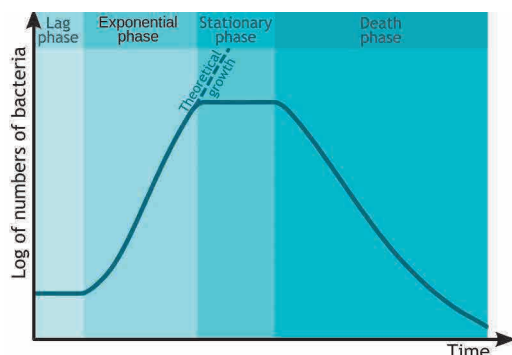
Para a elaboração de um bom queijo, há duas etapas fundamentais nas quais as bactérias lácticas desempenham um papel primordial:

- Acidificação e abaixamento de pH;
- Maturação, com formação de textura e flavor adequados.

Quando se conta com leite de boa qualidade, de forma regular e constante, o uso de culturas lácticas selecionadas pode se tornar até secundário, como ocorre na Itália, onde se faz apenas uma seleção térmica natural no dia a dia da fabricação de queijos, como o Grana Padano e outros similares. Não é o caso de países, como o Brasil, onde a inconstância na qualidade do leite e os altos níveis de contagens bacterianas inviabilizam o uso de leite cru e fermentos naturais.



Em países, como o Brasil, a pasteurização é uma etapa obrigatória na recuperação da qualidade do leite e na sua relativa uniformização para a fabricação de queijos. Uma vez que o leite tenha sido pasteurizado, é essencial a recomposição da flora láctica que vai ser a responsável pelas características do queijo. Entram em cena, então, os fermentos lácticos selecionados. Houve um tempo em que essas culturas eram propagadas diariamente, o que sempre necessitou cuidados especiais de manutenção e de prevenção de contaminações, apesar de que, durante décadas, tenha sido a única opção disponível para as fábricas de então.



Principais microrganismos usados nos fermentos

Em meio a milhares de diferentes microrganismos, apenas alguns são utilizados, majoritariamente, pela indústria de queijos e podem ser apresentados como diferente grupos:

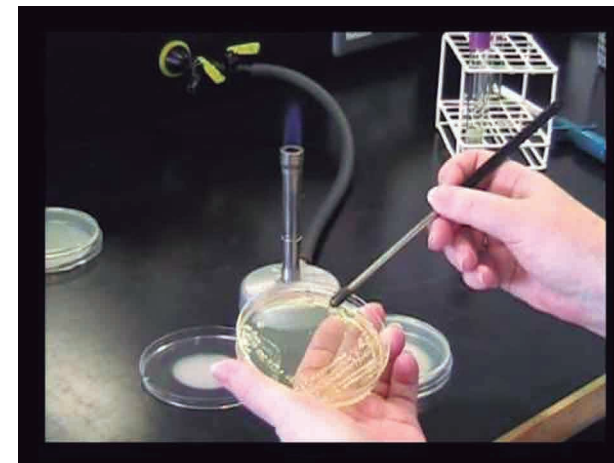
- 1- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*
Lactococcus lactis subsp. *cremoris*

Nesse grupo 1, estão dois microrganismos mesófilos que produzem ácido láctico mas não produzem gás. São muito proteolíticos, mesmo a temperaturas baixas, como entre 5 e 8°C. Fermentos que os contêm são conhecidos como do Tipo O. São *galactose positivos*.

- 2- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*
Leuconostoc mesenteroides subsp. *cremoris*

Neste grupo 2, estão dois microrganismos mesófilos que produzem ácido láctico e podem produzir gás a partir do ácido cítrico, sendo que o *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* o produz também a partir da lactose. São também muito proteolíticos, mesmo a temperaturas baixas, como entre 5 e 8°C. São conhecidos como fermentos do tipo LD (aromáticos) e não são usados isoladamente, mas sempre em misturas com microrganismos do

Tipo O ou outros. São responsáveis pela formação das pequenas olhaduras típicas de queijos como o Gouda e Edam, e pelo aroma típico desses queijos e outros similares (formação de diacetil). São *galactose positivos*.



- 3- *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*

Um microrganismos termofílico (cresce muito bem entre 39 e 43°C e até cerca de 47°C, aproximadamente) homofermentativo (não produz gás pela lactose), amplamente usado na fabricação da Mussarela. É muito pouco proteolítico e não confere muito sabor ao queijo. É *galactose negativo*. É usado, frequentemente, em misturas com o Grupo 1 na fabricação de queijos semiduros e também com o Grupo 4 e 5 na fabricação de queijos duros.

- 4- *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*
Lactobacillus helveticus
Lactobacillus delbrueckii subsp. *lactis*

Esses bacilos são termofílicos, não produzem gás e são muito proteolíticos, especialmente em temperaturas de maturação amenas (entre 14 e 18°C). São *galactose positivos*. Crescem bem em altas temperaturas termofílico (crescem muito bem entre 39 e 43°C e até cerca de 47°C, aproximadamente). São amplamente usados na fabricação de queijos duros

5- *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii*
Propionibacterium freudenreichii subsp. *freudenreichii*

Esses bacilos são termofílicos, fortes produtores de gás (a partir do ácido láctico ou lactato de cálcio) e são pouco proteolíticos. Praticamente não crescem no leite ou na massa durante a fabricação e, bem lentamente, no queijo. Crescem bem em temperaturas de cura de queijos como o Gruyère, Emmental, Maasdam etc. entre, aproximadamente, 18 e 22°C, nos quais são responsáveis pela formação das grandes olhaduras típicas). São amplamente usados na fabricação de queijos duros e semiduros que apresentam olhaduras. Nunca são usados isoladamente e sempre em misturas com microrganismos dos grupos 1, 2, 3 e 4.

6- *Penicillium roqueforti*

É o fungo responsável pela maturação de queijos Azuis como o Roquefort, Gorgonzola, Danablu etc. É mesofílico e metaboliza o ácido láctico para crescer. É fortemente proteolítico e lipolítico, e pode crescer em altas concentrações de sal e baixas tensões de oxigênio. Nunca é usado isoladamente e sempre em conjunto com microrganismos dos grupos 1 e 2 e, às vezes, também dos grupos 7 e 8.



7- *Penicillium candidum*

É o fungo responsável pela maturação de queijos, como o Camembert e o Brie etc. É mesofílico e metaboliza o ácido láctico para crescer. É fortemente proteolítico e lipolítico, e requer muito oxigênio para seu crescimento. Nunca é usado isoladamente e, sempre, em conjunto com microrganismos dos grupos 1 e 2 e, às vezes, também dos grupos 6 e 8.



8- *Brevibacterium linens*

Um microrganismo mesófilo proteolítico, resistente ao sal e que requer pH mais elevado para o seu crescimento, além de abundância de oxigênio. Degrada aminoácidos e forma componentes sulfurados, que conferem forte sabor e aroma à casca de queijos moles como o Limburger, Maroilles, Pont L'Eveque, Reblochon etc, aos quais confere coloração alaranjada ou amarronzada. É abundante na natureza e ambientes de fábricas, especialmente em salmouras e câmaras frias e, frequentemente, contamina a casca de outros queijos, como o Parmesão. É, frequentemente, usado em misturas com microrganismos dos grupos 1, 2 e 9.

9- *Geotrichum candidum*
Kluyveromyces lactis
Kluyveromyces marxianus
Saccharomyces cerevisiae
Candida valida
Debaryomyces hansenii

São leveduras mesofílicas que podem fermentar a lactose e também metabolizar o ácido láctico na superfície de diversos tipos de queijos moles, como o Camembert e Brie, desacidificando-os e produzindo componentes aromáticos. Podem ser usadas em conjunto com microrganismos dos grupos 1, 2, 6, 7 e 8.



Fermentos concentrados de uso direto

Nos últimos anos, observou-se uma notável evolução na indústria de fermentos lácticos. Foram aperfeiçoados processos de fermentação, nos quais o uso de substâncias tamponantes ou com alto poder de redução de acidez, aliados à utilização de meios de cultivos especiais, permitiu multiplicar milhares de vezes o número de bactérias lácticas presentes em 1 g de fermento. A esses avançados recursos biotecnológicos, juntou-se o uso de supercentrífugas ou de membranas de última geração, que permitiram concentrar, ainda mais, o volume de bactérias lácticas presentes no fermento. Esse número pode chegar a 300 bilhões de bactérias por grama,

enquanto que num fermento tradicional, de repique, o número médio é variável entre 300 e 500 milhões por grama, condicionado à atividade da cultura. Como resultado dessa altíssima concentração celular, reduz-se drasticamente o volume de cultura inoculado no leite para queijos.

A relação 300 bilhões/500 milhões de células /g é igual a 600, implicando numa redução média de 600 vezes o volume de fermento repicado. Num exemplo mais claro, se em 5.000 litros de leite para queijo Prato usava-se 50 litros de fermento repicado (1,0%), a dose equivalente em um fermento concentrado é de cerca de 80 a 100 g (esse número pode variar um pouco em função do ajuste das Unidades, que definem a atividade do fermento).

Na realidade, o que se busca sempre é um número de bactérias viáveis no leite (antes da coagulação) de cerca de 5 milhões/g. Esse número, definido pela experiência de longos anos de observações técnico-científicas de fabricações de queijos, fundamenta-se nas seguintes premissas:

- seria um número mínimo ideal para obter uma curva ótima de fermentação entre o corte e o final da prensagem;

- seria um número ideal para conferir ao leite uma flora grande o suficiente para combater contaminações, como coliformes;

- apresentar atividade suficiente para promover a secagem relativa do grão e a remoção de cálcio de seu interior, como ocorre, por exemplo, no queijo Prato de forma mais moderada ou na Mussarela, de forma mais rápida e mais intensa;

- possuir atividade enzimática suficiente para curar o queijo, degradando a caseína, através de proteases, ou liberando ácidos graxos, através de lipases, processos fundamentais para dar ao queijo características típicas. Muitas vezes, a liberação de enzimas ocorre por processo autolítico, por rompimento das células, o que reforça a necessidade de ter um elevado número de bactérias ativas já no início do processo;

- ter atividade suficiente para degradar citratos ou lactatos com formação de olhaduras em certos tipos de queijos, como o Gouda ou Gruyère.

Assim, quando um fermento concentrado tem uma determinada dosagem em unidades, estas nem sempre se definem em gramas, mas sim na atividade que se traduz quando o conteúdo é adicionado em 5.000 litros

de leite, conferindo-lhe esse número aproximado de bactérias lácticas (5 milhões / g), que serão responsáveis pelo bom andamento do processo, desde a coagulação até o final da maturação.

Dosagem com bom senso e segurança

Na prática, observa-se certa flexibilidade na dosagem dos fermentos concentrados por parte das fábricas, em que pese a recomendação de uso da empresa provedora. Tal flexibilidade, muitas vezes, é adotada sem problemas, em decorrência dos processos usados ou da boa qualidade da matéria-prima. Em outros casos, a flexibilidade gera insegurança, já que o desempenho dos cultivos pode ser muito prejudicado se a dosagem for muito reduzida. Deve-se encarar os fermentos concentrados como um "exército de combatentes" num meio (o leite), onde existe uma "flora hostil" eventual. Reduzindo-se dosagens, reduz-se o número de "soldados nas fileiras" e, aumenta-se o risco de perdas com prejuízos financeiros e de qualidade.

Liofilizado e Congelado

Fermentos concentrados podem se apresentar sob 2 formas: liofilizados e congelados

Basicamente, esses 2 tipos de fermentos tem a mesma composição, em termos de espécies e cepas, mas são bem diferentes com respeito à atividade.

Todo fermento liofilizado é proveniente de um congelado, que foi submetido ao processo de sublimação, que é a desidratação à baixa temperatura sob reduzidas pressões de vácuo. Porém, no processo ocorre dano celular parcial ("cell injury"), que é a lesão de células bacterianas, que podem perder parte de sua viabilidade. Ou seja, a atividade de um fermento liofilizado é, geralmente, um pouco mais baixa do que aquela de um similar congelado.



As principais características de um fermento congelado são:

- por não apresentarem lesão celular, são mais ativos na "lag phase" (fase de latência), que é, consideravelmente, encurtada;
- com isso, diz-se que um fermento congelado "arranca" mais rápido e tende a encurtar o tempo de fabricação e fermentação;
- sendo mais rápidos e mais ativos, muitas vezes, podem ser usados em doses menores;
- em geral, por dispensar o processo de liofilização e, assim, ter mais "rendimento" em seu preparo, os cultivos congelados são mais baratos;
- em consequência, o custo em uso é menor, se comparado ao de fermentos liofilizados;
- são bem mais delicados no manejo do que os fermentos liofilizados: devem ser mantidos em supercongeladores (oferecido por provedores de cultivos, sob regime de comodato) de -45 a -55°C. Se forem descongelados, perdem atividade de forma irreversível;
- devem ser transportados em caixas de isopor, contendo gelo seco, que costuma durar no máximo 3 dias. Assim, requerem uma logística muito bem preparada para o percurso entre o provedor e a fábrica de queijos;
- sua durabilidade costuma ser ligeiramente menor do que a de um fermento liofilizado, sendo de 10 meses a 1 ano, a -55°C;
- pode ser "dividido" com facilidade em leite ou mesmo em água, caso um envelope de dosagem alta, deve ser usado em vários tanques pequenos. Por exemplo, um envelope para 15.000 litros de leite pode ser dissolvido com facilidade em leite pasteurizado (coletado no próprio tanque de fabricação no momento do enchimento) a 30-35°C (que ficará gelado instantaneamente) e, em seguida, dividido em quantas partes se fizerem necessárias. Por exemplo, 3 partes de aproximadamente 1 litro cada, e cada uma é suficiente para adicionar em 5.000 litros de leite. Essas porções podem ser mantidas em câmara fria entre 5 e 10°C por até 10 horas, sem perda de atividade.



O fermento congelado é, tipicamente, em fábricas maiores, com mais de 150 mil litros diários. Mais recentemente, com melhorias na logística de distribuição, tem sido possível seu uso em fábricas de porte médio, com cerca de 30 a 50 mil litros de leite diariamente. Na Europa e nos Estados Unidos, é, de longe, o fermento mais usado, por suas claras vantagens sobre o fermento liofilizado, especialmente em termos de custo em uso.

Divisão dos fermentos liofilizado ou congelado

É bastante comum em fábricas, a necessidade de dividir um pacote de fermento, devido à incompatibilidade entre a dosagem recomendada e o volume de leite no tanque. Não é a situação ideal, mas por outro lado pode ser contornada com relativa facilidade e, praticamente, nenhum risco. Essa divisão pode ser feita de várias formas, como se explica a seguir:

-Liofilizado:

1- Pesar o conteúdo do envelope e com base na dose (total de gramas) recomendada para aquele volume de leite, calcular e pesar a quantidade necessária no processo em questão. O restante não utilizado deve ser mantido no envelope e, se este for hermeticamente fechado, não terá problemas de durabilidade posterior, no congelador. Alguns tipos de fermentos contêm várias espécies e cepas definidas, que são misturadas em partes diferentes em um mesmo envelope. Nesse caso, há um risco de, ao se pesar uma porção desse fermento, coletar-se mais de uma espécie do que de outra. Recomenda-se consultar o provedor de culturas antes de adotar esse método de divisão do fermento.

2-Outra opção é diluir bem todo o conteúdo do envelope em 1 ou 2 litros de leite pasteurizado, entre 25 e 35°C e, em seguida, dividir esse volume de leite em pequenas frações correspondentes ao volume de leite a ser processado no tanque. Congelar imediatamente, antes que ocorra fermentação. Uma vez congelado, o fermento poder ser assim mantido por até 7 semanas sem perda de atividade. No momento de utilizar, basta apenas descongelar e adicionar ao leite no tanque.

-Congelado:

1-Sabendo-se a dose recomendada, diluir todo o conteúdo em 1 ou 2 litros de leite pasteurizado, entre 25 e 35°C e, em seguida, dividir esse

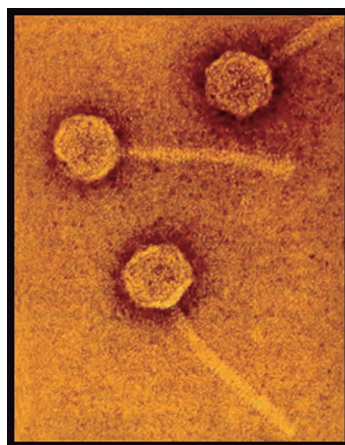
volume de acordo com a necessidade do momento. Por exemplo, se um envelope para 20.000 litros de leite foi dividido em 2 litros de leite, adicionar imediatamente 1 litro em 10.000 litros de leite no tanque para a fabricação, e manter o restante 1 litro em câmara fria (entre 5 e 10°C) por até 12 horas, até o momento do uso. Não há perdas de atividade.

2-O mesmo processo descrito anteriormente, poderá ser feito sem alterações usando-se água em substituição ao leite. Por estranho que possa parecer, essa alternativa funciona muito bem, pois o fermento congelado contém vários elementos nutrientes e anticongelantes e, no momento em que é adicionado à água, torna-se leitoso, parecendo leite. Não há problemas com o cloro, eventualmente presente na água, que é reduzido ao oxidar o material orgânico que compõe o fermento congelado.

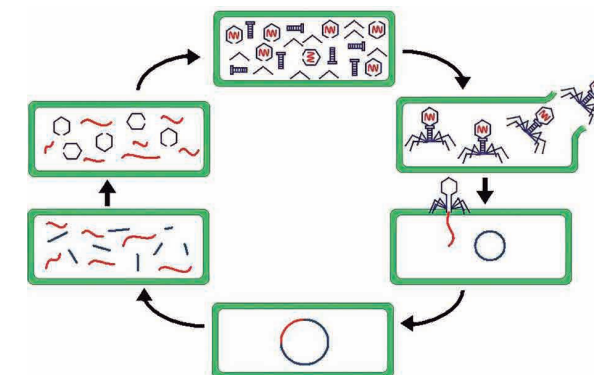
3-O fermento congelado poderá também ser pesado, exatamente como foi descrito para o fermento liofilizado. É muito importante que o restante do fermento não utilizado naquele momento, seja fechado hermeticamente e mantido entre -45 e -55°C.

Ataque de bacteriófagos

Ataques de bacteriófagos ocorrem com alguma frequência na fabricação de queijos. Bacteriófagos são vírus presentes em todas as fábricas. No entanto, só causam problemas notáveis quando estão acima de determinados níveis. Geralmente, considera-se aceitável e normal a presença de até 10.000 partículas de fagos por mililitro de soro, o que é imperceptível nas operações diárias da fábrica. Fagos são termoresistentes e, portanto, passam pela pasteurização e são comuns em fábricas. Crescem como parasitas de bactérias dos fermentos lácticos, especialmente no soro residual da fabricação de queijos. Se uma planta maneja com cuidado o soro e mantém padrões adequados de higiene e sanitização, não terá problemas com bacteriófagos. Um dos microrganismos mais comuns nos fermentos para queijos semiduros de massa fechada, para fatiamento (como o Prato retangular), *Streptococcus thermophilus*, é extremamente sensível a ataque de



bacteriófagos. Quando o título de fagos torna-se elevado, o primeiro sinal visível é a lentidão na fermentação, quando o pH não abaixa, sobretudo na fase intermediária da curva de fermentação, quando o queijo Prato é retirado da prensa para ser levado à salmoura. Quando há um foco de contaminação em plantas grandes que repetem processos várias vezes, durante o dia na fábrica, os níveis de fagos sobem gradativamente e, por isso, os últimos tanques elaborados são os que mostram sinais mais claros da lentidão da fermentação, chamando a atenção dos queijeiros e técnicos. Obviamente, quando isso ocorre deve-se aplicar com mais intensidade as medidas de higienização da fábrica e de todos os equipamentos, sobretudo, usando-se soluções de hipoclorito de sódio (cloro) e ácido peracético. Entretanto, essas medidas não bastam, pois se torna premente substituir os fermentos com cepas alternativas no processo conhecido como *rotação*.



Rotação de fermentos

Quanto mais rotações existirem, mais seguro será o processo de fabricação e fermentação. Considera-se que tendo pelo menos 3 rotações, já se pode garantir segurança relativa em caso de um ataque de fagos na fábrica. Há vários esquemas possíveis de serem adotados para a rotação dos cultivos e, para isso, devem ser levados em conta o volume de leite manejado na fábrica diariamente, o número de tanques de fabricação repetidos na jornada, assim como o número de turnos e as interrupções para a limpeza CIP. Há fábricas que usam uma rotação por dia, e se tiverem 3 cepas diferentes, uma delas usada numa segunda-feira só volta ao processo na quinta-feira seguinte. Há fábricas que alternam tanques de processo com 2 cepas diferentes. Um esquema que tem se provado muito interessante, é a produção, por exemplo, de 10 tanques seguidos com uma cepa,

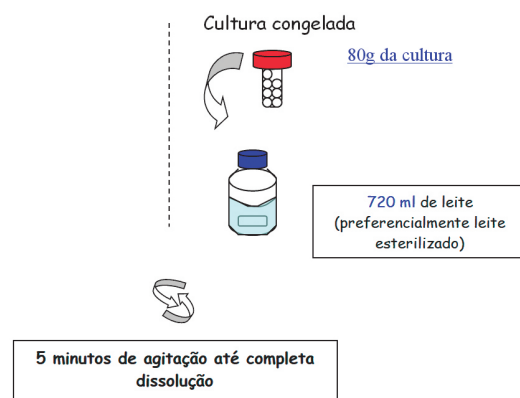
mudando-se para outra logo em seguida. Há muitos casos de fábricas que não fazem rotações regulares e não registram ataques fágicos por meses a fio. Tem muito a ver com a qualidade do leite e o nível de higienização dentro da fábrica. Mas é melhor não se arriscar tanto. Sempre é recomendável consultar o provedor de fermentos sobre o melhor esquema de rotações a ser adotado, já que fábricas de queijos são constantemente focos de problemas de fermentação lenta causados por fagos. Isso se deve também às características de microrganismos como o *Streptococcus thermophilus*, um microrganismo conhecido por sua alta sensibilidade à bacteriófagos e que é muito usado, atualmente, em misturas com espécies mesofílicas (como *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) para conferir maior velocidade de acidificação durante a fabricação.

Teste de atividade para um fermento congelado

Eventualmente podem ocorrer situações em que determinada fábrica suspeite que um fermento congelado não esteja em plena atividade. Neste caso, há testes de atividade que podem ser feitos rapidamente e que permitirão avaliar a cultura.

DILUIÇÃO DO FERMENTO

Culturas congeladas



- 1 - Preparar a diluição do fermento conforme ilustração acima;
- 2 - Cálculo da inoculação em 100 litros de leite: por exemplo, com um envelope que inocula até 30.000 litros de leite e considerando que o provedor recomenda adicionar 5 Doses por 100 litros

Verificar o peso líquido do fermento neste envelope, que está escrito na embalagem. Por exemplo, se forem 500 g equivalentes a 750 Doses

500 g.....750 Doses
80 g retirados acima.....X

$$X = 120 \text{ Doses}$$

Assim, serão 120 Doses em 800 ml (80 g do fermento + 720 ml de leite)

Com uma regra de três :
120 Doses em.....800 ml
5 Doses em X

$X = 5 \times 800 / 120$,
então $X = 33,33$ ml de leite
(esses 33,33 ml de leite contém 5 Doses do fermento a ser testado)

Portanto, 33,33 ml equivalem a 5 Doses para 100 litros de leite (dosagem recomendada para o teste)

Usar 1 litro de leite pasteurizado para o teste:

100 litros de leite, inocular.....33,33 ml
1 litro de leite inocular.....X

$X = 33,33 / 100$ $\Rightarrow X = 0,33$ ml - Usar uma pipeta de 1 ml e adicionar 0,33 ml em 1 litro de leite a 40°C

- 3 - Incubar a 40°C.
- 4 - Em 4 horas medir o pH

Interpretação: Tem que dar igual ou abaixo de pH 5.20 para estar com atividade normal.



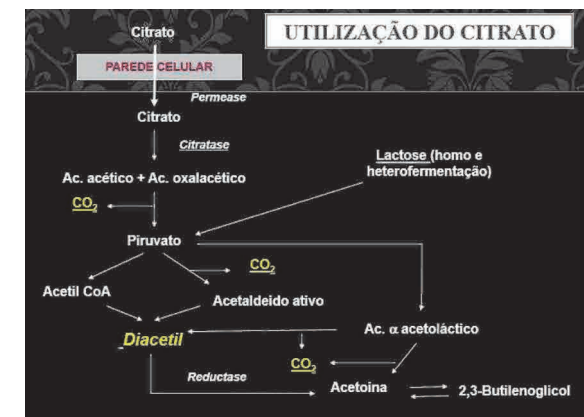
FERMENTOS AROMÁTICOS

Introdução

Nos países escandinavos e na Holanda, especialmente este último e Dinamarca, são muito usados nas fábricas de queijos os fermentos mesofílicos que, além de metabolizar a lactose e produzir ácido láctico, também degradam o ácido cítrico produzindo uma série de componentes importantes, como o diacetil e o dióxido de carbono (CO_2). Esses fermentos foram muito usados no Brasil por décadas, introduzidos pelos imigrantes dinamarqueses. Como é característico, sendo usado em queijos semiduros gera um produto muito suave, massa de boa elasticidade, aromático e com uns poucos olhos lisos e ovalados. Entretanto, seu uso entrou em declínio a partir dos anos 1960 quando, por influência norte-americana (com base no processo tradicional do queijo Cheddar), o Prato começou a ser fabricado com cultivos tipo O, o que originava um queijo um pouco mais ácido e totalmente fechado, que se prestava muito bem ao fatiamento. Esses preceitos perduram até hoje, já que o Prato e algumas de suas variedades tornaram-se queijos quase que inteiramente de consumo indireto, ou um ingrediente culinário. Mesmo assim, algumas empresas continuam fabricando queijos semiduros de maneira tradicional, com fermentos LD (aromáticos), os quais mantêm, assim, relativa importância dentre os cultivos lácticos mais usados no país.

Composição e denominação das culturas aromáticas (L, D e LD)

As culturas que produzem olhaduras em queijos semiduros de estilo holandês ou dinamarquês são conhecidas por culturas LD e são compostas, basicamente, de quatro espécies de microrganismos, sendo 2 do grupo "O" (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) e 2 do grupo aromático (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* e *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*). Os nomes antigos eram *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus diacetylactis* e *Leuconostoc cremoris* (que era conhecido por *Betacoccus cremoris* – daí o nome BD antigo, por *Betacoccus* e *diacetylactis*).



São chamadas de *culturas aromáticas*, porque os microrganismos *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* e *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* podem fermentar o ácido cítrico presente no leite ou no queijo, produzindo diacetil, um componente volátil, muito aromático e principal responsável pelo aroma típico dos queijos feitos com culturas DL.

Pela fermentação do ácido cítrico, ambos os microrganismos produzem CO₂, o gás responsável pela formação de olhaduras em queijos tradicionais como o Gouda e o Edam holandeses, o Danbo, Tybo e Elbo dinamarqueses, assim como em algumas variedades desses queijos produzidos sob diversas denominações em muitos países latino-americanos.

Ao contrário do *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, o microrganismo *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* pode também fermentar a lactose com produção de gás carbônico, o que o caracteriza como heterofermentador.

Normalmente, a flora aromática é minoria na composição da cultura LD (cerca de 20 a 30%), onde predomina a parte homofermentadora ("O"), e nesta última sempre há predominância de *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (cerca de 70-75%) sobre *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (cerca de 1 a 5%). Essas culturas são cultivadas juntas (são consideradas cultivos "selvagens") e, por isso, há variações constantes nesses percentuais, o que leva também a variações na performance das culturas, especialmente no tocante à formação do gás dióxido de carbono (olhaduras) e de aroma (diacetil).

Considerando as espécies bacterianas a seguir, como 1, 2, 3 e 4 um cultivo aromático consiste sempre na mistura de 1+2 (denominado cultivo tipo "O", que não produz gás) com 3 e/ou 4. Quando 1+2 se junta com 3, denomina-se esse cultivo como "D". Quando a mistura de 1+2 se faz com 4, o cultivo é chamado de "L". Finalmente, quando estão todos misturados (1+2+3+4), o cultivo resultante é conhecido como "LD", que é o mais forte produtor de gás e diacetil.

1- <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	70-75%
2- <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	1-5%
3- <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i>	15-20%
4- <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	5-10%

Como ocorre a fermentação aromática

A produção de diacetil ocorre somente através da fermentação do ácido cítrico, tanto através de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (mais rápido) quanto de *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* (mais lenta e mais dependente de pH baixo). Ambos podem ainda fermentar a lactose com produção de ácido láctico, mas somente o último pode degradá-la com produção de dióxido de carbono, entre outros componentes.



Quando os cultivos DL fermentam a lactose pela via glicolítica, forma-se ácido pirúvico que, em seguida, é reduzido para ácido láctico. Quando *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* degrada a lactose pela via heterofermentativa, forma-se não somente o lactato, mas também etanol, ácido acético e CO_2 .

Os passos principais da degradação do ácido cítrico pelos cultivos DL podem ser descritos assim:

1. O ácido cítrico é, inicialmente, hidrolizado para ácido acético e ácido oxalacético pela enzima citrato liase, reação que requer a presença de manganês e de magnésio. Esta enzima só atua bem em pH inferior a 6,0.

2. Em seguida o ácido oxalacético é descarboxilado (primeira liberação de CO_2 para eventual formação de olhaduras no queijo) para ácido pirúvico pela enzima oxalacetato descarboxilase. Esta enzima atua melhor entre pH 5,0 e 6,0.

3. O ácido pirúvico é então descarboxilado (segunda liberação de CO_2) para formar o acetaldeído. Normalmente o acetaldeído não tende a se acumular, visto que pode sofrer condensação ou ser reduzido para etanol, por ação exclusiva de *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, ou ainda ser convertido em diacetil, por junção com acetil-CoA.

4. Por condensação do ácido pirúvico com o acetaldeído, através da enzima acetolactato sintase, em presença de manganês e magnésio, forma-se o ácido acetolático, muito instável e o principal precursor na formação do diacetil.

5. A partir deste ponto, há duas vias para a transformação do ácido acetolático: a que mais interessa ao queijo é uma reação de descarboxilação oxidativa, que leva à formação de diacetil (terceiro CO_2 liberado), o composto aromático desejado. Pela outra via, a enzima acetolactato descarboxilase transforma o precursor do diacetil em acetoina, com liberação de mais um CO_2 . Esta é uma via preferencial para o *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* quando a fermentação se inicia em pH mais alto (a partir de 6,2 por exemplo), o que deveria, portanto, ser evitado. Pesquisas genéticas tem buscado eliminar esta enzima para permitir maior formação de diacetil. Este, entretanto, pode também ser reduzido para acetoina, por diacetil reductase, e a própria acetoina pode ser reduzida para 2,3-butenoglicol.

Esta via metabólica é dominada por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, que é menos dependente de pH, iniciando o processo quando o queijo ainda se encontra na prensa. Além disso, em temperaturas superiores a 20°C, o crescimento de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* é muito mais favorecido do que o de *Leuconostoc mesenteroides*.

subsp. *cremoris*. Isso pode ocorrer com mais visibilidade quando se trabalha com cultivos propagados diariamente, quando o controle de temperatura é mais difícil e a cultura perde facilmente o seu balanço original.

Fatores que afetam a fermentação aromática

A fermentação aromática leva à formação de olhaduras no queijo, mas apresenta maiores dificuldades para se realizar de forma uniforme, se comparada à fermentação propiônica. Uma série de fatores pode influenciar a performance da flora e a formação de olhaduras através da fermentação de citratos:

1. Teor de citrato do leite

O leite contém uma pequena quantidade de citratos, cerca de 0,25% (ou aproximadamente 8 a 10 mM). Este teor pode variar ao longo do ano, tendendo a diminuir quando o gado está em regime de pastagem. Nesta época, o teor mais reduzido de citrato do leite pode influenciar negativamente na formação de olhaduras.

2. Teor de Manganês e de Magnésio do leite

Na via de metabolismo do ácido cítrico para a formação de diacetil e dióxido de carbono, há vários passos e, no primeiro deles, que é a hidrólise de citrato para oxaloacetato, a enzima citrato liase requer a presença dos minerais Manganês (Mn^{++}) e Magnésio (Mg^{++}), que formam complexos com o citrato, facilitando sua degradação. Dependendo da alimentação do rebanho, o leite pode apresentar variações nos teores desses elementos, provocando alterações no processo de formação de olhaduras. Na Dinamarca, há laticínios que tentam padronizar o teor de Mn^{++} e Mg^{++} através da adição desses elementos ao leite antes da coagulação, apesar dos riscos envolvidos por não se conhecer exatamente o teor naturalmente existente no leite. É um processo interessante, mas ao alcance apenas de grandes empresas, em razão do elevado custo dos equipamentos envolvidos nesta determinação.

3. Teor residual de citrato do queijo

O teor residual de citrato do queijo, além da influência óbvia do teor de citratos do leite, é influenciado pela intensidade de lavagem da massa (delactosagem) durante a fabricação. Por exemplo, na fabricação do queijo Gouda, a lavagem por cerca de 25 minutos remove cerca de 90% da lactose da coalhada; citratos são solúveis e, assim, são facilmente removíveis da coalhada. Em geral, a massa de queijos semiduros de estilo dinamarquês é lavada com cerca de 15 a 20% de água, logo após a remoção de cerca de 35% de soro. Muitos queijeiros não se dão conta de que esse processo pode ser decisivo na fermentação aromática. Normalmente, um queijo como o Gouda, 24 horas após a fabricação em que se usou uma cultura LD, contém de 250 a 500 mg de citratos/kg e cerca de 1.300 mg/kg, se a cultura usada for L (mais lenta, por conter apenas *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*). Nesses níveis, há boas chances de formação de olhos regulares mais tarde, durante o período de cura.

4. Composição da cultura

As culturas LD são compostas por pelo menos 4 espécies de microrganismos, admitindo-se até que entre os do gênero *Leuconostoc* possa haver além de *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* (o mais comum), *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* e *Leuconostoc lactis*. Os percentuais de cada espécie podem mudar bastante, devido a variações no processo de fermentação, em função de fatores como disponibilidade de substrato, temperatura, presença de oligoelementos etc, além da possibilidade de injúria celular no congelamento e peletização, ou na eventual liofilização a vácuo. Assim, com frequência os cultivos mudam de lote para lote, mesmo quando são comercializados sob a forma de fermentos concentrados de uso direto no leite para queijos. Na literatura internacional pode-se observar citações de percentuais variando de 1 até 30% para a flora produtora de aroma. Compreende-se assim, porque lotes diferentes de queijos como Gouda ou Edam, às vezes, apresentam tanta irregularidade na formação e distribuição de olhos na massa.

Considere-se ainda que *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* decompõe o citrato cerca de 3 vezes mais rápido do que *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, sendo que o crescimento inicial deste só se inicia em

pH por volta de 5,6 (crescimento ideal entre pH 5,2 e 5,4), enquanto que o primeiro já inicia o metabolismo do citrato em pH 6,2. Ambos podem fermentar a lactose com produção de ácido láctico, mas *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* é 2 vezes mais rápido. Quanto mais rápido for o abaixamento do pH do queijo, mais rápida será a degradação do citrato e mais precoce a formação de gás. Para controlar esse fenômeno, tão logo o pH esteja por volta de 5,6, os queijos podem ser resfriados imediatamente em água gelada, o que paralisa a fermentação e, conseqüentemente, aumenta a capacidade de dissolução do CO₂ no queijo, evitando a formação de olhos irregulares e muito numerosos. Esse processo é muito usado na Europa e permite ao queijo absorver um pouco de água e perder menos peso na salmoura; na América Latina, é frequente levar o queijo direto para a salmoura quando o pH atinge pelo menos 5,6, o que também paralisa a fermentação aromática.

CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES EM UM FERMENTO LD (AROMÁTICO)		
Espécie	Velocidade de formação do ácido láctico	Velocidade de degradação do ácido cítrico
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	+++	-
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	+++	-
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i>	++	+++
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	+	+

Considera-se que para haver uma boa formação de olhos em queijos como o Danbo ou o Gouda tradicional, usando-se uma cultura LD, é importante que o teor de ácido cítrico residual esteja por volta de 1.100 mg/kg na entrada da salmoura e entre 300 a 900 mg/kg, 24 hs após a fabricação. Cerca de 2 semanas mais tarde, esse teor já terá caído para aproximadamente 100 mg/kg, já que o metabolismo do ácido cítrico prossegue lentamente à baixa temperatura e o CO₂, eventualmente produzido não formará ainda uma olhadura, pois estará dissolvido na água do queijo.

5. Incorporação de O₂ e N₂ no leite

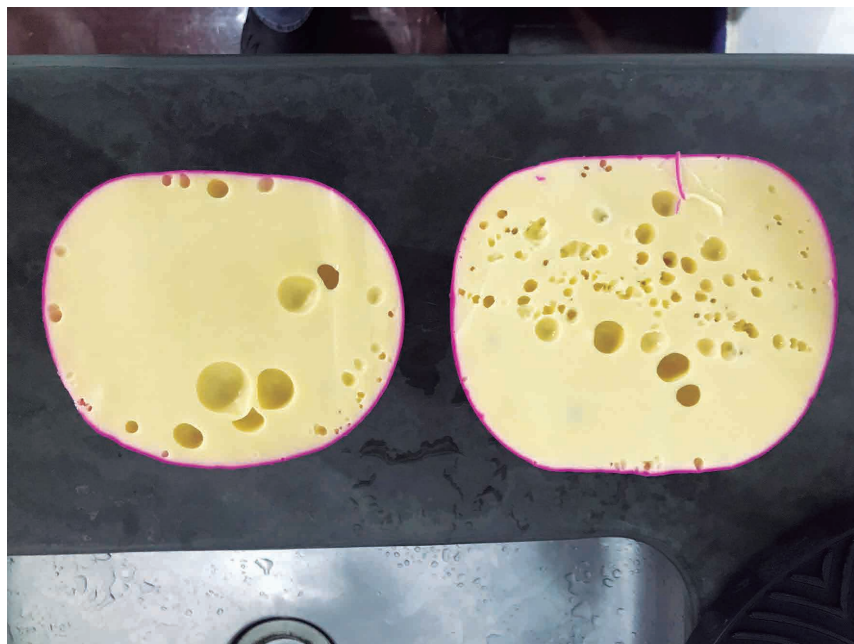
Quando se estuda com maiores detalhes a fermentação aromática, alguns fatos podem parecer surpreendentes. Na fermentação propiônica,

típica de queijos como o Emmental e o Gruyère (dito Suíços), há uma abundância do substrato, lactato de cálcio, metabolizado para a formação de ácido propiônico e CO₂, entre outros componentes. Assim, uma grande quantidade do dióxido de carbono é formada, cerca de 60 mmol/kg; considerando-se que a solubilidade máxima do gás no queijo Emmenthal, por exemplo, é de 34 mmol/kg (à 12°C), o ponto de saturação é, de longe, ultrapassado, o que leva à formação de olhos grandes e numerosos no queijo. Em queijos com fermentação aromática, o substrato principal é o citrato, sendo que a lactose tem um papel muito menor. O queijo Gouda fresco, por exemplo, contém cerca de 9 mmol de citrato/kg, o que pode gerar, aproximadamente, 18 mmol/kg de CO₂, muito abaixo do ponto de saturação (à 14°C) e, portanto, insuficiente para formar olhos. Mesmo quando a lactose residual é fermentada por *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, apenas cerca de 3 a 4 mmol de dióxido de carbono são formados.

Assim, conclui-se que outros gases como o Nitrogênio (N) e o Oxigênio têm participação fundamental no processo. A lei de Dalton, que afirma que a pressão total é a soma das pressões parciais de todos os componentes, é aplicável nesse caso. O leite contém ar (de 55 a 95% saturado com ar, à 30°C), resultante da ordenha, bombeamentos diversos, agitação etc. O oxigênio contribuiria pouco para a formação da pressão total, pois seria gradualmente consumido nas diversas reações metabólicas conduzidas pelo fermento láctico. Entretanto, o N permanece e contribui definitivamente para a pressão total necessária para formar uma olhadura.

6. Textura e formação de micronúcleos na massa

Além da necessidade de outros gases junto ao CO₂ para se formar a olhadura, parece definitivamente comprovado que também é necessária a presença de micronúcleos na massa já prensada. Eles tem que estar presentes em pequeno número, já que seu excesso compromete seriamente a textura do queijo. Esta teoria foi formulada inicialmente por Clark, em 1918, e perdura até hoje, como explicação para a formação de olhos em queijos como o Emmental, aplicando-se também aos queijos semiduros de estilo holandês e dinamarquês. Clark assume que microscópicas bolhas de ar podem aderir-se aos grãos de coalhada, oriundas da agitação do leite, sua queda no tanque de fabricação, turbulência em bombas, centrifugas, tubulações e na própria coagulação (pela espuma que, fragilmente coagu-



lada, incorpora-se também à coalhada) ou, simplesmente, no manuseio da coalhada no tanque ou durante a pré-prensagem. Por essa teoria, a medida que o CO_2 é formado pela fermentação aromática e o N é liberado, dissolvem-se na fase líquida do queijo. O CO_2 dissolve-se na água sob a forma de H_2CO_3 (ácido carbônico), formado até completa saturação. Daí, os gases liberados tendem a juntar-se nos micronúcleos, pontos mais frágeis da massa, onde a formação de uma olhadura regular é facilitada. Se a formação de gases é demasiado rápida, a situação tende a piorar, pois a difusão para um micronúcleo pode não ter a mesma velocidade e, assim, pequenos olhos são formados através da massa, prejudicando a textura do queijo. Ou seja, tempo de formação e liberação do gás e a pressão formada são essenciais na formação de uma boa olhadura no queijo.

Um dos pontos mais críticos é o excesso de micronúcleos na massa. É o problema mais comum em queijos com olhaduras, sejam os duros ou semiduros. Se isso ocorre, o queijo apresentará um elevado número de aberturas pequenas e irregulares, ao invés de poucos olhos lisos e ovalados. Os queijeiros mais tradicionais dizem que o queijo está "rendado".

Se não há saturação, não há formação de olhos, mas se a saturação ocorrer muito rápida e precocemente, ocorrerá a formação excessiva de olhos pequenos (mesmo que o número de micronúcleos esteja adequado)

e irregulares, visto que a massa ainda não se apresenta "pronta" (sem elasticidade, que vem da proteólise parcial) para receber essa quantidade de gases (massa ainda pouco compactada pode gerar gretas e trincas, além de olhos mais periféricos). Em conclusão, a formação de gases deve ocorrer de maneira lenta e gradual, a partir da fermentação dos citratos.

7. A olhadura e a pressão atmosférica

Boa parte dos gases liberados no queijo se perde, mesmo havendo uma barreira para contê-los, como a formação de uma casca bem definida, caso típico de queijos como Emmenthal e Gruyère. Queijos como o Gouda ou Prato, se embalados à vácuo, não possuem casca, mas a embalagem exerce uma contra-pressão que ajuda a manter grande parte do CO_2 dentro da massa até que se atinja a saturação e se forme uma olhadura.

Em geral, queijos semiduros apresentam menos olhos do que um Emmenthal ou Gruyère e são muito menores. Esse fato tem a ver não somente com a quantidade pequena de ácido cítrico disponível para fermentação, mas também com a pressão dos gases que se formam na massa. Foi estimado que seria necessária uma pressão de cerca de 0,3 bar acima da pressão atmosférica (1 bar), ou seja, uma pressão à partir da olhadura de cerca de 1,3 bar para que bons olhos se formem em um queijo semiduro. A pressão parcial do CO_2 (à 14°C) é estimada em apenas 0,64 bar, o que é insuficiente para formar a olhadura; explica-se assim a vital necessidade da pressão parcial do N (à 14°C) que contribuiria com cerca de 0,78 bar, gerando uma pressão total de aproximadamente 1,40 bar, mais do que suficiente para gerar olhaduras num queijo semiduro. Compreende-se assim que variações naturais na pressão atmosférica de certas regiões podem de fato influenciar na formação de olhaduras (dependendo das condições de fabricação, uma variação de apenas 0,2 bar na pressão atmosférica pode ser determinante no sucesso do processo). Dentro dessa lógica, em uma região mais montanhosa, como por exemplo, a 1.000 m de altitude (como ocorre com frequência no Sul de Minas, ou na Serra da Mantiqueira), olhaduras se formam com mais facilidade e mais rapidamente, pois a pressão atmosférica é um pouco menor do que em regiões de altitude mais baixa ou mais próxima ao nível do mar.

Na Holanda considera-se que um bom queijo Gouda deve apresentar cerca de 10 olhaduras por 100 cm^2 de uma superfície cortada aleatoriamente ou uma olhadura em cada 5 cm^3 de queijo.

8. Temperatura de maturação do queijo

A temperatura de maturação é um ponto crítico, pois tem influência preponderante na atividade da cultura e na expansão dos gases durante a formação das olhaduras. De acordo com as clássicas leis dos gases, a solubilidade do CO_2 na fase líquida do queijo aumenta, à medida que, se abaixa a temperatura de maturação e vice-versa. Normalmente, em queijos semiduros, como um Estepe ou Gouda, que se submetem à fermentação aromática, a primeira fase da maturação, cerca de 2 a 3 semanas, é feita à 8-10°C e, em seguida, os queijos passam para uma câmara à 16-18°C, para acelerar o processo de formação de olhos. Temperaturas mais altas, como 20-22°C (usadas para queijos estilo Suíço) não são recomendáveis, visto que queijos semiduros são mais macios e podem sofrer deformações, tanto externa quanto internamente (olhaduras amassadas). À 5°C, cada litro de água pode absorver 3,35 g de CO_2 , à 15°C 1,97 g de CO_2 , e à 20°C apenas 1,69 g de CO_2 . Assim, entende-se que se um queijo é curado à 10°C, ele vai formar olhos, mas muito mais lentamente do que à 15°C e, se houver um excesso de proteólise nesse período, a textura final pode ser prejudicada.

9. Grau de maturação e proteólise

A formação da olhadura depende muito da elasticidade da massa. A elasticidade, por sua vez, é determinada por fatores como o grau de proteólise e o índice de mineralização da massa. Um mínimo de proteólise é recomendado para que a massa tenha suficiente elasticidade, ou uma consistência dita "longa". Torna-se difícil determinar quanto tempo seria necessário para obter tal degradação proteica, pois varia em função de fatores como a própria umidade do queijo, teor de sal, tipo e dosagem do coalho, pH inicial, cultivos e sua capacidade de proteólise e a temperatura de maturação do queijo. Queijos de massa mais lavada apresentam mais plasticidade e maior teor de minerais, pois mais lactose é removida e menos ácido láctico se forma para retirar cálcio e fosfato da paracaseína. Por outro lado, se um queijo é mais ácido, perde mais cálcio e sua consistência torna-se "curta", facilitando a formação de trincas ao lado dos olhos ou no lugar deles. A fermentação aromática deve ocorrer num tempo razoável, pois se ocorre muito tarde, a massa poderá estar muito hidrolizada e per-

de muito de sua característica "longa" e trincas ou olhos irregulares (não esféricos) podem formar-se.

10. Formato do queijo

Na prática observa-se que queijos esféricos (estilo Bola) embalados à vácuo, tendem a perder mais gás do que queijos como o Gouda, que é cilíndrico. O gás tende a se difundir pela massa do queijo e, parte dele, de fato, se perde, mesmo em queijos que possuam alguma casca. O queijo esférico possui uma relação de área superficial em relação a seu peso maior do que o Gouda, além de ficar em pouco contato com a prateleira, devido a seu formato de uma bola; tal não acontece com o Gouda, que possui 2 faces planas e uma delas permanece em contato muito mais íntimo e próximo com a prateleira, onde se apoia, diminuindo a difusão do gás nesse sentido. Em consequência, além de se perder menos gás, haverá uma tendência maior de formação de gás na seção superior do queijo, caso este não seja virado com alguma frequência. Em queijos com casca, a espessura desta pode impactar negativamente. A casca sendo muito grossa tem menor flexibilidade e pode contra-pressionar mais, inibindo a expansão da olhadura. Considera-se ainda que queijos curados sem embalagem e de maior diâmetro teriam maior aptidão para formação de olhos, já que sua casca se flexibilizaria mais facilmente, quando comparado a um queijo de menor diâmetro.

11. pH do queijo

Esse é um fator muito importante, pois influencia diretamente no crescimento dos microrganismos que fermentam o ácido cítrico. Há uma grande diferença de pH ideal de crescimento para as 2 espécies ditas aromáticas. Por exemplo, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* só inicia seu crescimento por volta de pH 6,20, enquanto que o *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* é muito mais exigente e só metaboliza o ácido cítrico e a lactose de maneira ideal, em pH por volta de 5,20. Acredita-se que a produção de gás se intensifica muito, quando o pH atinge 5,40 e se torna crítica, quando o pH atinge 5,20. Explica-se assim, a necessidade de resfriar o queijo semiduro, quando seu pH atinge 5,50 aproximadamente, seja através de imersão em água gelada ou colocando-o diretamente na salmoura ao ser retirado da prensa (que é o que se faz mais, atualmente).

Acredita-se que *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* tenha capacidade de produzir mais CO_2 do que o *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* devido à sua habilidade em metabolizar, tanto o ácido cítrico quanto a lactose e produzir gás a partir de ambos. Obviamente, isso só ocorrerá em faixas mais baixas de pH do queijo, circunstância requerida para o bom crescimento do *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. Assim, uma cultura LD desbalanceada e com alta porcentagem de *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* poderá produzir muito mais gás. Tal desbalanceamento é favorecido quando a cultura é produzida sob temperaturas de incubação mais baixas, por exemplo, 18°C. O melhor equilíbrio é mantido quando se fermenta entre 19 e 20°C. Temperaturas de 25°C, por exemplo, favorecem muito o desequilíbrio de espécies em favor do *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*.

Mas há outros fenômenos que estão relacionados à evolução do pH no queijo. O grau de solubilidade do CO_2 na fase líquida do queijo determina a rapidez com que vai se formar a olhadura. Tudo vai depender de quando a saturação vai ocorrer. Essa solubilidade pode variar com o pH do queijo, devido ao grau de ionização do ácido carbônico (H_2CO_3). Parte do ácido carbônico pode estar presente como HCO_3^- , que também contribui para o aumento da pressão parcial da olhadura. Em pH 4,8 cerca de 2% do H_2CO_3 está presente como HCO_3^- , em pH 5,2 cerca de 5% e em pH 5,6 pode chegar à 12%. Em pH 4,80 o CO_2 é duas vezes mais solúvel que a pH 5,20. Quando a fermentação ocorre de forma normal, o pH do queijo estará em torno de 5,7 a 5,9 cerca de 5 horas após o início da fabricação (adição do coalho) e, por volta de 5,20, no dia seguinte. Normalmente, um queijo semiduro de massa lavada apresenta, na maturação, um pH em torno de 5,2 a 5,3, o que é bastante apropriado para o processo de formação de olhaduras. Entende-se assim, a necessidade de manter um pH mais elevado para facilitar a formação de olhaduras.

12. Teor de umidade do queijo

A umidade de um queijo semiduro varia de 42 a 45 % e, nessa faixa, pode-se obter queijos com boa formação de olhaduras. Como a formação da olhadura depende da saturação da umidade do queijo com H_2CO_3 , quanto maior o teor de umidade de um queijo, maior será a dificuldade de formar olhos de tamanho médio. A tendência será de formação de olha-

duras menores e mais numerosas, uma vez que um maior teor de umidade pode representar também maior conteúdo de lactose no queijo, e esta pode ser fermentada pela via heterofermentativa para dióxido de carbono por *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. Na busca de uma textura regular, o controle da umidade do queijo é fundamental. Há uma relação direta entre o volume de gás produzido e a formação de olhos, mas essa relação é alterada quando se modifica o teor de umidade. É mais difícil supersaturar um queijo com CO_2 , quando o teor de umidade é mais alto do que o esperado e, nesses casos, a tendência é de formação de olhos menores.

ALGUNS PROBLEMAS RELACIONADOS À FERMENTAÇÃO AROMÁTICA

Trincas

As trincas quase sempre resultam de queijos com textura "curta", nos quais uma acidificação mais forte, que resultou em perda excessiva de cálcio, aliada a formação intensa de gás, sobretudo se muito precoce ou



muito tardia, enfraquece a estrutura do queijo, formando essas aberturas paralelas. A matriz caseínica tem que estar apta a receber o dióxido de carbono e apresentar a flexibilidade adequada que permita a expansão gradual da "bolha" de gás, sem trincar a área adjacente.

Evidentemente, uma cultura desbalanceada e com excesso de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, pode facilitar a formação rápida demais de gás e, conseqüentemente, gerar trincas na massa. Outra causa pode ser a temperatura muito alta (acima de 18°C) na câmara "quente", sobretudo se a massa do queijo tiver sofrido pouca proteólise. É sempre recomendável que o queijo possa ficar pelo menos 2 semanas em uma câmara fria (sendo proteolizado por enzimas do coalho e dos fermentos) para que o sal se distribua melhor na massa e esta adquira um mínimo de elasticidade que permita a formação de olhaduras lisas e ovaladas.

Olhaduras periféricas

Geralmente são olhaduras bem pequenas, mecânicas, de origem diversa. Causas mais comuns são a absorção (oclusão) de ar durante o manuseio ou trabalho da massa na pré-prensagem, pré-prensagem sem soro, massa que se resfria muito rapidamente durante a prensagem. Se o queijo não é bem prensado ou retém soro logo abaixo da casca, quando este passa à salmoura a saída rápida de soro dessa região, tende a formar espaços vazios, que se traduzem por miniolhos periféricos.

Excesso de olhos pequenos e/ou irregulares: micronúcleos

Sem dúvida, o excesso de olhos pequenos é um dos defeitos mais comuns em queijos com olhaduras, sejam eles duros ou semiduros. Geralmente, esse problema tem a ver com um excesso de micronúcleos na massa. Esses são pontos na massa, de tamanho microscópico, onde não houve uma junção perfeita do grão, resultante da falta de coesão durante a pré-prensagem ou prensagem final do queijo. As causas de formação dos micronúcleos não são bem conhecidas, mas sabe-se que tem também relação com agitação ou turbulência do leite em bombas, tubulações e centrifugas (incorporação de ar). Pode ainda estar relacionado à formação excessiva de espuma durante o enchimento do tanque ou presença de partículas microscópicas de sujidades. Sabe-se que o gás dissolvido na água do queijo, atingindo a supersaturação, "escolhe" um ponto mais fraco

da massa, onde possa iniciar uma olhadura com expansão facilitada, e o micronúcleo é, justamente, esse ponto.

Se há um excesso de micronúcleos, abrem-se numerosos olhos de tamanho menor e com distribuição irregular na massa. Se não existem, a massa tende a ficar fechada. Ou seja, os micronúcleos são necessários, sempre em pequena quantidade, mas não se sabe bem como controlar essa quantidade. Todo esse raciocínio aplica-se também aos queijos Emmental, Gruyère, Maasdam e similares que tenham fermentação propiônica. Aparentemente, o uso de prensas a vácuo (estilo Chalon-Megard, muito usadas na França e Suíça, para o Emmental) permite um bom controle da textura da massa e números de micronúcleos, na compactação perfeita da massa.



É interessante mencionar que há fabricas de pequeno ou médio porte, onde naturalmente os equipamentos de pasteurização, centrifugação e bombeamento, além daqueles de pré-prensagem e de prensagem funcionam tão bem, que não há necessidade de ajustes para regular número de micronúcleos e para se formar bons olhos na massa. Por outro lado, há fabricas onde equipamentos antigos de pré-prensagem são substituídos por sistemas novos, mais modernos e surgem muitos problemas com excesso de micronúcleos. Aparentemente, placas maiores usadas para formar o "colchão" de massa, requerem muitos ajustes até que consigam formar a textura perfeita para conter os micronúcleos, o que requer muita observação técnica e paciência.

O excesso de olhos pequenos pode ainda ter causas biológicas, como a formação muito rápida e precoce de gás no queijo, quando sua massa ainda não está bem compactada. Também pode ser causado pelo desbalanceamento da cultura, apresentando um excesso de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, que provoca uma fermentação excessiva e muito rápida, mais no início da maturação do queijo. Se o queijo contiver teor mais reduzido de sal (NaCl) esse processo é estimulado.

Igualmente, queijos com teores mais altos de umidade tendem a apresentar olhos mais numerosos e menores.

Sabor atípico, "green flavor", de iogurte

O acetaldeído é um componente típico do aroma do iogurte, mas se presente em excesso num queijo de massa semicozida, altera seu sabor tradicional, fazendo com que o queijo apresente um sabor que remete ao iogurte, que alguns consumidores confundem com sabor amargo. Normalmente, é causado pela ausência ou pequeno número de *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *Cremoris*, que degrada para etanol o excesso de acetaldeído formado por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, muitas vezes, a espécie dominante na cultura aromática. É um problema típico de culturas com alterações no balanço de sua flora DL e ocorre com muito mais frequência em fermentos repicados devido a descontrole de temperatura de incubação e ineficiência no resfriamento do fermento já pronto para uso.

Ausência de olhaduras

Este é um dos defeitos mais comuns e pode apresentar diversas causas, isoladas ou combinadas, conforme já discutidas anteriormente. Deve-se atentar, obviamente para o risco sempre presente de ataques de bacteriófagos ou para a presença de resíduos de antibióticos no leite.

Manejo do fermento aromático propagado

Atualmente, é muito comum o uso de fermentos concentrados, adicionados diretamente ao leite, alguns minutos antes da coagulação. Há fermentos superconcentrados, congelados ou liofilizados, de grande eficácia, praticamente para todos os tipos de queijos. Para queijos semi-

duros elaborados de forma tradicional é fundamental um bom abaixamento do pH em 24 hs, e a formação de uma quantidade razoável de gás, para abrir a massa, formando alguns olhos ovalados. Em que pese a existência de cultivos concentrados diretos para queijos como o Prato ou Gouda



com olhaduras, alguns queijeiros ainda preferem trabalhar com o tradicional sistema de fermentos propagados, já que estes possuem de fato algumas características bem peculiares:

- por possuírem elevada acidez (80 a 90 °D), conferem ao leite um teor extra de ácido láctico, capaz de fazer sua acidez titulável subir até 3 °D, melhorando a atuação do coalho, assim como a retenção de sólidos do leite na coalhada (melhor rendimento);
- a fase de latência nesse tipo de fermento é bem mais curta do que em um cultivo concentrado, o que leva à uma fermentação mais rápida e abaixamento mais vigoroso do pH;
- em função dessa maior atividade acidificante, a coalhada tende a des-sorar mais rapidamente.

Porém, o uso de fermentos propagados do tipo LD (aromáticos) requer grandes cuidados em sua preparação e em sua manutenção, para que não se perca o frágil equilíbrio entre as espécies existentes (são quatro), com prejuízos à acidificação e à formação de gás.

Tome-se como exemplo um fermento semidireto para elaboração de um queijo Gouda tradicional, destinado à adição ao leite esterilizado, que será convertido em fermento em sua totalidade, até o dia seguinte à inoculação. Há diversos tamanhos e doses, mas, em geral, um envelope é suficiente para preparar 1.000 litros de fermento láctico ativado na véspera da elaboração do queijo. Assim, esse cultivo é para ativação na véspera, em 1000 litros de leite, a 25°C, com período estimado de fermentação de 12 a 14 horas, sendo que se pode inocular de 1 a 2% de fermento no leite no momento de fazer o queijo Gouda.

Por exemplo, se o tanque para o queijo Gouda for de 5.000 litros e, se o uso for de 2% de fermento, então deve-se preparar na véspera 100 litros de fermento. Obviamente, se o percentual de inoculação no leite for de apenas 1%, então prepara-se um mínimo de 50 litros de fermento.

Às vezes as fábricas elaboram menores volumes de leite em um determinado tipo de queijo que requer esse tipo de fermento, por exemplo, 1.000 a 2.000 litros diários. Se o envelope todo dá para fazer 1.000 litros de fermento, seria necessário dividi-lo, já que uma fabricação de 2.000 l iria requerer apenas de 20 a 40 litros de fermento. Neste caso, no laboratório da fábrica, deve-se agir como se descreve:

- dissolver todo conteúdo do envelope em 2 litros de leite fervido e resfriado a 25 °C, e dividir em 20 frascos de 100 ml cada um. Congelar imediatamente, sem esperar acidificar. Cada frasco poderá ser repicado em uma cuba de 50 litros de leite fervido e resfriado a 25 °C e, no dia seguinte, o fermento resultante poderá ser usado em até 5.000 litros de leite (se for 1% de inoculação) no tanque de fabricação do queijo. Para um tanque de 5000 L, com inoculação de 2 %, usar duas cubas de 50 L de leite inoculado com o fermento contido em 2 frascos;

- recomenda-se 25 °C como melhor temperatura de incubação. Mas se houver necessidade de mais aberturas no queijo, incubar a 28-30 °C. Se for o caso de se evitar um excesso de aberturas, incubar a 20-22 °C apenas;

- o fermento pronto deve ser resfriado a 5 °C tão logo atinja cerca de 80 °D. Se isso não for feito, há perda progressiva de atividade e o queijo poderá ficar fechado. Em geral, leva-se de 12 a 14 horas de incubação para se obter a acidez de 80 °D.

Normalmente um fermento aromático (LD) usado em queijos semi-duros, como o Gouda e o Edam, possui 4 espécies de microrganismos:

COMPOSIÇÃO APROXIMADA (%) DE UM CULTIVO AROMÁTICO	
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	70-75
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> .	1-5
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i>	15-20
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	5-10

Cultivos LD são comumente chamados de fermentos "selvagens" (cultivos indefinidos), já que as 4 espécies são sempre cultivadas juntas e, por isso, variações podem ocorrer na composição apresentada, com alteração eventual na quantidade de gás formada no queijo. As duas últimas espécies produzem gás, pela fermentação dos citratos do leite e queijo. A partir de fermentação da lactose, somente *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* é capaz de produzir gás (heterofermentação). Sua presença é importante no cultivo aromático, por ser a única espécie que produz gás a partir da lactose e, assim, colabora muito na produção de gás.

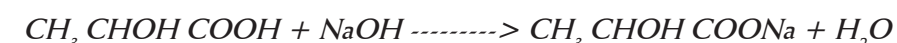
As espécies aromáticas são muito influenciadas pelos teores de Manganês e de Magnésio no leite, o que faz com que a produção de gás seja afetada, para mais ou para menos, em função da maior ou menor presença daqueles metais. Deve-se levar em conta, igualmente, que o teor de citrato do leite (entre 0,20 e 0,25%) no queijo afeta muito o volume de gás que é produzido. Esses teores sofrem variações sazonais e também de acordo com a alimentação do rebanho.

Observando-se a composição média, nota-se que o cultivo LD tem baixa percentagem de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (um agressivo acidificante em baixas temperaturas) mas tem percentual mais alto de *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, que é mais lento para acidificar, é muito proteolítico e tende a abrandar mais o queijo, especialmente, em sua região central, onde há menor teor de sal nas primeiras semanas de maturação.

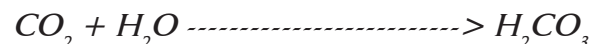
Teste empírico para avaliar CO₂: fundamentos

Este teste empírico foi criado por dinamarqueses e divulgado, no Brasil, na década de 1980 por um deles, A.C. Nielsen, um experiente queijeiro, que esteve por alguns meses, em Minas Gerais, capacitando técnicos em laticínios. Durante a incubação do leite já inoculado, além da formação normal de ácido láctico pelas 4 espécies que compõem essa cultura, os microrganismos aromáticos metabolizam o ácido cítrico e produzem, entre vários componentes, o CO₂.

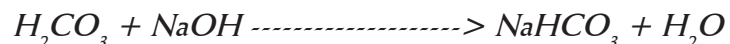
Quando o fermento é titulado com uma solução Dornic (NaOH N/9, o ácido láctico é neutralizado em reação com o hidróxido de sódio, formando lactato de sódio, assim:



Porém é preciso considerar que o CO_2 formado dilui-se na água e forma ácido carbônico:



Assim, além de reagir com o ácido láctico, o hidróxido de sódio reage também com o ácido carbônico, formando Bicarbonato de sódio:



Em resumo, quando se faz uma primeira titulação, a solução Dornic é consumida por reação com 2 ácidos, o láctico e o carbônico.

Quando se mede novamente o volume necessário para uma segunda titulação, ao fazer-se uma vigorosa agitação por cerca de 4 minutos, o CO_2 é eliminado, desaparecendo, assim, o ácido carbônico (H_2CO_3). Com isso, a segunda titulação consumirá um menor volume da solução Dornic, o que permite uma estimativa razoável do potencial de formação de gás (no queijo) desse cultivo, sendo avaliado.

Todos os dias pela manhã fazer o teste do CO_2 no fermento pronto, adotando o seguinte procedimento:

- em 2 béqueres medir 20 ml exatos do fermento, antes que ele seja "quebrado" (agitado);
- titular a acidez em um dos béqueres com cuidado e rigor na formação de cor rósea. Anotar valor como A;
- antes de titular o segundo béquer, agitar o conteúdo por 4 minutos, com um bastão de vidro;
- titular cuidadosamente e anotar o valor como B (sempre será menor que A);
- verificar diferença entre A e B. Por exemplo, se A deu 170 °D e B deu 155 °D, a diferença será de 15 °D.

Interpretação: a diferença ideal para fazer um queijo semiduro com boa formação de gás é de cerca de 15 a 25 °D. Se der abaixo de 10 °D, o queijo terá menos olhos biológicos (nesse caso, subir a temperatura de incubação para 28-30 °C ou aumentar inoculação para 2%). Se der mais de 25°D, há um risco de se formar gás excessivamente e assim deve-se baixar a temperatura de incubação para 20-22°C ou reduzir inóculo para 1,0 a 1,5 %.

Deve-se observar que o volume a ser usado na titulação é de 20 ml (e não 10 ml, como se faz habitualmente). Esse procedimento é adotado para diminuir erros de leitura e de interpretação.

Não se deve repicar o fermento semidireto (já ativado) indefinidamente em laboratório, como se fosse uma "isca" usada antigamente em fábricas. Ele poderá perder seu equilíbrio de espécies e cepas, e poderá não produzir gás de forma adequada. Quando um envelope para 1.000 litros acabar, deve-se iniciar tudo novamente com um envelope novo.

Teste da Creatina

Esse é outro teste que permite avaliar a aptidão de um cultivo aromático (propagado) para produzir gás, quando usado em um queijo semiduro ou qualquer outro tipo de queijo que requeira a formação de olhos biológicos. O teste é baseado na presença de diacetil no fermento e determina, indiretamente, a quantidade de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* no fermento. A creatina, um composto orgânico nitrogenado, pode reagir com o diacetil e formar coloração rosada ou avermelhada de intensidade variada. O *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* é capaz de reduzir os teores de diacetil e acetoína, que são os componentes que dão a cor róseo-avermelhada no teste. Assim, se estão presentes em grande quantidade no fermento, em detrimento da presença de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, a cor resultante no teste será mais clara.

Procedimento:

- em um tubo de ensaio, adicionar 2,5 ml do fermento a testar;
- adicionar uma pequena quantidade de creatina (10 mg aproximadamente);
- adicionar 2,5 ml de solução de hidróxido de NaOH 40%;
- agitar bem e deixar em repouso por cerca de 30 minutos;
- observar a formação de coloração rósea ou avermelhada na superfície.

Resultados: a formação de cor rósea ou avermelhada indica a presença de diacetil, a qual será proporcional à intensidade da coloração. Na Dinamarca, há padrões de cores em cartelas, sendo que a cor mais leve (tom róseo suave) teria graduação como 1 e a cor mais intensa (cor rosa acentuada, tendendo ao avermelhado) teria graduação 5.

Em um cultivo aromático, o *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* inicia a formação de diacetil mais rapidamente, já que começa a crescer em pH 6,20 ou inferior. O mesmo não acontece com o *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, que tem seu crescimento ideal em pH 5,20 ou inferior. Assim, se um fermento contém uma flora aromática com uma alta

predominância de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, rapidamente será formada uma grande quantidade de diacetil, que ao reagir com a creatina em meio alcalino, formará cor rosea intensa, prenunciando uma forte produção de gás no queijo. Na Dinamarca, quando ocorre situações como essa, é comum a adição de uma quantidade minúscula de manganês ao leite de preparo do fermento para incentivar o crescimento do *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. Caso seja adicionada uma quantidade excessiva de manganês, o teste da creatina pode resultar totalmente incolor.

Na tabela, são apresentados dados que permitem uma interpretação mais ampla dos resultados do teste da creatina.

Porcentagem aproximada de microrganismos aromáticos no fermento	Graduação da cor no teste da creatina	Potencial de produção de CO ₂ pelo fermento láctico
Apenas <i>L. diacetylactis</i>	5	Precoce e muito intensa
80-90% de <i>L. diacetylactis</i> 20-10% de <i>L. mesenteroides</i>	4-5	Precoce e intensa
50% de <i>L. diacetylactis</i> 50% de <i>L. mesenteroides</i>	2-3	Relativamente precoce e média
20-10% de <i>L. diacetylactis</i> 80-90% de <i>L. mesenteroides</i>	1-2	Demorada e fraca
Sem presença de microrganismos aromáticos	0	Inexistente

Olhos propiônicos em queijos semiduros

No Brasil, ocorreu um fenômeno interessante, que encontra poucos registros em outros países. Queijos como o Gouda, Bola (estilo Edam holandês, mas mais macio) e Estepe são fabricados com tecnologia de massa lavada e de semiduros, porém com uso de culturas propiônicas (e não aromáticas) para produção de olhaduras. Em que pese a conhecida dificuldade de produzir olhos regulares através da fermentação apenas do citrato, a razão aparenta não estar relacionada a esse fato. Nos anos 1980, havia uma importante produção de queijo Gouda em determinada região serrana de Minas Gerais, onde, ao que se sabe, a microbiota dos pastos locais era rica em microrganismos da flora propiônica, que contaminavam o leite cru, passavam pela

pasteurização e se faziam presentes nos queijos Gouda Bola, ali amplamente fabricados. Assim, esses queijos, mesmo sendo fabricados com tecnologia de queijos semiduros de massa lavada passavam a apresentar olhos bem grandes, lisos e arredondados, além do sabor suave ligeiramente adocicado, bem típico de uma fermentação propiônica.



Em consequência do grande sucesso comercial desses queijos, em especial no Rio de Janeiro e, posteriormente, em São Paulo, muitas fábricas no Brasil passaram a adicionar cultivos propiônicos em seus processos, e atualmente, praticamente, não se encontra Gouda ou Bola no mercado que não apresente essas características. O queijo Estepe também passou a ser fabricado dessa maneira e apresenta olhos grandes, em textura algo similar à de um Maasdam holandês, apenas um pouco mais macio.

Em regiões de pastos, onde o leite ainda costuma ser ordenhado de maneira simples ou manualmente, é comum a presença da flora propiônica. Às vezes, a contaminação é tão grande que mesmo queijo Parmesão pode formar olhos lisos e arredondados, à semelhança de um pequeno queijo Emmental. Obviamente, o sabor desse Parmesão torna-se mais adocicado, o que o descaracteriza bastante. Fábricas que detectam esse fenômeno quase sempre são levadas à instalação de degerminadoras, o único recurso que garante eliminar do leite cru a flora propiônica.

A fermentação propiônica é bem diferente da fermentação aromática e, portanto, não poderia gerar queijos com as mesmas características. Nela, o principal agente responsável é o *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii*, microrganismo que metaboliza o lactato de cálcio e o converte, basicamente, em ácido acético, ácido propiônico e dióxido de carbono. É a fermentação típica de queijos dito "suíços", como o Emmental e o Gruyère. Geralmente, leva a queijos de aroma e sabor suaves, mas ligeiramente adocicados ou com notas típicas do sabor de nozes ou avelãs. Apresenta sempre olhaduras numerosas, grandes e ovaladas. Se comparado a um queijo Gouda tradicional, que tem formação de diacetil, quase não apresenta aroma.



Existindo uma supersaturação, forma-se então a pressão necessária para criar a olhadura.

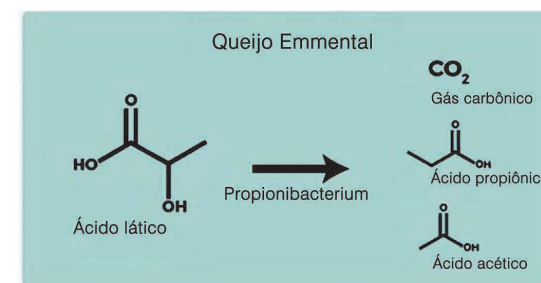
Há diferenças também no que se refere ao processo de formação dos olhos. Em ambos os processos, a proteólise e o desenvolvimento da pressão do CO_2 apresentam duas fases distintas. Na primeira, os queijos ficam por 2 a 3 semanas em uma câmara fria, entre 5 e 10°C , quando ocorre uma “estabilização”, ou seja, há uma melhor distribuição do sal na forma e avança um pouco mais a proteólise e peptidólise, dando mais flexibilidade à massa para que possa se distender, sem fraturas, na formação das olhaduras. A segunda fase refere-se ao período da formação da olhadura na câmara de maturação (“câmara quente”). No caso de um Emmental, ocorre a 22°C da “câmara quente”, mas para um Gouda tradicional, a temperatura é mais baixa, por volta de 16 a 18°C , sob pena de deformação da olhadura sob temperaturas mais altas. Quando ocorre a saturação da umidade do queijo com o CO_2 , o gás difunde-se e tende a se acumular nos pontos mais débeis, que são os micronúcleos (naturalmente, parte do gás permanece solúvel na água e parte perde-se através da casca).

Obviamente, a maior diferença está no sabor e aroma do queijo semiduro elaborado com cultivo propiônico, se comparado àquele Gouda tradicional elaborado apenas com cultivos LD, que fermentam o ácido cítrico. Em ambos os processos, os queijos resultantes são de boa qua-

lidade mas, entretanto, são bem diferentes em termos de características sensoriais. Do ponto de vista comercial, isso já perdeu relevância, já que os consumidores, no Brasil, atualmente estão muito acostumados a um Gouda, Bola ou Estepe com sabor mais adocicado e grandes olhaduras.

Algumas características da flora propiônica

Os microrganismos propiônicos pertencem à classe das Actinobacteria, ao gênero *Propionibacterium* e são bacilos curtos, Gram+, não formam esporos e crescem somente em baixas concentrações de oxigênio (variam de anaeróbicas a aerotolerantes). Ocorrem naturalmente no rúmen e no intestino de ruminantes, no solo e na silagem. Dentre muitas espécies, pode se citar *Propionibacterium acidipropionici*, *Propionibacterium jensenii*, *Propionibacterium thoenii*. As principais espécies de uso em laticínios são *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *freudenreichii* e *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii*. O pH ideal de crescimento é entre 6,0 e 7,0 (mas podem crescer, ainda que muito lentamente, nos limites extremos de pH: 4,6 até 8,5). Sendo mesófilos, a temperatura ideal de crescimento é de 30°C , mas podem crescer a 12°C , havendo registros de cepas crescendo a 4°C .

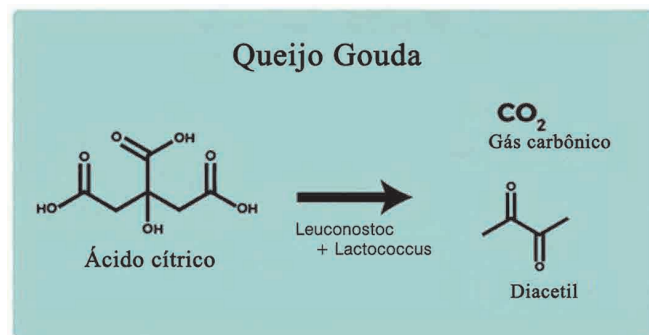


Há uma grande variedade de cepas de bactérias propiônicas e muitas estão disponíveis comercialmente. Essas cepas apresentam diferenças sutis em suas atividades metabólicas, mas de grande importância no resultado final da fermentação propiônica. Elas não crescem em leite e, mesmo em meio de cultura contendo lactato de sódio, o tempo de geração é longo, de 7 a 10 horas. No início da maturação do queijo, as contagens são ainda baixas, da ordem de 10^5 UFC/grama. Mas após meses de maturação, as contagens podem chegar a $10^8 - 10^9$ UFC/grama.

Apesar da divergência entre alguns estudos, considera-se que a maior parte das cepas é termoresistente, sobrevivendo à temperatura de pasteurização ($72^\circ\text{C}/15$ s). Na Suíça, às vezes, usa-se uma termização do leite, a

60-63°C por 2 a 10 segundos, que preserva a integridade da flora propiônica endógena. Seria o mesmo caso do uso de ejetor de vapor no Sul de Minas, no Brasil, que, sendo apenas uma termização, também preservaria eventuais espécies termolábeis da flora propiônica nativa.

Variações são observadas entre diferentes espécies e, mesmo entre cepas da mesma espécie, é fato notório que bactérias propiônicas são muito sensíveis ao sal. Em geral queijos, como o Emmental possuem baixo teor de sal, quase sempre inferior a 1,0%.

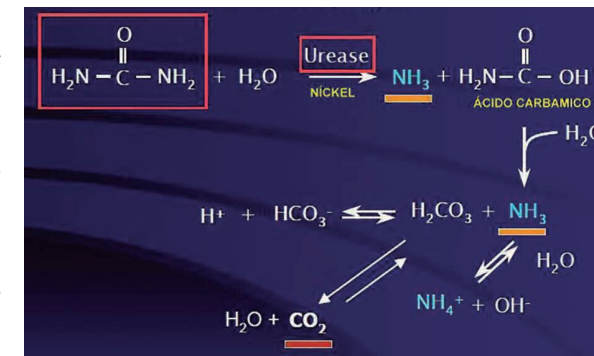


Comparativo entre fermentação aromática e propiônica

Parâmetros	Tipo de Fermentação	
	Aromática	Propiônica
Tipos de queijos	Gouda, Edam, Danbo, Tybo	Emmental, Gruyère, Maasdam, Svenbo, Jarlsberg
Microrganismos	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> + <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> .	<i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>shermanii</i>
Substratos	Ácido cítrico e lactose	Lactato de cálcio
Produtos principais	Diacetil e CO ₂	Ácido propiônico e CO ₂
Formação de CO₂	Pequena	Grande
Olhaduras	Poucas e pequenas	Muitas e grandes
Aroma	Acentuado	Suave
Sensibilidade ao sal	Pouca	Muita
pH ideal	5,10-5,20	5,30-5,35

Produção de gás por *Streptococcus thermophilus*

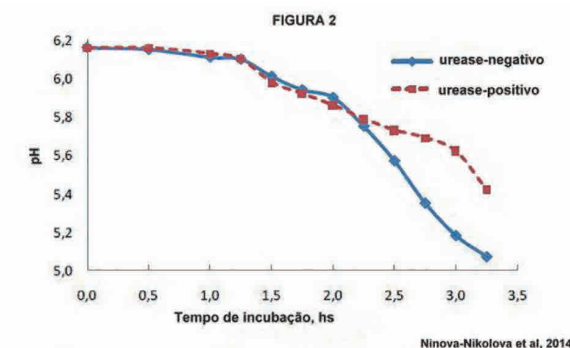
Atualmente, grande parte dos fermentos que são usados na fabricação de queijos, como o Prato, possuem *Streptococcus thermophilus*. Ainda que presente em pequena proporção (cerca de 10-20%) é o responsável pela aceleração do abaixamento do pH durante o processo, aumentando sua eficiência, em especial, naquelas linhas mais mecanizadas ou automatizadas.



Também amplamente usado na fabricação de Mussarela no mundo todo, *Streptococcus thermophilus* é, raramente, mencionado em fábricas de queijos como um microrganismo que possa produzir gás. Obviamente, *Streptococcus thermophilus* é uma bactéria homofermentadora, que degrada a lactose produzindo apenas ácido láctico. No entanto, a produção de gás é fenômeno possível de ocorrer, por outras vias metabólicas, como tem sido registrado na literatura técnico-científica sobre fermentos lácticos e seu papel na produção de queijos.

O *Streptococcus thermophilus* é praticamente o único microrganismo láctico que é capaz de produzir a enzima urease (urea amidohidrolase), que pode metabolizar a urea naturalmente presente no leite (cerca de 3 a 6 mM ou 0,4 a 0,6 g/litro). A urease cataliza a hidrólise da ureia para a formação de NH₃ (amônia) e de CO₂ (gás carbônico). Inicialmente, a ureia é hidrolizada para formar o ácido carbâmico que, por sua vez, é transformado em presença de água, em ácido carbônico e amônia. O ácido carbônico, então, dissocia-se formando CO₂ mais água.

A atuação da enzima urease requer a presença do metal níquel (Ni²⁺) no leite, e isso explica porque a reação não ocorre de maneira regular em todas as fabricações



de queijos. A presença do níquel é imprescindível, mas sendo um oligo-elemento do leite, seu teor varia muito de acordo com a época do ano, região e alimentação dos animais.

Há poucas cepas de *Streptococcus thermophilus* que não apresentam essa atividade através da urease. Essas cepas são de interesse da indústria de queijos, visto que não interferem na curva de fermentação e nem produzem gás.

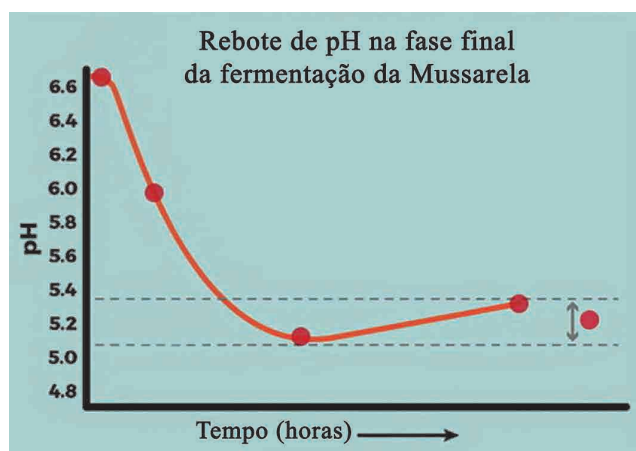
As consequências práticas desse fenômeno na fabricação de queijos são:

- pode ocorrer atrasos na fermentação, já que a amônia liberada neutraliza o ácido láctico, elevando o pH;

- em muitos processos, ao final da fermentação observam-se "rebotes" de pH (sobem ligeiramente, por exemplo, de 5,05 para 5,10-5,12), o que pode também ser explicado pela formação de amônia;

- muitos queijos apresentam grande número de pequenas olhaduras biológicas espalhadas pela massa. O fenômeno pode ocorrer em queijos jovens, mas é mais comum em queijos já com várias semanas de armazenamento. Essa formação de gás costuma ter origens diversas e, certamente, uma delas poderia ser atribuída à atividade de urease do *Streptococcus thermophilus*.

Mas a formação tardia de bolhas de gás em queijos, como o Prato ou Mussarela, não deve ser creditada somente ao *Streptococcus thermophilus* ou microrganismos esporulados como aqueles do gênero *Clostridium*. No caso de um queijo Prato, há duas possibilidades: se é fabricado com cultivos tipo O (homofermentadores, contendo *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* e *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*), que é agregado de *Streptococcus thermophilus*, há uma grande possibilidade de ocorrer fermentação do ácido cítrico residual (presente em até 0,20%, já que não é fermentado por fermentos tipo O) por microrganismos NSLAB (Non-Starter Lactic Acid Bacteria),



como *Lactobacillus casei* ou *Lactobacillus plantarum* ou mesmo através do metabolismo da ureia por *Streptococcus thermophilus*. Em ambos os casos, haverá liberação de CO_2 .

O caso do queijo Mussarela é ainda mais complexo, pois há três possibilidades para formação tardia do gás, sempre excluindo a fermentação butírica. Obviamente, pode ser igualmente através de microrganismos NSLAB, já que existe abundância de ácido cítrico na massa ou pela via da urease, através do metabolismo do próprio *Streptococcus thermophilus*. A terceira possibilidade seria através do metabolismo da galactose. Como é amplamente conhecido, *Streptococcus thermophilus* é um microrganismo galactose-negativo e, assim, massas de Mussarela podem conter resíduos consideráveis desse carboidrato. Microrganismos heterofermentativos da flora NSLAB, como *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* e *Lactobacillus curvatus* podem metabolizar a galactose e formar CO_2 .



A presença de *Streptococcus thermophilus* em um queijo não requer, necessariamente, que o microrganismo tenha sido usado como fermento láctico. *Streptococcus thermophilus* é um coco termofílico e termodúrico (sobrevive à temperatura de pasteurização) e, como tal, é comum sua presença na seção de regeneração de pasteurizadores, formando biofilmes. Tal fenômeno é ajudado pelo fato de que algumas cepas de *Streptococcus thermophilus* são formadoras de EPS (exopolissacarídeos, formação de "ropiness"), grandes polímeros exocelulares resultante do agrupamento de moléculas de galactose e glucose. Assim, leite pasteurizado pode recontaminar-se com um elevado número de microrganismos, como *Streptococcus thermophilus* na saída do pasteurizador, ao circular pela seção de regeneração. Mais tarde, durante a cura do queijo, poderá haver formação de gás pelo metabolismo da ureia.

PARÂMETROS DA ELABORAÇÃO

Compreende-se, assim, que quanto mais rico for o leite em ureia, maior é o risco de uma fermentação gasosa por parte de *Streptococcus thermophilus*, se outras condições foram atendidas (presença de Níquel, por exemplo).

A substância fluorofamida, que é um potente inibidor da enzima urease, tem sido estudada como um meio de manter estável o processo de acidificação (sem retrocessos ou rebotes de pH), assim como para evitar a formação de gás através do metabolismo da ureia pelo *Streptococcus thermophilus*.

PREMATURAÇÃO DO LEITE COM FERMENTO

É um procedimento que já se usa há alguns anos na busca de se controlar o crescimento de microrganismos indesejáveis no leite cru armazenado em silos, sob refrigeração ou, quando realizado no leite pasteurizado no tanque de fabricação, para estimular o crescimento das bactérias lácticas e reduzir a fase de latência no início do crescimento bacteriano.

EM SILOS

Há preocupação nas fábricas de queijos com relação às contagens de microrganismos no leite cru destinado à fabricação de queijos. Fala-se muito sobre as NSLAB ("Non-Starter Lactic Acid Bacteria") que são consideradas benéficas para alguns queijos de longa maturação e prejudiciais em outros. Boa parte das NSLAB constitui-se de bacilos mesófilos homo ou heterofermentativos, como :

L. casei
L. paracasei
L. casei var. rhamnosus
L. curvatus
L. brevis
L. plantarum

E outros microrganismos como:

Pediococcus pentosaceus
Pediococcus acidilactis
Enterococcus faecalis
Enterococcus faecium
Enterococcus durans

Sabe-se, atualmente, que grande parte da flora NSLAB é a responsável pelo final da maturação de queijos, sobretudo aqueles curados por meses ou anos. Nesses casos, os microrganismos dos fermentos lácticos desaparecem gradualmente e são substituídos por NSLAB, que acabam por conferir ao queijo suas características definitivas. A presença desse grupo no leite tornou-se fundamental para consolidar as teorias que falam da influência do chamado "terroir" (determinada área geográfica, com características bem específicas) no sabor e aroma típicos ("bouquet") de certos queijos e, em certas regiões, principalmente, aqueles que defendem a elaboração de queijos com leite cru. Nem todas NSLAB são termo-resistentes e algumas podem ser mortas na pasteurização. Normalmente, estão presentes em ambientes de fábricas.



Algumas NSLAB podem, de fato, ser prejudiciais ao queijo. Por exemplo, *Pediococcus pentosaceus* e *Pediococcus acidilactis* podem intensificar a formação de um isômero do ácido láctico, o D (-)ácido láctico, de baixa solubilidade em água e que pode, assim, precipitar-se na casca ou em fatias de queijos curados, formando cristais de lactatos de cálcio, facilmente confundíveis com mofo. Muitos consumidores rechaçam queijos com esse problema.

Por outro lado, leite refrigerado em silos, que já esteja contaminado na fonte de produção, pode apresentar altas contagens de bactérias psicrótróficas, especialmente, do grupo *Pseudomonas*:

Pseudomonas fragis
Pseudomonas putida
Pseudomonas fluorescens

São todas destruídas pela pasteurização, mas suas enzimas (lipase e protease) são extremamente termorresistentes e, quando presentes em um queijo de maturação prolongada, podem provocar desde a formação de sabores amargos até rancificação e o chamado "gosto ardido", que é uma intensa formação de ácido butírico em queijos, como o Parmesão.

Com a granelização da produção do leite, praticamente já não se observa leite ácido nas plataformas de recepção das plantas. Por outro lado, observa-se muito mais o aumento das contagens de psicrótróficas, um inimigo silencioso, muito comum em leites armazenados em silos por volta de 5°C por 2 ou mais dias.

Um tratamento térmico a 65°C por 15 segundos (uma termização) tem sido recomendado para leite cru a ser armazenado por 2 dias ou mais, já que elimina microrganismos como aqueles do grupo das *Pseudomonas*. Posteriormente, o leite é pasteurizado de forma tradicional, quando de seu envio aos tanques de fabricação de queijos.

Assim, há uma busca por meios que permitam controlar ou mesmo inibir o crescimento de microrganismos NSLAB ou psicrótróficos no leite armazenado a frio.

Atualmente, tem sido muito usada a adição de fermentos mesófilos ao leite cru armazenado em silos. Podem ser usados cultivos mesófilos tipo O, contendo *Lactococcus lactis* e *Lactococcus cremoris*, e também os chamados cultivos protetores, que contêm diversas espécies de microrganismos (*L. casei* var. *rhamnosus*, *L. plantarum*, *Propionibacterium* sp. etc.), capazes de produzir bacteriocinas (proteínas ou complexos de proteínas com atividade antimicrobiana, como a nisina, pediocina, propionicina, plantaricina etc.), que apresentam ação inibitória contra vários microrganismos. Normalmente, os cultivos tipo O são adicionados ao leite cru ou termizado nos silos, a 5°C ou menos, em doses muito baixas, e são mantidos por um período mínimo de 24 hs, seguido de pasteurização tradicional. Cultivos protetores também podem ser adicionados ao leite nos silos de armazenamento, mas são mais eficazes quando adicionados ao leite pasteurizado, no tanque de fabricação, cerca de 40 a 60 minutos antes da adição do coagulante. São considerados cultivos adjuntos, que complementam a ação do cultivo tradicional sendo usado. Tem ação contra muitos microrganismos contaminantes, como *Clostridia*, psicrótróficas, mofo e leveduras e até mesmo contra *Listeria*.

De maneira geral, possuem baixo poder acidificante e podem, assim, ser usados em queijos de pH alto, como o Minas Frescal brasileiro, o

Panela mexicano, Paria peruano, Paiza colombiano e outros queijos frescos "blancos" encontrados em muitos países latino-americanos. Queijos dessa categoria apresentam baixa acidez (pH geralmente acima de 6,40), baixo teor de sal e alto teor de umidade (alta A_w , Atividade de água) e, portanto, são mais vulneráveis a microrganismos patogênicos, como a *Listeria monocytogenes*.

No tanque de fabricação

A prematuração do leite com fermento consiste na adição da dose recomendada ao leite, cerca de 40 a 60 minutos antes da adição do coalho; na maioria dos queijos de massa lavada semicozida, como Prato, Gouda, Havarti, Maribo, é feita por cerca de 40 minutos. Em alguns queijos, como Cheddar, Camembert e queijo Azul (Gorgonzola, Danablu etc), pode-se estender por até 1 hora.

A finalidade da prematuração é dar aos microrganismos do fermento uma oportunidade de se adaptar ao leite antes do início da coagulação. Nesse período de 40 a 60 minutos, ocorre um crescimento bacteriano e, dependendo do tipo de fermento usado, inicia-se a formação de ácido láctico, o que terá consequências na fabricação:



- Quando se faz a prematuração com um fermento láctico repicado ou propagado, uma das consequências é um ligeiro abaixamento do pH, o que facilita a ação enzimática do coalho, mas isso não ocorre quando se usam fermentos diretos, superconcentrados e liofilizados. Nesse tipo de fermento, devido ao processo de elaboração e liofilização, os microrganismos encontram-se em

um estado "dormente" e apresentam uma fase de latência (fase de adaptação ou "*lag phase*"), bem mais longa; porém quando são usados fermentos concentrados diretos congelados, a fase de latência é mais curta (menos injúria celular na concentração do fermento) e a fermentação é mais rápida. No linguajar dos queijeiros, diz-se que o fermento "arranca" muito mais rápido.

- Quando se trabalha com fermento láctico repicado haverá um aumento do grau de acidificação durante a elaboração; a fase de latência é bem mais reduzida, e, em consequência, a expulsão do soro dos grãos é facilitada e o queijo tenderá a ter menor teor de umidade.

- O cálcio e o fósforo possuem um papel muito importante na estrutura da colhada e do queijo. O cálcio é, sobretudo, importante, pois estabelece as ligações entre as micelas de paracaseína após a coagulação e mesmo dentro de cada micela. O cálcio existente dentro da micela e estabelecendo pontes entre as micelas após a coagulação é referido como cálcio coloidal. Quando o ácido láctico é produzido durante a elaboração do queijo, seus íons H^+ fazem um intercâmbio com o cálcio coloidal, transformando-o em cálcio solúvel, na forma de lactato de cálcio, dissolvido na água livre no interior do grão de coalhada. Esse processo é conhecido pelo nome de desmineralização e é muito importante, pois afeta muito a estrutura e textura final do queijo. Assim, a expulsão do soro do grão, elimina ácido láctico e cálcio, sob a forma de lactato. Sob esse ponto de vista, a prematuração do leite com fermento é importante, pois permite acelerar a desmineralização da coalhada. Em queijos, como Camembert e Gorgonzola, que requerem pH mais baixos ao final do processo, pode ser feita por períodos mais extensos. Assim, as condições da prematuração do leite com fermento, devem ser determinadas em função do tipo de queijo fabricado e dos objetivos almejados.

- A prematuração é um dos fatores que controlam o crescimento dos microrganismos lácticos e a formação de ácido láctico na coalhada. Essa inicia-se logo após a adição do fermento e vai até o final da prensagem do queijo e sua entrada na salmoura; no

período de elaboração no tanque, o cálcio coloidal convertido em cálcio solúvel pode ser expulso da coalhada, já que também ocorre uma exudação de soro constante no período; outros fatores irão, obviamente, controlar a formação do ácido láctico (como tempo de exposição, temperatura de semicozimento e lavagem da massa). Assim, se houver um excesso de desmineralização a carência de cálcio no queijo leva à formação de uma massa friável e quebradiça, o que é particularmente prejudicial na fabricação de queijos duros e semiduros.

- O aumento da quantidade de fermento adicionado ao leite não tem exatamente o mesmo efeito da prematuração, já que provoca um abaixamento imediato do pH no leite, devido ao seu próprio teor de ácido (se for usado o fermento láctico repicado), mas o crescimento bacteriano começará sempre um pouco mais tarde, devido à falta de adaptação ao leite. Mesmo assim, é capaz de provocar maior desmineralização da coalhada. Quando são usados fermentos concentrados diretos, liofilizados ou congelados, esse efeito de abaixamento imediato do pH não ocorre.

- É importante lembrar sempre de que a textura (e consistência) de um queijo é regulada em grande parte pelo teor de cálcio; queijos duros não só apresentam baixo teor de umidade, mas geralmente também um alto teor de cálcio. Já queijos semiduros, como o Prato, possuem menos cálcio e maior teor de umidade e, mesmo assim, apresentam textura "longa", com boa elasticidade e flexibilidade da massa.

- Quanto mais ácida é a coalhada, menor o teor de cálcio coloidal e maior sua porosidade: assim, a expulsão do soro é facilitada e é mais espontânea. O aumento da concentração de ions H^+ (produção de ácido) neutraliza gradualmente as cargas negativas da caseína, diminuindo sua afinidade pela água, o que facilita a sinérese (contração do grão e expulsão do soro).

Fica claro o papel da prematuração do leite com fermento e da acidificação durante a elaboração. Entende-se assim, porque é difícil produzir um queijo de boa qualidade a partir de leite ácido (impossibilidade de controlar o grau de desmineralização).

A prematuração implica em deixar o leite exposto, adicionado da cultura láctica, por um período geralmente de até 60 minutos. Atualmente, usa-se, predominantemente, cultivos concentrados congelados ou liofilizados de adição direta ao leite e, como esses cultivos tem uma maior fase de latência, não se espera e não se observa nenhum abaixamento rápido do pH. Para haver um abaixamento do pH, por exemplo, de 6,65 para 6,55, pode ser necessário aguardar 3 horas ou mais. Devido ao risco de um eventual ataque de bacteriófagos, esse procedimento não deve ser usado, sob pena de destruição parcial da cultura antes mesmo da coagulação. Bacteriófagos são resistentes ao tratamento térmico na pasteurização do leite e, portanto, estão presentes no leite no tanque para fabricação. Em geral, apresentam-se em títulos muito baixos (menos de 10.000 partículas por ml de leite) e não chegam a ameaçar os cultivos lácticos. Porém, se o tempo de exposição for muito prolongado e se houver uma identidade genética entre o bacteriófago e aquela espécie de bactéria láctica, o fermento pode ser destruído rapidamente.

Além disso, o aumento da acidez do leite implica em maior retenção de coalho na colhada, o que pode colaborar para a eventual formação de compostos amargos. Assim, em casos de prematuração, recomenda-se diminuir a dose de coalho, o que é parcialmente compensado pelo ligeiro abaixamento do pH.

ELEVAÇÃO DA ACIDEZ DO LEITE COM ADIÇÃO DE FERMENTO

Quando se trabalha com fermentos propagados ou repicados, a adição de 1 ou 2% ao leite no tanque provoca uma ligeira elevação da sua acidez titulável e, conseqüente, abaixamento do pH. É um fenômeno normal em virtude da quantidade razoável de ácido láctico existente em um fermento propagado. Tem efeitos benéficos, listados a seguir:

- incentiva a multiplicação bacteriana na fase de latência;
- abaixamento do pH e elevação da acidez titulável estimulam a ação da quimosina;
- mantendo-se as mesmas condições, a coagulação tende a ser mais rápida e, em um mesmo período de tempo, a coalhada fica mais firme, se comparado à adição de fermentos lácticos concentrados de uso direto;
- eventualmente, a dose de coalho pode ser levemente reduzida.

Na Itália, na fabricação dos tradicionais queijos duros, é obrigatório o uso de soro-fermento, que apresentam acidez bem mais elevada (cerca de 120 a 130°D) do que um fermento láctico mesofílico preparado em leite (cerca de 80 a 90°D). Em muitas situações pode ser necessário calcular-se a quantidade de fermento láctico (ou soro-fermento) a adicionar a um determinado volume de leite, para que o mesmo apresente um nível desejado de acidez titulável. Tome-se como exemplo a seguinte situação:

- Volume de leite: 5.000 litros
- Acidez do leite : 15°D
- Acidez do fermento : 80°D
- Acidez desejada no leite: 18°D

Essa fórmula pode ser aplicada:

$$L = \frac{V \times G}{AF}$$

Onde:

L = volume de fermento a adicionar (litros)

V = volume de leite no tanque (litros)

G = graus de Dornic a subir no leite

AF = acidez do fermento láctico

Assim:

$$L = \frac{5.000 \times 3}{80}$$

L = 187,7 litros de fermentos deverão ser adicionados, para que a acidez do leite suba de 15 para 18°D.

CORANTE URUCUM E β-CAROTENO

O uso de corante vegetal na fabricação de queijos tem mais de 200 anos, não tendo outra função específica, senão a de um adereço para torná-los mais atrativos ao consumidor. O corante universalmente usado para queijos é o *annatto* (conhecido no Brasil como *urucum*). O principal componente responsável pela cor é um



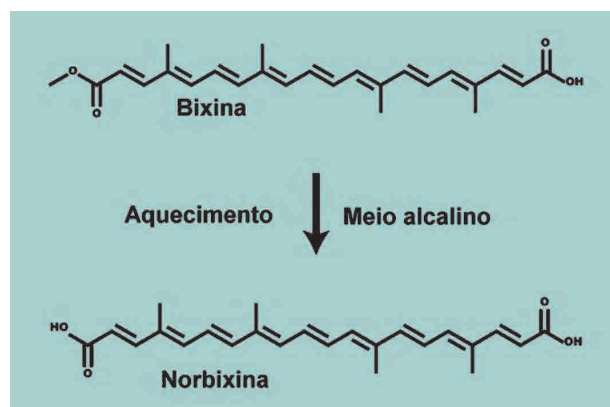
carotenóide, conhecido por *Norbixina*, que é solúvel em óleo. O *annatto* é extraído das sementes de uma planta tropical, a *Bixa Orellana* e é permitido mundialmente como um aditivo na fabricação de uma imensa variedade de queijos, notadamente os semiduros. A *Bixa Orellana* é muito comum em países da América do Sul, Índia, África oriental, Caribe e Filipinas. No Brasil, ela é conhecida como *Urucum* (derivado do tupi-guaraní *uruku*), sendo que em muitos outros países sul-americanos é denominada *Achiote*, uma palavra derivada do idioma azteca, já que esses povos primitivos, nativos da América Central e México, usavam o pigmento para pintar o corpo. No Brasil, o *annatto* sempre foi utilizado com a mesma finalidade por indígenas da Região Amazônica, além de ter ainda ampla aplicação culinária, sendo muito usado como tempero ou, simplesmente, para colorir pratos variados, sob o nome de *coloral*.

Nas sementes do urucum existe grande número de pigmentos, mas os dois mais utilizados comercialmente são a *Bixina* e a *Norbixina* (presente naturalmente nessa forma em quantidade muito pequena). A *Bixina* é solúvel em óleos e gorduras e álcool, mas é insolúvel em água. Para que possa ser utilizada em queijos, tem que ser transformada em *Norbixina*, através de tratamentos com substâncias alcalinas (como hidróxido de sódio ou de potássio), adquirindo, assim, solubilidade na água. Essa forma hidrosolúvel do corante, na qual a *norbixina* apresenta-se como um sal de sódio ou de potássio, pode conter de 1 a 4,0% do pigmento.

A *Bixina* e a *Norbixina* possuem formas isoméricas (cis e trans, respectivamente, em referência a um grupo metil em posição oposta em uma ligação dupla na molécula). Os enantiômeros possuem a mesma fórmula molecular, mas diferente fórmula estrutural, o que é suficiente para que tenham propriedades e funcionalidade diferentes.

O aquecimento a altas temperaturas pode converter a forma cis (mais alaranjada) na forma trans, que apresenta coloração avermelhada mais intensa.

A *norbixina* é instável frente à luz, mas é bastante resistente a altas temperaturas, somente sendo destruída acima de 100°C. A intensidade da cor pode também ser influenciada pelo pH do meio, apesar de não ser inativada em pH baixo. À medida que se abaixa o pH, a cor muda de uma tonalidade amarelo-alaranjada para tons mais rosados. Em presença de luz, como muitos carotenóides, a *norbixina* tende a desbotar-se. O pigmento pode ainda precipitar-se quando em presença de altos teores de cálcio ionizado ou quando o produto em que é utilizado é mantido sob congelamento.



Normalmente, a quantidade de *norbixina* permitida em queijos, como os semiduros varia de 10 a 15 mg/kg. Mas há queijos intensamente coloridos, como a Mimolette francesa (uma espécie de Edam, bem mais firme e seco, curado por até 2 anos), onde é permitida até 35 mg/kg ou o Red Leicester britânico, no qual se permite até 50 mg/kg.

A *norbixina* é usada no Cheddar, o queijo mais fabricado no mundo, após a Mussarela para pizza. É também amplamente usada nos chamados queijos continentais, fabricados, sobretudo, em países como a Dinamarca e a Holanda, cujos produtos, como o Edam, Danbo e Gouda espalharam-se pelo mundo.

A *norbixina* reage com a caseína para conferir aos queijos a coloração amarelo-alaranjada típica. Acredita-se que cerca de 11 a 26% do corante se perca no soro que, tipicamente, apresenta cor esverdeada, devida à presença de riboflavina, que corresponde à vitamina B2.

A perda de *norbixina* no soro tem representado um problema para sua secagem, já que se torna amarelado e essa cor concentra-se após a desidratação do mesmo. Países, como Estados Unidos e China, não permitem a presença de corantes em soro em pó destinado a formulações infantis. Estudos indicam que, possivelmente, o corante reaja com soro-proteínas e tal fenômeno só pode ser revertido com o uso de "bleachings" (peróxido benzóico, peróxido de hidrogênio etc.). Entretanto, esse processo é custoso e demorado e pouco utilizado pela indústria de secagem de soro.

Em vista desse problema, vem chamando a atenção o uso de carotenóides naturais do leite como corante na fabricação de queijos, em substituição da *norbixina*. Cerca de 90% dos carotenóides do leite correspondem ao **b**-caroteno, de cor amarelada, que é o precursor da Vitamina A. Os carotenóides são originários da alimentação dos animais e são lipossolúveis.

O leite de vacas da raça Jersey é mencionado como um dos mais ricos em gordura e em **b**-caroteno, apresentando um tom amarelado peculiar. Os leites de cabra, búfala e ovelha são intensamente brancos, devido a ausência de **b**-caroteno, que ainda no úbere desses animais é degradado para formar a Vitamina A, que é incolor.

Indústrias que propõem o uso de **b**-caroteno como substituto ao *annatto* (*norbixina*) alegam que apenas 1 a 3% do carotenóide é perdido no soro (contra 11 a 26% de perda de *norbixina*), quantidade que não alcançaria para mudar a cor do mesmo, quando concentrado e desidratado.

COAGULAÇÃO DO LEITE

A fabricação de queijos reúne um conjunto de eventos, todos eles fortemente influenciados por fenômenos químicos, bioquímicos, físico-químicos e físicos de natureza diversa. Dessa cadeia de eventos depende a composição final do queijo e suas características sensoriais. Obviamente, o rendimento da fabricação tem forte relação com esses parâmetros, notadamente com a coagulação e o corte da coalhada.

Adição de água ao leite

Em alguns tipos de queijos de massa semicozida, pode-se adicionar água ao leite, antes da adição dos demais ingredientes. Em geral, adiciona-se de 5 a 10% e é comum descontar-se essa porcentagem na quantidade de água usada para se fazer o aquecimento da massa durante a elaboração (cerca de 15%, geralmente). A adição de água tem os seguintes efeitos e finalidades:

- Produção de queijo mais macio;
- Produção de queijo de sabor mais suave;
- Diminuição ligeira do teor de cálcio total (solúvel e coloidal) da coalhada;
- Maior remoção da lactose e menor acidificação;
- Diminuição da velocidade de expulsão do soro durante a fabricação.

Em leites com alto teor de proteínas, como o leite de búfala, a adição de água é praticada frequentemente e tem a finalidade de diluição mais do que de delactosagem, já que facilita a formação de coalhada mais

macia e que pode ser cortada com mais facilidade até se obter o tamanho de grãos desejado.

Na fabricação de queijos em que se usa o ejetor de vapor para a pasteurização do leite (comum em pequenas fábricas do sul do estado de Minas Gerais, no Brasil), ocorre uma adição de água ao leite da ordem de 8 a 12%, pela condensação do vapor, o que confere àqueles queijos características bastante próprias.

A adição de água ao leite não deve ultrapassar cerca de 15%, sob pena de se obter uma coalhada demasiada branda (dispersão das micelas de caseína) e que, ao corte, provocará perdas excessivas no soro e queda no rendimento da fabricação.

Temperatura de coagulação



A coagulação do leite se fez durante muitos anos e para a grande maioria dos queijos, na faixa de 28 a 32°C. Naquela época, havia uma divisão mais nítida do que eram os fermentos mesofílicos e termofílicos e as espécies que os compunham. Além disso, as fábricas, de maneira geral, dispunham de equipamentos mecanizados e de pouca automação. Nas últimas décadas, novos processos foram introduzidos e com elevado grau de automação, especialmente em fábricas de grande porte que transformam

centenas de milhares de litros de leite em queijos diariamente. Assim, com processos contínuos, exigindo mais rapidez de fermentação, mudou-se a composição dos fermentos que passaram a apresentar uma pequena porcentagem de *Streptococcus thermophilus*, um microrganismo reconhecido por sua velocidade de fermentação.

Mas como o *Streptococcus thermophilus* cresce bem por volta de 41 a 43°C, foi necessário ajustar a temperatura de coagulação do leite para 36 a 38°C, facilitando o processo de fermentação e até mesmo diminuindo um pouco o tempo de coagulação.

Quase todos os fermentos para o queijo Prato e suas variedades apresentam de 10 a 20% de *Streptococcus thermophilus* atualmente, o resto sendo basicamente *Lactococcus lactis* e *Lactococcus cremoris*.

Temperaturas mais altas de coagulação são particularmente importantes na fabricação de Mussarela, processo no qual o fermento é constituído apenas de *Streptococcus thermophilus*. Sendo o queijo mais fabricado no mundo, a Mussarela (ou Pizza Cheese) é fabricada em processos automatizados, em linhas contínuas, que exigem grande rapidez na fermentação. Assim, o leite costuma ser coagulado a 38°C e a temperatura de cozimento da massa chega a 43°C, o que estimula muito a fermentação da lactose e produção de ácido láctico.

A coagulação tem sua velocidade máxima a 40-42°C, mas essa temperatura não é utilizada, pois a coagulação ocorreria demasiado rápida, aumentando o risco de um maior endurecimento, que dificultaria o corte da coalhada em grãos no tamanho necessário. Além disso, nessa faixa de temperatura, a parte mesofílica da cultura não se desenvolveria. Assim, utiliza-se, geralmente, temperatura na faixa de 32 (para queijos como o Parmesão) e 38 °C (Mussarela, Prato e outros), o que permite tanto uma boa ação enzimática do coalho, quanto o crescimento da cultura láctica composta de espécies mesofílicas e termofílicas.

Abaixo de 20°C, a formação do gel é extremamente lenta e a 10°C (ou menos) não há coagulação



(ocorre somente a ação primária da renina sobre a Kapa-caseína, mas não há formação do paracaseinato de cálcio). Acima de 50°C, a coagulação é extremamente lenta também (gradual destruição das enzimas) e a 65°C já não ocorre mais.

Obviamente, a temperatura do leite tem grande influência na rapidez de coagulação. Considerando-se o tempo de coagulação a 40-41°C (temperatura ideal para o coalho), a coagulação a 30 °C aumenta aquele tempo em cerca de 40%.

O efeito da temperatura se faria sentir muito mais na rapidez de endurecimento do coágulo do que no tempo de formação inicial dos ("temps de prise" no jargão dos queijeiros franceses) primeiros flocos de coalhada, comparando-se dois leites coagulados a 22 °C e 40 °C, respectivamente, o tempo de formação inicial de grumos é o mesmo aproximadamente, mas o endurecimento da coalhada é muito mais rápido no leite coagulado a 40 °C, mesmo que este tenha sido adicionado de 4 vezes menos coalho.

O pH do leite também influencia na atuação do coalho. Em geral, enzimas coagulantes atuam em ampla faixa de pH, de 4 a 6,70. Os chamados coalhos bovinos, que possuem de 10 a 90% de pepsina bovina, acompanhada de quimosina, são mais sensíveis a variações de pH, do qual a pepsina tem forte dependência (atuando muito melhor em pH mais baixo).

Uso de cloreto de cálcio

Cloreto de cálcio tem sido usado há décadas na fabricação de queijos com leite pasteurizado, com a finalidade de recompor aquela porção do cálcio insolubilizada durante o tratamento térmico. Por auxiliar na formação de uma boa coalhada, o uso de cloreto de cálcio acaba por ter um impacto positivo no rendimento da fabricação de queijos com leite pasteurizado.

É preciso que se entenda como o cálcio apresenta-se no leite, para melhor compreensão do papel do cloreto de cálcio na coagulação. No leite, existe cálcio sob várias formas e, principalmente, sob a forma ionizada (solúvel, cerca de 35%) e micelar (coloidal ou insolúvel, cerca de 65%). Desse total de cálcio coloidal, aproximadamente 20% estão associados à caseína sob a forma de caseinato de cálcio e os restantes 45% estão sob a forma de fosfato de cálcio. O cálcio dissolvido, ou solúvel, tem apenas 10% sob a forma ionizada, que participam na coagulação do leite, sendo que os restantes 25% estão igualmente solubilizados, mas sob a forma de citrato de cálcio e fosfato de cálcio complexados, portanto sem papel ativo

na coagulação do leite. O cálcio ionizado (Ca^{2+}) tem um papel importante na formação da rede de coalhada, por estabelecer pontes entre as micelas ao reduzir a repulsão eletrostáticas entre elas, promovendo sua agregação. O principal efeito do CaCl_2 ocorre, assim, no segundo estágio da coagulação (formação do coágulo propriamente dito), embora tenha também um ligeiro efeito no primeiro estágio (cisão pela quimosina da ligação 105-106, fenilalanina-metionina, da k-caseína), através do aumento da concentração de íons Ca^{2+} e de fosfato de cálcio coloidal. Por outro lado, o cálcio micelar (sob a forma de fosfocaseinato de cálcio, ou seja, cálcio inorgânico "sequestrado", mantido em estado coloidal intimamente ligado à caseína) é de grande importância na definição da firmeza do coágulo. Quando o leite é aquecido, parte do cálcio ionizado é insolubilizado ou mesmo precipitado (dependendo do calor), diminuindo levemente a aptidão do leite para a coagulação. Quando se adiciona cloreto de cálcio ao leite, reduz-se o tempo de coagulação e aumenta-se a firmeza da coalhada, pois ocorre um incremento do teor de cálcio ionizado, (Ca^{2+}), ao mesmo tempo que parte do cálcio adicionado reage com o fosfato (PO_4H^-) na caseína, formando fosfato tricálcico micelar (fosfoparacaseinato de cálcio) e abaixando ligeiramente o pH (liberação do H^+), o que ajuda na coagulação. Fica, assim, evidente, que a adição de cloreto de cálcio firma mais a coalhada e ajuda a manter um bom nível de rendimento. Por outro lado, aumenta um pouco o teor de cálcio ligado à proteína sob as formas descritas anteriormente, o que, em queijos específicos, como a Mussarela e o Cheddar, requerem uma fermentação adequada para sua solubilização. Considerando as vantagens do uso do cloreto de cálcio (menor perda de sólidos no corte da coalhada com consequente aumento do rendimento da fabricação), o seu uso é recomendado sempre que se trabalhe com leite pasteurizado.

A quantidade de cloreto de cálcio a ser adicionada varia bastante, mas o máximo recomendado é 20 g / 100 litros de leite, para leite pasteurizado a 72-73°C/15 s. Normalmente, o produto vem em solução a 50% (usar 40 ml/100 l) ou 40% (usar 50 ml/100 l). Na realidade, a quantidade que se usa tradicionalmente é bastante exagerada. Há indicações de que, quando se usa apenas 7 g/100 l (ou 14 ml de uma solução a 50% ou 17,5 ml de uma solução a 40%), a pequena parte (de 1 a 3%) de sais de cálcio insolubilizada é completamente reposta.

O uso de cloreto de cálcio tem um impacto positivo no rendimento da fabricação de queijos, já que proporciona a formação de uma coalhada mais firme e homogênea, com maior capacidade de retenção dos elemen-

tos do leite. As quantidades já mencionadas de adição do CaCl_2 correspondem a aproximadamente 1mmol/litro de leite e estudos indicam que podem proporcionar 30 g a mais de queijo, para cada 100 litros de leite trabalhados no tanque.

Quantidade de coalho



A quantidade de coalho a se usar é ditada pelo seu poder coagulante; não é recomendável manipular a quantidade de coalho para obter modificações no processo ou no produto final, a não ser em algumas excessões (alguns queijos de leite de cabra, Quark, Cottage-cheese etc), em que se usa sempre uma dose de coalho muito abaixo do recomendado (coagulação predominantemente lática), a dose utilizada é aquela determinada pela atividade coagulante; considera-se a força do coalho como a quantidade necessária para coagular o leite em 40 minutos a 35°C.

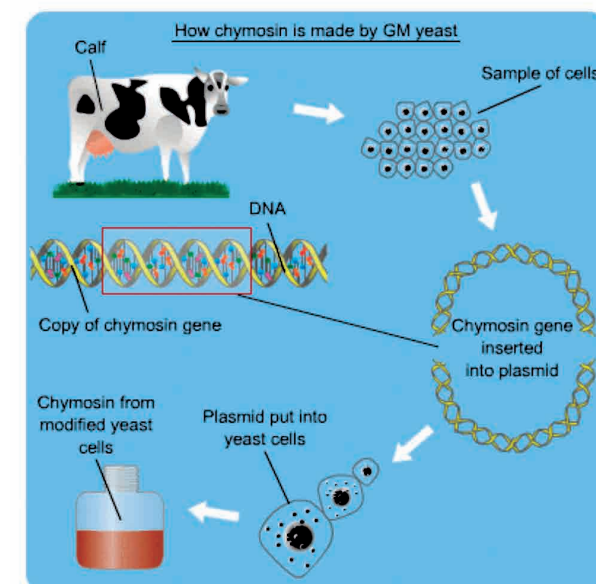
Obviamente, a dose de coalho sofre também influências de:

- acidez do leite (quanto mais ácido, usar menos coalho);
- pH do leite (quanto mais baixo, usar menos coalho;
- temperatura do leite (reduzir a dose até 41°C);
- teor de cálcio do leite (mais cálcio ionizado, menor tempo de coagulação;
- teor de caseína do leite (mais caseína, menor tempo de coagulação);
- leite concentrado (com a concentração, as micelas ficam mais próximas e aumenta a instabilidade da suspensão; assim, usar menor quantidade de coalho).



Antigamente, o coalho líquido apresentava-se quase sempre uma "força" de 1:10.000, que costumava diminuir no decorrer do tempo. Essa atividade é definida em unidades Soxhlet. Eram coalhos de origem animal, com diferentes porcentagens de quimosina e pepsina em sua composição. Na prática, era comum usar-se entre 10 e 20 ml/100 litros de leite. O coalho em pó é mais estável e mais concentrado; sua força coagulante é variável. Por exemplo, um coalho com "força" Soxhlet 1:40.000; geralmente, usa-se 2,5 g/100 litros de leite.

Atualmente, predomina na indústria queijeira coalhos compostos unicamente da enzima quimosina, que são obtidos por fermentação, a partir de microrganismos modificados geneticamente. Podem ser muito concentrados e o poder coagulante da versão em pó chega a 1 por 150.000, ou seja, usando-se menos de 1 g para coagular 100 litros de leite.



Obviamente, a quantidade de coalho pode ser diminuída, com base experimental, quando se matura o leite com fermento repicado (sempre provoca um abaixamento ligeiro do pH pela simples adição e pela posterior maturação) ou se aumenta ligeiramente a temperatura de coagulação (o que é viável para uma enorme variedade de queijos). O aumento da quantidade de coalho não é recomendado, pois além de encarecer o processo, incorre em maior risco de formação de sabor amargo.

O tamanho da micela de caseína está relacionado com seu teor de fosfato de cálcio coloidal e é influenciado por fatores genéticos, além de fatores físicos, como a manutenção do leite por longo tempo à baixa temperatura. O leite de búfala, que é muito rico em cálcio, fosfato e em caseína, apresenta micelas de maior tamanho que o leite de vaca e coagula mais rápido; entretanto, a coalhada tem dificuldade em reter a umidade e os queijos tendem a ser mais secos. As micelas menores são mais fortemente hidratadas.

Se o leite for mantido por longo tempo à baixa temperatura, pode ter seu tempo de coagulação aumentado devido ao aumento do grau de hidratação da caseína e uma tendência à dissolução da b-caseína.

O leite oriundo de animais com mamite apresenta resistência à coagulação, devido à alteração de sua composição química (diminuição do teor de caseína, aumento do teor de imunoglobulinas, elevação do pH etc).

O efeito residual do cloro pode também afetar a atividade do coalho, no momento da coagulação. O queijeiro deve ficar atento a esse detalhe e usar somente água sem cloro no momento da diluição do coalho (água destilada ou fervida e resfriada).

Efeito dos resíduos de cloro livre na atividade do coalho diluído a 4% em água contendo diferentes concentrações de cloro (32).		
Concentração de cloro (ppm)	Perda da atividade coagulante (%)	
	Após 5 min	Após 30 min
0	0	0
1	15	30
2	27	54
3	32	63
5	37	74
10	46	91
100	100	100

Definição de poder coagulante: unidades

Atualmente, o poder coagulante é determinado pelo método conhecido como REMCAT (*Relative Milk-Clotting Activity Test*, ISO-IDF International Dairy Federation, 110-B, 1997). A força do coalho é expressa como IMCU (*International Milk Clotting Units/ml* ou por g). A força de um coalho de quimosina pura, por exemplo, varia muito. Grande parte desses coagulantes é líquida e possui atividade coagulante em torno de 600 a 1.000 IMCU /ml, mas no mercado há disponibilidade de coalhos de quimosina pura com força entre 50 e 2.200 IMCU por ml ou g. Geralmente, os de maior poder coagulante apresentam-se em pó. Nos Estados Unidos, é muito comum o uso de coalhos líquidos, cuja atividade é referida como Força-Simples ou Single Strength (200 ml / 1.000 litros de leite), Força-Dupla ou *Double Strength* (100 ml / 1.000 litros de leite), Força-Tripla ou *Triple Strength* (70 ml/1.000 litros de leite).

O método REMCAT (*Relative Milk-Clotting Activity Test*) é de grande exatidão, mas dificilmente executado em fábricas de queijos, pois requer equipamentos custosos como os de cromatografia gasosa. Também é necessário que queijarias façam esse teste, pois os coagulantes já saem de fábrica com sua força explícita no rótulo, em IMCU/g ou ml.

Entretanto, podem surgir situações em que se torna necessário determinar rapidamente a força de um coalho, especialmente se este foi armazenado por longo tempo e começa a apresentar sinais de perda do poder coagulante. Nesses casos, recomenda-se utilizar um teste simples que, apesar de não ter a mesma exatidão do REMCAT, permite saber com segurança o poder real de qualquer coagulante. Trata-se do método de Soxhlet. O nome é uma homenagem a Franz von Soxhlet um farmacêutico e químico austríaco que, entre outros feitos na área de físico-química do leite, criou por volta de 1880, o primeiro método para avaliar a força de coagulantes.



Método rápido para calcular a força do coagulante:

As fórmulas aqui apresentadas sempre foram usadas para obter um valor aproximado (sem muita precisão científica, mas de bom valor prático) do poder coagulante de um coalho. A prova terá maior representatividade se for realizada com o mesmo leite a ser coagulado no tanque, pois o uso de leite reconstituído pode não representar a situação real. A temperatura do leite deve estar sempre a 35°C.

Esse método aplica-se em 2 etapas:

1-Cálculo do volume de coalho a ser usado em 100 litros de leite:

Por exemplo, em determinada planta existe um coalho com uma força nominal explicita no rótulo. Porém, eventualmente há perda progressiva da força no decorrer do período de uso ou armazenamento. Assim, usar essa fórmula abaixo para se determinar a quantidade real de coalho a ser usado na fabricação de queijos:

$$V = C \times T \times 2,5$$

Onde:

V= ml ou g do coagulante a ser usado para 100 litros de leite

L= volume (em ml) de leite (industrial, pasteurizado) a 35°C usado no teste em laboratório (adicionar a este leite a dose equivalente de cloreto de cálcio usado rotineiramente no tanque industrial. Por exemplo, se no processo diário são usados 40 ml de uma solução de CaCl₂ a 40%, usar no teste 0,4 ml).

C= quantidade de coalho em ml ou g usada no teste (usar como referência a dose recomendada pelo fabricante – por exemplo, 3 a 5 ml para 100 litros de leite, conforme mencionado no rótulo do produto)

T= tempo, em minutos, para formar uma coalhada firme, pronta para corte.

Exemplo:

No teste em laboratório da fábrica, com 1.000 ml de leite a 35°C, usando-se 0.04 ml de um coalho líquido, a coagulação ocorreu em 30 minutos.

$$V = 0.04 \times 30 \times 2.5$$

$$V = 3 \text{ ml (a usar por 100 litros de leite)}$$

2-Determinação da Força do coalho em função do resultado obtido: Aplicar esta fórmula:

$$F = 40.000 / C \times T$$

Onde:

C= quantidade de coalho usada (g ou ml)

T= tempo para coagular observado

F= Força Soxhlet, expressa em 1 (litro ou kg) por X litros de leite

No caso apresentado anteriormente:

$$F = 40.000 / 0.04 \times 30 = 33.333$$

Sendo a Força encontrada igual a 1:33.000, o resultado indica que 1 litro desse coagulante coagula 33.333 litros de leite a 35°C em 30 minutos.

Conversão da força Soxhlet em IMCU:

De acordo com Kozelková *et al*, 2012 esses são os valores aproximados para a conversão eventual de IMCU em unidades Soxhlet:

1 IMCU Quimosina B equivale a 1:85 unidades Soxhlet

Também pode-se deduzir que

1 mg Quimosina B equivale a 223 IMCU ou 1:18.750 unidades Soxhlet

Em um exemplo prático, pode-se fazer a equivalência de um coalho de quimosina pura, força 2.080 IMCU/g em Soxhlet, assim:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mg quimosina} & \dots\dots\dots & 223 \text{ IMCU/g} \\ X & \dots\dots\dots & 2.080 \text{ IMCU/g} \end{array}$$

$$X = 9,33 \text{ mg de quimosina}$$

Se 1 mg de quimosina equivale a cerca de 18.750 Soxhlet:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mg quimosina} & \dots\dots\dots & 18.750 \text{ Soxhlet} \\ 9,3 \text{ mg} & \dots\dots\dots & X \end{array}$$

X = 174.375 ou 1:174.375, indicando que 1 kg deste coalho pode coagular até cerca de 174 mil litros de leite

A dose por 100 litros de leite é calculada assim:

1.000 g coagulam..... 174.375 litros de leite
X..... 100 litros

$X = 0,57$ g de coalho força 2.080 IMCU/g por 100 litros de leite.

Essa dose pode variar um pouco, pois na prática chega a se usar até 1 g do mesmo coalho por 100 litros de leite.

Fatores afetando a dose de coalho

A dosagem então sofre influencia de fatores como:

- Acidez e pH do leite
- Temperatura de coagulação
- Teor de cálcio do leite
- Teor de proteínas do leite, especialmente caseína
- Concentração eventual do leite (alto teor de sólidos)
- Temperatura de pasteurização
- Tempo de estocagem a frio em silos

Na prática observa-se que um coalho de quimosina pura apresenta estas indicações de uso:

Força coagulante IMCU/g ou ml	Quantidade por 100 litros de leite
600	3 a 5 ml
1.000	1,8 a 3 ml
2.080	0.8 a 1,4 g

PROCESSO NO TANQUE

Na definição das características finais de um queijo, vários fatores desempenham um papel crítico, sendo que o fermento láctico usado é um dos parâmetros de maior importância. Porém deve-se considerar com muita atenção o processo de fabricação em si, com todas suas etapas que vão desde o corte da coalhada até a prensagem dos queijos. Nessa fase, há

uma enorme possibilidade de variar a abordagem (tempos, temperaturas, velocidades de agitação, fermentação e pH, dessoragem, adição de água etc) e, com isso, o queijeiro pode influenciar diretamente nas características do queijo sendo produzido.

O corte da coalhada

O corte da coalhada tem a função primordial de aumentar a superfície de exudação do soro. É realizado tão logo a coalhada apresente-se firme o bastante para tal; o momento ideal do corte requer experiência e prática para ser determinado; não se pode confiar somente no tempo para sua avaliação. Se o corte é efetuado precocemente, aumentam as perdas de caseína e gordura no soro ("finos") e diminui o rendimento da fabricação. Se é efetuado tardiamente, o queijo pode apresentar um grau de desmineralização acima do desejado devido à acidificação progressiva. Na prática, isso raramente acontece quando se trabalha com fermentos concentrados diretos. O maior problema de um corte tardio é, certamente, a dificuldade em obter os grãos no tamanho desejado, já que a coalhada mais dura dificulta muito o corte em grãos bem pequenos.

Considere-se também que para alguns tipos de queijos como o Grana Padano, Parmigiano-Reggiano, Pecorino etc (queijos duros em geral), a coalhada deve ser cortada muito mole, para facilitar seu rompimento rápido e a obtenção de grãos extremamente pequenos, que secam facilmente durante o cozimento da massa.

Normalmente, os queijeiros testam a coalhada pela introdução das mãos ou de uma espátula e observam a flexibilidade e resistência da coalhada, assim como a quantidade e aspecto do soro liberado.



O corte aumenta expressivamente a superfície de exposição da coalhada; calcula-se que um volume de 1m^3 de coalhada, se cortado em cubos de 10 cm de aresta, corresponde a uma área total de 600.000 cm^2 ; se cortado em cubos de 1 cm de aresta, a área superficial aumenta para $6.000.000\text{ cm}^2$. Nesse caso, a expulsão do soro é muito facilitada; explica-se assim porque

em queijos macios corta-se a coalhada em grãos maiores (de 1 a 4 cm³), enquanto que em queijos semiduros e duros corta-se em grãos menores (do tamanho de grãos de milho e arroz quebrado, respectivamente).

Para o corte são usadas liras, cuja distância entre os fios é variada; para queijos moles, a distância é de aproximadamente 2,0 cm, e para queijos duros e semiduros, 0,5-0,8 cm. Obviamente, o tamanho dos grãos pode ser regulado também cortando-se mais de uma vez com qualquer uma dessas liras. A boa técnica recomenda que se corte, inicialmente, com a lira horizontal somente no sentido longitudinal, obtendo-se camadas de coalhada superpostas. Em seguida, corta-se com a lira vertical no sentido longitudinal, obtendo-se longos fios de coalhada (como se fosse espaguete) e, em seguida, no sentido transversal (obtendo-se cubos), quantas vezes se fizer necessário para reduzir os grãos de coalhada ao tamanho desejado.

No caso dos queijos semiduros é muito importante que não se corte a coalhada precocemente, pois se assim ocorrer, ocorrerão perdas excessivas de caseína e gordura no soro (soro leitoso) e o queijo não só terá sua composição alterada, bem como o rendimento da fabricação será diminuído. Em condições normais, o tempo de coagulação variará entre 25 e 35 minutos, mas não é incomum que se aguarde até 40 minutos para se processar o corte.

Fatores que influenciam a formação e sinérese da coalhada

Fatores que influenciam a formação e sinérese da coalhada		
Tratamento do Leite	Efeito na Formação da Coalhada	Efeito na Sinérese
• Diminuir pH (6,6 para 6,0)	M*	M
• Aumentar temperatura (25 para 35 °C)	M	M
• Aumentar dose de coágulo	M	M
• Adicionar cloreto de cálcio	M	M
• Aumentar teor de gordura	P*	P
• Aumentar teor de proteína	M	P
• Homogeneização da gordura	P	P
• Estocagem à frio	P	P
• Crescimento de psicrotróficos	P	P
• Aumentar temperatura pasteurização	P	P

M* = melhora P* = piora

São muitos os fatores que podem modificar o comportamento da colhada, desde sua formação até a expulsão do soro (sinérese). Estes fatores podem ter efeitos colaterais sobre outras propriedades do queijo, tais como textura, formação de sabor, etc.

Primeira mexedura

Na fabricação de queijos semicizados de massa lavada, costuma-se denominar primeira mexedura ao período de agitação iniciado alguns minutos após o corte, com duração até o início da dessoragem parcial da coalhada. Geralmente, é feito mais lentamente, já que os grãos de coalhada não estão ainda suficientemente firmes para suportar uma agitação mais rápida. Além disso, é quase sempre realizado à temperatura de coagulação do leite, pelo que pode favorecer a acidificação e a desmineralização da coalhada, dependendo dos cultivos usados. Essa fase caracteriza-se também pelo início da contração da coalhada e expulsão inicial de soro; do total de soro removido da coalhada na fabricação, cerca de 11-14% são eliminados durante a primeira mexedura. O período normal de agitação é de cerca de 15 minutos. Quando se inicia a fabricação com leite com 15 °D, a acidez titulável do soro após o corte da coalhada e ao início da primeira mexedura situa-se por volta de 10 °D (efeito da ausência da caseína, antes titulada no leite como ácido, devido a seu caráter anfotérico).

Quando se corta a coalhada, cerca de 90% das bactérias lácticas são retidas na coalhada. Mantendo-se a temperatura por volta daquela de coagulação (32-38°C), o grão de coalhada é um excelente meio de crescimento devido ao seu teor de lactose. Quando são utilizados microrganismos termofílicos nos cultivos, puros ou em misturas com espécies mesofílicas, a temperatura de coagulação é, geralmente, por volta de 36 a 38°C, o que se tornou muito comum atualmente. Assim, quanto mais prolongada é a primeira mexedura, maior é a produção de ácido nessa fase; com a produção de ácido láctico, o cálcio coloidal é solubilizado na fase aquosa do grão e é expulso junto com o soro durante a fabricação. Por outro lado, quando se deseja produzir queijo com maior teor de cálcio, é aconselhável reduzir o tempo de primeira mexedura e iniciar o semicozimento mais cedo, além de mudanças na temperatura de semicozimento (sempre em função do tipo de fermento utilizado).

Quando se deseja produzir um queijo mais ácido, pode-se estender, portanto, a primeira mexedura; o efeito será mais intenso se for reduzida

a lavagem da massa com água e se fizer o semicozimento à temperaturas mais apropriadas para crescimento de *Streptococcus thermophilus* (por volta de 42 a 43°C), uma espécie sempre presente nos fermentos usados atualmente para o queijo Prato e similares de massa semidura. Entretanto, essas modificações devem ser feitas com cautela, pois o excesso de ácido láctico na massa pode provocar a formação de uma consistência pastosa no queijo, além de um sabor ácido indesejável, ou então, sabor amargo pelo excesso de retenção de coalho.

Os fenômenos que ocorrem durante a mexedura, na coalhada e no soro, podem ser resumidos da seguinte maneira



1- No corte do coágulo, a grande maioria das bactérias fica retida nos cubos de coalhada.

2- Em consequência, a formação de ácido láctico dentro do grão é mais rápida do que no soro.

3- Assim, a concentração de lactose na coalhada diminui também mais rapidamente do que no soro.

4- Apesar do teor de ácido láctico do grão ser mais alto do que o do soro, o seu pH nem sempre corresponde ao que se espera, devido à maior capacidade tamponante.

5- Há uma troca constante entre elementos do soro e do grão, buscando manter o equilíbrio osmótico. Esse equilíbrio é alterado quando se adiciona água ao soro (delactosagem), já que aumenta o fluxo de entrada da mesma no grão.

6- Quanto mais lactose é fermentada dentro do grão, mais cálcio e fosfato são solubilizados e podem sair junto com o ácido láctico (na forma de lactato de cálcio, por exemplo), reduzindo o teor de minerais da coalhada.

7- Se as condições favoráveis à fermentação são mantidas por um longo período, mais ácido láctico será formado e cada vez mais desmineralizada será a coalhada. Se houver um excesso de acidificação na elaboração, a estrutura do queijo será prejudicada (textura "curta", massa quebradiça ou pastosa, trincas) e o risco de formação de sabor amargo aumenta.

8- Há meios de controlar o intercâmbio de lactose soro-grão, a rapidez da acidificação e a saída de cálcio do soro sob forma de lactato:

a) nos queijos de massa semicozida pode-se diminuir o período de primeira mexedura, promover a lavagem dos grãos (delactosagem) e iniciar o aquecimento (até 41-43°C) mais precocemente;

b) nos queijos de massa dura (tipo Suíço, Parmesão etc), em que não se adiciona água à massa (de uma maneira geral), corta-se a coalhada em grãos bem menores, diminui-se agitação inicial e aquece-se muito mais rapidamente à temperaturas de 50-55°C. Acima de 47-48°C, a produção de ácido láctico é drasticamente reduzida. Expulsa-se assim, o soro mais rapidamente e mantém-se um baixo nível de ácido láctico dentro do grão e o queijo, finalmente, tem um teor mais alto de minerais. Isso explica porque no Grana Padano italiano o aquecimento até 55 ou 56°C se faz em poucos minutos, sem intervalos.

9- A maior parte do ácido láctico é produzido dentro do grão, embora não ocorra um deslocamento abrupto ou tão notável do pH, devido ao tamponamento exercido pela caseína. O pH final do queijo terá grande relação com o teor de lactose do grão no "ponto" da massa; em queijos duros, o grão sendo mais seco, o teor de lactose é naturalmente mais baixo. Em queijos semicozidos, o teor de lactose dependerá, em grande parte, do processamento, sobretudo tamanho dos grãos, intensidade da lavagem e semicozimento da massa. Em queijos moles (como o Camembert, por exemplo), o teor de lactose é, geralmente, alto nessa fase e o pH do queijo é, quase sempre, bem mais baixo.

10- O teor final de cálcio do queijo dependerá da quantidade de ácido láctico produzida enquanto há uma possibilidade de exudação do soro do grão. Ao final da prensagem, não há mais eliminação de soro e o teor de cálcio total (sob todas as formas) não mudará mais. Entretanto, dependendo do teor de lactose residual ainda presente (e, portanto, do teor de ácido láctico formado), uma parte do cálcio ainda poderá ser convertida de coloidal para solúvel, o que tem influência na plasticidade do queijo.

Dessoragem parcial da coalhada



A dessoragem parcial realizada no meio do processo é costumeira na fabricação de queijos semiduros de massa lavada como Prato, Edam, Gouda, Danbo e outros. Geralmente, não é realizada na fabricação de queijos moles, a não ser nos casos de queijos estabilizados. As principais finalidades da dessoragem parcial são :

- propiciar espaço no tanque para adição da água quente;
- facilitar o processo de delactosagem dos grãos;
- diminuir o volume de massa e líquido a ser aquecido;
- facilitar o processo de agitação na segunda mexedura.

Geralmente, remove-se cerca de 30-35% do soro (com base no volume inicial de leite), após deixar a massa decantar por alguns minutos (se uma delactosagem mais intensa é necessária, pode-se remover até 40% de soro). Quando a dessoragem não é seguida de adição de água (aquecimento indireto por vapor) observa-se um aumento maior da acidez do soro no tanque. Isso deve-se ao fato de que ocorreu uma concentração da massa num volume mais reduzido de soro e o ácido láctico, sendo expulso dos grãos se faz perceber mais facilmente.

Evolução da acidez e efeitos

A maneira como a acidez evolui durante a elaboração do queijo é um fator extremamente importante na sua característica final e na sua qualidade. As diferenças que existem entre um tipo de queijo e outro são determinadas em boa parte pela estrutura básica do queijo. Essa estrutura é regida, sobretudo, por uma relação existente entre o pH do queijo e seu teor final de cálcio. Observa-se, que o pH final de classes representativas de queijos, 24 horas após sua elaboração, situa-se num intervalo de 4,7 a 5,4, enquanto o teor de cálcio varia de 500 a 800 micromoles por quilo de extrato seco desengordurado (ESD). Assim, um queijo duro do tipo Suíço ou um semiduro, como o Gouda, apresenta pH mais elevado (5,2-5,4) e maior teor de cálcio, o que lhe confere corpo mais "longo" (menos quebradiço, mais flexível), enquanto que queijos ácidos, como o Cheddar e o Cheshire (de certa forma comparável ao queijo Minas curado) apresentam-se numa faixa de pH mais baixo (4,8 a 5,1) e menor teor de cálcio. Assim, esses queijos são mais quebradiços, o que caracteriza a chamada textura "curta".

Daí, a importância de se conhecer bem e controlar os parâmetros que afetam o pH e o teor final de cálcio do queijo. Afinal, o pH terá um efeito acentuado nas reações enzimáticas dos fenômenos lipolíticos e proteolíticos que, na maturação, conferem ao queijo seu sabor final. Observa-se que a remoção de soro e adição de água à massa tem efeitos nos teores residuais de lactose e minerais da coalhada, que, por sua vez, comandam o pH final do queijo. O que se vê, mais uma vez, é que a produção de ácido no tanque faz abaixar o pH, tornando o grão mais "poroso" e aumentando a expulsão espontânea de soro dos grãos e diminuindo o seu teor residual de lactose (também ajustável através da delactosagem).

O pH do queijo é resultante, principalmente, do equilíbrio entre dois fatores: o teor de ácido láctico e a presença de componentes tamponantes. O ácido láctico é produzido através do metabolismo da lactose, principalmente, pelos microrganismos do fermento. A quantidade de ácido que vai ser produzida depende ainda de outros fatores:

- a) uso de cultura mesofílica ou termofílica ou mesclas de ambas;
- b) atividade da cultura, em especial se for propagada;
- c) intensidade e maneira de aplicação do semicozimento;
- d) corte da coalhada (tamanho dos grãos);
- e) intensidade da delactosagem da massa.

Na coagulação, forma-se uma rede contendo variadas proporções dos elementos do leite. A matriz dessa rede é um complexo, denominado *fosfoparacaseinato de cálcio*, que possui originalmente um considerável teor de fosfato de cálcio coloidal. Esse componente contribui, predominantemente, para o poder tampão da massa. Para remover fosfato de cálcio da massa, é necessário produzir ácido láctico, que o solubiliza pelo processo conhecido como desmineralização. Portanto, é primordial compreender-se que o pH final de um queijo depende da relação existente entre as substâncias tamponantes e o teor residual de lactose no grão no momento em que se enforma o queijo. Se há necessidade de abaixar o pH de um queijo é preciso propiciar condições de boa produção de ácido durante a elaboração através de controle do semicozimento e da delactosagem (usar temperaturas adequadas em consonância com o tipo de fermento e controlar a intensidade da lavagem, se for necessário fazê-la). Quando se busca um pH mais elevado, como no caso de um Gouda, é preciso fazer com que o carboidrato seja removido na sua forma original, lactose, e não "transformado" (em ácido láctico, que carregaria cálcio junto com ele, diminuindo o poder tampão da massa), o que é obtido pelos mesmos mecanismos de controle de temperatura de semicozimento e intensidade da lavagem dos grãos.

Assim, num queijo de massa semicozida, como o Prato e suas variedades e assemelhadas, existe uma relação, entre o teor de umidade e pH,



difícil de ser alterada, como se pode ver:

- é muito difícil elaborar um queijo semicozido com pH alto e alto teor de umidade (devido ao excesso de lactose), a menos que seja convertido em um queijo estabilizado (o que o descaracterizaria);
- ao mesmo tempo, não é fácil obter-se queijo de pH baixo se o seu teor de umidade é também mais baixo;
- quando o teor de umidade do queijo semicozido é mais alto, facilmente pode-se abaixar seu pH, simplesmente por eliminar a delactosagem;
- igualmente, é fácil obter-se um pH mais elevado quando o teor de umidade é mais baixo.

Para o controle dessas variáveis (pH e teor de umidade) são utilizados, principalmente, os parâmetros intensidade da lavagem da massa, tipo de aquecimento (direto ou indireto), hora do semicozimento e temperatura final atingida, bem como o grau de dessoragem parcial da massa.

No momento do corte, a grande maioria das bactérias lácticas ficam retidas nos cubos de coalhada. Se as demais condições são favoráveis, quanto maior o número de microrganismos presentes, mais rápido é o processo de acidificação. Isso implica em que, aumentando-se a porcentagem de fermento láctico inoculado no leite, há um correspondente aumento na taxa de acidificação. Observa-se igualmente que, mantidas iguais as demais condições, quanto menor o pH do queijo, mais baixo poderá ser o seu teor de umidade logo antes da salga (há exceções, como o Camembert). De fato, a acidificação da coalhada leva a uma neutralização progressiva de sua carga, o que diminui sua capacidade natural de retenção d'água, além de que a perda de cálcio torna o grão mais "poroso", facilitando a saída espontânea de soro.

Entretanto, cuidados devem ser observados quando se trata de aumentar a dose de fermento, sobretudo no caso de queijos semicozidos, de massa lavada. Um número demasiado grande de microrganismos no queijo pode levar não somente a uma rápida acidificação, bem como à formação excessiva de componentes de sabor amargo. Normalmente, as quantidades de fermento láctico a adicionar variam de 0,5 a 1,5% e suas doses correspondentes, quando se usam fermentos concentrados, liofilizados ou congelados, de inoculação direta no leite. Quando a dose de fermento é

aumentada, pode ser necessário aumentar o volume de água de lavagem da massa para remover o ácido láctico produzido mais rapidamente no início da fabricação e diminuir o teor residual de lactose da coalhada.

Delactosagem

Na elaboração de queijos, o controle da umidade é fundamental para as características sensoriais e reológicas do produto final. Afinal, alguns fatores, como a proteólise, são fortemente influenciados pela presença de água. A proteólise representa a decomposição da matriz caseínica por hidrólise das ligações peptídicas e tem ainda estreita relação com a A_w (atividade de água) do queijo (teor de sal em relação a água disponível). Porém o teor de água pode ser mantido alto e, mesmo assim, um queijo pode apresentar baixos níveis de lactose e, por consequência, tornar-se um queijo suave, quase sem acidez. Esse é um fenômeno que ocorre nos queijos chamados estabilizados. Tudo isso depende do processo de delactosagem, que implica no uso de quantidades variáveis de água, assim como é influenciado pelos volumes de soro que são retirados do tanque, alguns minutos após o corte da coalhada.

Grande parte dos queijos semiduros, de estilo holandês ou dinamarquês, tem a massa lavada com água quente, no processo conhecido por delactosagem. Tradicionalmente, o queijo Prato sempre teve lavagem de massa, apesar de que processos automatizados mais recentes já não contemplem essa tecnologia.

Adicionando-se água quente à massa para fazer o semicozimento, provoca uma maior remoção de lactose do grão. Durante a fabricação há uma constante troca de elementos entre o grão de coalhada e o soro; ocorre uma diluição pela adição de água e devido à mudança no equilíbrio osmótico, enquanto mais soro migra do grão para o meio circundante, mais água penetra o grão em sentido inverso. Boa parte da lactose é removida do grão, antes mesmo de ser fermentada. Assim, a adição de água tem o efeito de "lavar" a massa, diminuindo também o seu teor de ácido láctico.



Como a água reduz a acidificação, o queijo tende a apresentar um teor de umidade ligeiramente mais alto.

A quantidade de água a adicionar é variável, pois depende do tipo de queijo a ser elaborado e da temperatura de semicozimento da massa, bem como da temperatura da própria água. Esses fatores serão ditados pelos objetivos que se deseja atingir. Em geral, a adição de água quente é feita após a remoção do soro (dessoragem parcial de cerca de 1/3 do soro) e à base de 15-20% sobre o volume inicial do leite. Não é aconselhável a adição de mais de 20% de água ao soro, já que uma massa demasiadamente lavada não só pode apresentar sabor muito fraco, como também o queijo tende a maturar mais depressa. Alguns queijos, como o Saint-Paulin, Colby e Cottage são lavados com quantidades elevadas de água por exigência de suas próprias características.

A delactosagem promove os seguintes efeitos:

- a- remoção parcial da lactose do grão de coalhada;
- b- redução do teor de ácido láctico do queijo (pH se mantém um pouco mais elevado);
- c- manutenção de um maior teor de cálcio na massa, maior mineralização;
- d- elaboração de um queijo de sabor mais suave;
- e- obtenção de queijos mais macios e com maior teor de umidade;
- f- massa mais "longa", com mais elasticidade;
- g- pode favorecer a fermentação propiônica, por elevação do pH;
- h- aceleração do processo de cura, com proteólise mais intensa.

A remoção parcial da lactose dos grãos é função de 2 fenômenos atuando simultaneamente: a contração dos grãos e o efeito osmótico.

A contração dos grãos provoca a sinérese, que é a expulsão de soro do seu interior. Isso ocorre provocado por causas diferentes. O calor gerado pelo aquecimento da massa afeta a estrutura da matriz caseínica e leva à contração gradual da mesma. A agitação a que se submete o grão, mais lenta no princípio e, bem mais rápida, ao final do processo em tanque, também colabora na sinérese. Um outro fator é a acidificação dentro do grão. A adição de fermento láctico ao leite lhe confere uma carga microbiana selecionada e que pode chegar a 5 ou 6 milhões de microrganismos por ml. No momento do corte da coalhada, cerca de 90% dessa flora fica retida no grão, o que permite dizer que a acidez em seu interior é sempre

mais elevada do que aquela no soro que o circunda. A matriz caseínica é formada pelo fosfoparacaseinato de cálcio e outros elementos aprisionados em seu interior, como a gordura, sais minerais, lactose, soroproteínas, ácido láctico etc. A lactose é metabolizada e transformada, principalmente, em ácido láctico, que por sua vez, reage com o fosfoparacaseinato de cálcio (ocorre aqui o efeito tamponante da caseína, impedindo uma queda brusca do pH no interior do grão), removendo o cálcio na forma de um sal, o lactato de cálcio que, sendo solúvel, dilui-se no soro em volta do grão. A desmineralização progressiva da matriz caseínica torna o grão mais poroso e isso conduz a uma saída mais rápida do soro de seu interior.

Em que pese remover soro do grão, nem aquecimento e nem agitação lavam o grão, porque grande parte da lactose sai sob a forma de ácido láctico ou lactato de cálcio, tendo já provocado alterações no interior do grão, como sua acidificação.

O fenômeno osmótico é o responsável pela delactosagem mais intensa, preservando a lactose removida como tal, como um carboidrato e não sob a forma de um ácido ou sal. Pelas leis da osmose, o equilíbrio entre 2 meios de pressões osmóticas diferentes e que se comunicam através da permeabilidade de uma membrana (no caso, a película que recobre o grão) é atingido pela troca de líquidos e solutos entre os dois, sendo que o fluxo é maior do meio mais diluído para o meio mais concentrado. Em um tanque de queijo, o soro no interior do grão tende a ser mais concentrado do que aquele no exterior e, assim, ocorre um fluxo de troca constante entre ambos os meios buscando um equilíbrio. Quando se adiciona água ao soro, este fica mais diluído, aumentando ainda mais a diferença de pressão em relação ao interior do grão. Com isso, a água (ou soro diluído) entra no grão mais rapidamente, mas é expulsa no fenômeno da sinérese, provocado por aquecimento e agitação, levando consigo mais lactose intacta, evitando acidificação.

Em consequência, o interior do grão terá menor teor de lactose, muito menos ácido láctico, pH mais alto e a massa ficará mais mineralizada, mais calcificada. O queijo resultante terá melhor plasticidade, será bem mais suave e vai curar mais depressa, por ter um pH um pouco mais alto.

A técnica de delactosagem é mais usada em queijos semiduros, ao estilo dos queijos dinamarqueses (Dabo, Elbo, Tybo, Samsoe etc) e dos queijos holandeses, como o Gouda, Edam e Maasdam. Também é usada de forma bem mais agressiva nos chamados queijos "estabilizados", como o Saint-Paulin francês, e em variedades dos queijos franceses Brie e Camembert.

É importante que a delactosagem seja feita de forma regular todos os dias, sem variações importantes no volume de água e em sua temperatura, assim como no volume de soro retirado do tanque, justamente para evitar variações na composição e sabor do queijo.

Nem sempre é possível fixar a quantidade de água a adicionar, pois esta é dependente das características de cada fabricação (evolução da acidez, acidez inicial do leite etc) e, assim, é mais recomendável utilizar-se uma fórmula para calcular a temperatura da água em função de seu volume, do volume de massa e soro a aquecer e da temperatura final desejada.

Temperatura da água usada na delactosagem

Para se calcular a temperatura da água de lavagem, a seguinte fórmula é recomendada:

$$TA = TD + \frac{(TD - TC) \times VS}{VA}$$

Onde :

TA = temperatura desejada na água

TD = temperatura desejada de cozimento da massa

TC = temperatura existente na massa+soro (com frequencia, é a temperatura de coagulação do leite

VS = volume de soro +massa no tanque (igual ao volume original de leite menos o volume de soro eliminado na dessoragem parcial)

VA = volume de água que será usado na delactosagem

Exemplo:

Na fabricação de um queijo semiduro, como o Prato, 10.000 litros de leite foram coagulados a 37°C e deseja-se fazer o semicozimento da massa a 42°C. Na dessoragem parcial foram eliminados 33% do soro (o equivalente, portanto, a 3.300 litros) e a intenção é promover uma lavagem moderada da massa, usando-se apenas 15% de água (equivalente a 1.500 litros). Calcular a temperatura necessária nessa água para subir a temperatura da massa+soro para 42°C

$$TA = 42 + \frac{(42-37) \times 3.300}{1.500}$$

$$TA = 42 + (16.500/1.500)$$

$$\text{Temperatura da água a se usar (TA)} = 53^{\circ}\text{C}$$

É preciso enfatizar que o uso da água de lavagem deve ser exercido com flexibilidade pelo queijeiro devido às peculiaridades de cada fabricação. Assim, pode-se jogar com o volume de água, sua temperatura, tudo isso em função do volume de soro retirado do tanque. Por exemplo, quando se deseja uma delactosagem mais rápida, pode-se adicionar a água à temperatura da massa no tanque, toda de uma só vez, e complementar o aquecimento com uso de vapor indireto. No exemplo aqui mencionado, a água seria adicionada a 42°C e isso permite, inclusive, aumentar a sua quantidade, desde que se retire mais soro previamente. Antigamente, não era incomum que alguns queijeiros, por exemplo, retirassem o soro, aquecendo-o com vapor e utilizando-o para fazer o aquecimento, ao invés de usar água quente, o que levava à produção de um queijo mais ácido. Esse processo era mais comum na Itália, na fabricação de alguns queijos duros e, obviamente, não era exatamente um processo de delactosagem.

Intensidade da delactosagem

Muitas vezes pode ocorrer a necessidade de fabricar um queijo Prato ou Gouda com um teor mais elevado de umidade (por exemplo, aumentar a umidade de 44 para 46%). Isso poderia implicar num aumento do teor residual de lactose do queijo, com consequente alteração de pH e do grau de mineralização da massa.

Embora muitos queijeiros não levem em consideração esse fator, a massa deve ser mais "delactosada", isto é, submetida a lavagem com uma porcentagem maior de água para manter o mesmo nível de acidificação no grão. Por exemplo, um queijo Gouda holandês apresenta um teor médio de 4,85% de lactose no extrato seco desengordurado (ESD), 24 horas após a elaboração. Por o leite apresentar 4,60% de lactose, um pequeno aumento no teor de umidade do queijo de 43 para 44%, exigiria que a quantidade

de água adicionada ao soro e massa aumentasse de 10 para 16%, aproximadamente, de maneira a manter o mesmo teor residual de lactose no queijo. O aumento de 1,0% no teor de umidade do queijo, sem um correspondente aumento na porcentagem de água de delactosagem, representa em média um abaixamento de 0,1 no pH (por exemplo: de 5,2 para 5,1). Se houver um aumento de 0,2% no teor de lactose do leite, a quantidade de água usada na delactosagem deve ser aumentada em cerca de 5,0% para manter a mesma eficiência do processo de lavagem dos grãos.

Assim, na busca para manter padrões de qualidade no queijo, sempre deve-se atentar para a relação existente entre a variação do teor de lactose do leite e a porcentagem de água a ser usada no processo de delactosagem para manter fixo, por exemplo, o teor de lactose no ESD de um queijo Gouda com 46% de umidade. É importante salientar que a porcentagem de água a utilizar-se baseia-se na quantidade de soro e massa presentes no tanque logo após a dessoragem parcial realizada ao final do corte e primeira mexedura.

A lavagem da massa tem ainda um efeito secundário, que raramente é considerado por queijeiros: reduz ligeiramente o rendimento da fabricação. Por exemplo, aumentando-se a quantidade de água de 10 para 20% implica numa queda de aproximadamente 0,07% no rendimento (kg queijo/100 kg de leite), conforme observado em queijo Gouda com 41% de umidade. A diminuição do rendimento pode ser explicada pela remoção de compostos solúveis do grão de coalhada, tais como lactose, sais minerais, soroproteínas etc.

Ao estudar esses fenômenos, conclui-se que o processo de delactosagem é fundamental para a obtenção das características finais de queijos semiduros. A composição do leite (teor de lactose) tem alguma influência, apesar do teor de lactose do leite não sofrer grandes variações ao curso do período de lactação (aumenta no primeiro mês e, daí para frente, tende a se estabilizar em torno de 4,8%, diminuindo ligeiramente até o final da lactação). A quantidade de soro removida na dessoragem parcial e a quantidade de água adicionada são fundamentais no controle da acidez no ponto, teor de minerais da coalhada, teor residual de lactose, poder tampão da massa e, finalmente, no pH do queijo.

Finalmente, resta lembrar os mecanismos pelos quais se pode ajustar o pH do queijo de acordo com seu teor de umidade, apesar da dificuldade que certas combinações desses dois parâmetros podem apresentar:

- 1- Tamanho dos grãos no corte;
- 2- Velocidade de agitação;
- 3- Dessoragem parcial (se é feita e em que intensidade);
- 4- Volume de água;
- 5- Presença de sal na água;
- 6- Temperatura da água de lavagem;
- 7- Temperatura de semi-cozimento;
- 8- Aquecimento direto ou indireto;
- 9- Aquecimento com soro quente.

Adição de sal à água de lavagem

A delactosagem sendo o resultado de um fenômeno osmótico, é preciso considerar ainda o efeito eventual da adição de sal ao soro, um processo que se usou em queijos Prato por muitas décadas.

Na fabricação de queijos de massa semi-cozida e lavada, era comum a adição de cloreto de sódio à água de aquecimento e lavagem. Normalmente adicionava -se 300 gramas de sal para cada 100 litros de leite empregados na fabricação. A adição de maiores quantidades de sal poderia inibir gradativamente o processo de fermentação durante a elaboração.

Este processo caiu em desuso e é raramente praticado atualmente. O soro é amplamente usado por diversas indústrias de alimentos (concentração, secagem, alimentação animal, fórmulas infantis e até mesmo pela indústria farmacêutica), que não tem o menor interesse que contenha cloreto de sódio. Há ainda um outro efeito indesejável, que é de provocar lentamente a corrosão de muitos equipamentos em uma fábrica de queijos.

A adição de sal junto à água modifica o equilíbrio osmótico existente entre o soro e o grão pois quando o sal é adicionado dissolvido na água de lavagem, o soro fica mais denso e concentrado e assim, devido a diminuição da diferença de pressão osmótica, o intercâmbio de líquidos soro-grão é reduzido e a eficiência do processo é diminuída, levando o queijo tende a reter mais umidade.

Além disso, o sal tem um efeito solubilizante sobre o cálcio, promovendo um intercâmbio com o paracaseinato de cálcio e formando o paracaseinato de sódio (que possui maior capacidade de hidratação) o que confere uma consistência mais macia ao queijo.

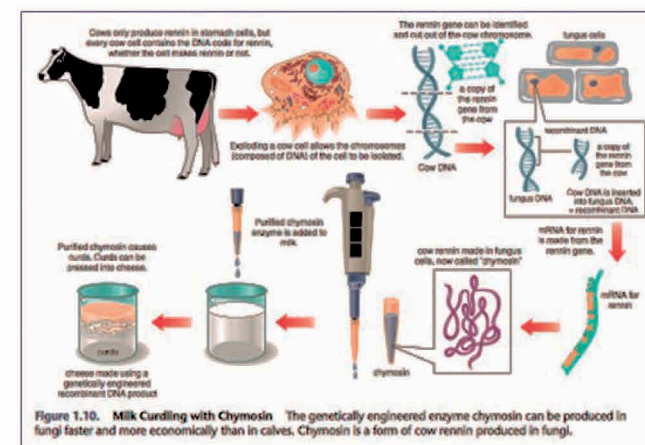
A adição de sal faz com que o queijo retenha mais umidade. Já foi demonstrado que a adição de 300 e 600 gramas de sal por 100 litros de leite

provoca um aumento de 1,4 e 2,6%, respectivamente, no teor de umidade final do queijo.

Quando se compara, portanto, a lavagem da massa com água com sal e sem sal, pode-se dizer que o primeiro processo leva à formação de um queijo com maior teor de umidade, menor teor de cálcio, mais macio e ligeiramente mais ácido.

Na fabricação de queijos com leite de búfala, é notória a dificuldade de retenção de umidade na coalhada. Assim, é comum adicionar-se sal à massa, o que permite obter queijos com o teor de umidade desejado. A delactosagem, sendo o resultado de um fenômeno osmótico, é preciso considerar ainda o efeito eventual da adição de sal ao soro, um processo que se usou em queijos Prato por muitas décadas.

O aquecimento da massa



O aquecimento da massa pode ser feito por meio de 3 processos :

- direto: adição de água quente à massa (o tipo mais comum na fabricação de queijos semiduros);
- indireto: através de vapor circulando nas paredes duplas do tanque;
- misto: iniciado com água quente e complementado com vapor.

O dois últimos tipos são usados quando se deseja produzir queijo mais firme e ligeiramente mais ácido.

Nos últimos anos, observa-se uma acentuada redução do número de empresas que ainda praticam o aquecimento direto com água quente, que resulta na delactosagem da massa. Há uma série de razões para isso:

- o soro tem um bom valor no mercado e as empresas que o comprem, não querem que contenha água (custos mais altos de transporte e de secagem);

- o queijo Prato é consumido de forma diferente; é destinado, sobretudo, ao fatiamento para ser consumido indiretamente como um ingrediente em sanduíches etc. Assim, já não precisa ser tão suave;

- cresce o número de empresas adotando processos automatizados, no qual não há previsão de dessoramento parcial e adição de água para não interromper a continuidade do processo;

- praticamente já não se usam mais os tanques tradicionais, de parede simples, nos quais o único meio de aquecer a massa, era por adição de água quente.

A principal finalidade do aquecimento é aumentar a expulsão de soro da coalhada, já que as proteínas diminuem a capacidade de retenção de água à medida que se eleva a temperatura e o grão de coalhada se contrai. É durante a fase de aquecimento que a maior parte do soro é expulsa no processo de fabricação (cerca de 25%). É possível resumir da seguinte maneira os efeitos do aquecimento:

- a) acelera a expulsão do soro dos grãos. Deve-se considerar que dois fatores são importantes no fenômeno da sinérese, a acidificação e o aquecimento, mas este último é o fator mais importante no controle da umidade;

- b) com o aquecimento, mais soro é expulso e, junto com ele, mais lactose é eliminada. Desta maneira, diminui a produção de ácido dentro do grão, não só pela diminuição do teor de lactose, mas também pelo fato de que nas temperaturas de semicozimento (40 a 43°C), a parte mesofílica da cultura é inibida, praticamente cessando sua capacidade de produção de ácido. Obviamente, há um estímulo ao crescimento da parte termofílica da cultura (*S. thermophilus*), que passa a atuar mais rapidamente. Quando se usa um cultivo puro de espécies mesófilas (como o *Lactococcus lactis* e *Lactococcus cremoris*, por exemplo), quanto mais alta for a temperatura de semi-cozimento ou mais prolongado o tempo de exposição à temperatura empregada, mais lactose é expulsa antes que seja

transformada em ácido dentro do grão; em consequência, o queijo será mais mineralizado e terá pH um pouco mais alto (menos ácido). Mesmo cultivos termofílicos podem ser controlados através da temperatura de cozimento ou semicozimento da massa. Por exemplo, na fabricação de queijo Emmenthal, altas temperaturas de cozimento podem ser usadas (até 55 °C), com a finalidade de controlar a produção de ácido por parte do *S. thermophilus* e manter um alto teor de minerais (cálcio) na coalhada, o que culminará com um queijo apresentando um pH mais alto (por volta de 5,3) e excelente plasticidade (fator imprescindível para a correta formação de olhaduras); (24).

- c) atualmente, usa-se cada vez mais cultivos mesófilos que apresentam porcentagens variadas (10 a 20%) de *S. thermophilus*, cuja finalidade na cultura é manter atividade de acidificação e desmineralização do grão, mesmo em temperaturas superiores a 39 °C, limite de crescimento dos cocos mesofílicos. Sabe-se que *S. thermophilus* é um microrganismo que produz acidez rapidamente, sobretudo, entre 40 e 47°C, mas é sabidamente pouco proteolítico e, quando usado de forma pura na fabricação, tende a produzir queijos com sabor mais suave e que maturam muito mais lentamente, podendo ser armazenados por até 1 ano, por volta de 0°C. As misturas de cultivos são sumamente importantes em fábricas de grande porte e com alto índice de automação, onde é fundamental a rapidez de acidificação, para se atingir um pH que permita aos queijos serem rapidamente passados na salmoura, de forma contínua.



Quando se faz o semicozimento ou cozimento a temperaturas mais baixas (por exemplo, a 40°C), a expulsão do soro é mais lenta, havendo condições (temperatura e tempo) para produção de ácido (sobretudo, quando se usam cultivos com mesclas de mesófilos e termófilos) na coalhada e conversão do cálcio coloidal para cálcio solúvel; em consequência, o queijo terá um menor grau de mineralização e, possivelmente, será um pouco mais ácido (por exemplo, Prato com pH 5,10). Geralmente, queijos de massa crua, elaborados apenas com cultivos mesofílicos e em processos a 32°C apresentam massa menos elástica e sabor mais ácido. Um exemplo típico é o Azul (estilo Gorgonzola), um queijo bem desmineralizado.

Quando se deseja produzir um queijo mais macio, porém sem ser ácido, pode-se usar temperaturas de semicozimento mais baixas, desde que se promova uma delactosagem bem mais intensa, aumentando-se dessoragem parcial e a quantidade de água para a lavagem da massa e usando-se uma dose menor de fermento láctico. A água removerá lactose e ácido láctico da coalhada, assim como cálcio e lactato de cálcio. Um exemplo clássico é o queijo Saint-Paulin, muito macio e extremamente suave, que é considerado um queijo de massa estabilizada.

Para os queijos semiduros, o aquecimento deve ser feito lentamente, geralmente à base de 1 °C a cada 2 ou 3 minutos. Durante o aquecimento, a agitação deve ser mais rápida para facilitar a distribuição da água quente. Queijos de massa crua não são aquecidos; queijos de massa semicozida, como o Gouda e similares, são aquecidos, geralmente, a 35-38°C em seu país de origem, a Holanda (no Brasil é comum submeter-se a massa do queijo Prato a temperaturas de 40 a 43°C). Queijos de massa cozida, como o Parmezão, Gruyère, Sbrinz e Emmenthal, são aquecidos a 50-55 °C e apresentam, em geral, baixo teor de umidade e alto teor de cálcio. Quanto mais alto o aquecimento, mais individuais e soltos são os grãos de coalhada, o que facilita muito escoamento do soro na prensa.

Na fabricação de queijos duros com leite cru, a alta temperatura de cozimento (50-56°C), aliada ao tempo de exposição (30 a 40 minutos) favorece o processo conhecido como seleção térmica, no qual as bactérias termofílicas do leite cru (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. lactis* e *L. helveticus*, entre outras) resistem ao tratamento e tornam-se a flora predominante; posteriormente, parte do soro é separada para se tornar o soro-fermento (que se caracteriza por elevada acidez, um outro fator seletivo para microrganismos como *L. helveticus* e *L. bulgaricus*, por exemplo), que é usado na fabricação do dia seguinte, reiniciando-se o ciclo da seleção térmica natu-

ral. Esse fenômeno poderia ser observado na fabricação de Parmesão por métodos mais tradicionais, mas é raro que seja assim, pois só funciona bem quando a qualidade do leite é muito boa e não sofre variações no dia a dia.

O grão marmorizado

Algumas vezes, quando se corta um queijo, uma observação mais minuciosa de sua textura, permite constatar finas linhas, quase invisíveis, que parecem dividir a massa do queijo em inúmeros grãos de tamanho e forma irregular. Esse defeito é conhecido como queijo “marmorizado”.

Esse problema pode estar ligado a duas causas diferentes:

1- O defeito pode ser resultante do corte irregular da coalhada, seguido também de agitação irregular, o que permite o aparecimento de grãos ligeiramente maiores do que o tamanho padrão esperado. No processo de semicozimento da massa, se este é feito demasiadamente rápido, ocorre uma contração somente da parte periférica do grão, que se torna mais dura e dificulta a saída do soro do interior do grão. Forma-se uma espécie de “casca” bem fina no grão, que não tem as mesmas propriedades da porção mais interior. Assim, a coesão dos grãos na prensagem é diminuída, fazendo com que a massa não se torne perfeitamente homogênea, mesmo depois que o queijo é maturado por algum tempo.

2- Outra causa para a formação dessas linhas finas, quase invisíveis, entre os grãos, é a presença de gordura livre na massa. Em algumas fábricas, o leite costuma passar por forte turbulência entre o silo e o tanque de queijo (padronizadoras, bombas, tubulações, clarificadoras, agitadores etc), o que pode levar ao rompimento.



A segunda mexedura



Após o aquecimento da massa, segue-se uma agitação mais vigorosa que tem a finalidade de eliminar o soro dos grãos até que estes atinjam uma consistência considerada como ideal para aquele determinado queijo. A acidificação prossegue também nessa fase, a uma velocidade dependente do tipo de fermento e da temperatura de semicozimento da massa. O teor de umidade final do grão, nessa fase, é muito importante, pois dele dependerá a quantidade de lactose a ser deixada na massa e que regulará o pH final do queijo um dia após a fabricação. Além disso, o teor de umidade influenciará muito na consistência final do queijo.

Prolongando-se demais essa segunda mexedura da massa, arrisca-se a obter um queijo com baixo teor de umidade e demasiado duro. Para conhecer o momento exato de interromper a mexedura e proceder à des-soragem e pré-prensagem da massa, é preciso ter bastante experiência; os grãos de coalhada apresentam-se mais firmes e muito menos pegajosos do que no início da fabricação. Além disso, apresentam uma capacidade de coesão maior e que é típica no final dessa fase. Normalmente, o queijeiro toca os grãos, comprime-os e analisa a rapidez da separação do soro e é através de fatores subjetivos como esses que é determinado o "ponto" da massa.



Muitos processos automatizados já não permitem que o queijeiro toque a massa e "sinta" sua firmeza e, através desses sentidos, determine o ponto. Em casos assim, cada vez mais comuns, o ponto é dado por tempo, com base em médias de dados históricos. Em geral, funciona bem, mas especialmente onde se trabalha com leite de boa qualidade bacteriológica e com composição físico-química sem grandes variações. Quando o leite não é bom e apresenta altas contagens de microrganismos, ou variações no teor de caseína, processos automatizados devem ser reprogramados com maior frequência para evitar produções de queijos que apresentam irregularidades na sua composição e são, muitas vezes, considerados fora dos padrões esperados.

A pré-prensagem no tanque

Esta fase ocorre logo após o "ponto" da massa e, obviamente, não é aplicada em todos os tipos de queijos. Queijos moles, como Minas Frescal, Camembert, Gorgonzola e outros tipos, como Cheddar, não são pré-prensados no tanque. Alguns queijos de massa semicozida, como o Maribó e o Havarti dinamarqueses não sofrem pré-prensagem nos processos

mais tradicionais e, após a dessoragem final são enformados e prensados, buscando uma massa menos coesa e com abundância de olhos mecânicos. No entanto, a grande maioria dos queijos duros e semiduros são submetidos a uma ligeira pré-prensagem, pelo menos nos processos mecanizados mais tradicionais, que tem a finalidade de iniciar a formação de um bloco pela aglomeração dos grãos, o que facilitaria a divisão da massa para a enformagem e prensagem final.

Nos modernos processos dotados de grande automação e em linhas contínuas, nem sempre existe essa fase de pré-prensagem, sendo que a massa, muitas vezes, é bombeada ou "soprada" diretamente do tanque para torres de prensagem, de diferentes tamanhos e alturas. Dalí, a massa é cortada em blocos que são imediatamente prensados.



Nos processos mais tradicionais, é recomendável que a pré-prensagem seja efetuada sob o soro, o que apresenta as seguintes vantagens :

- mantém a massa aquecida, o que facilita a coesão dos grãos;
- impede a aeração da massa e evita-se assim a formação de olhaduras mecânicas no queijo. Esse é um defeito bastante comum de se observar no queijo e está relacionado com:

- 1) pré-prensagem sem soro;
- 2) insuficiente pressão de pré-prensagem e, sobretudo, de prensagem;
- 3) insuficiente tempo de prensagem;
- 4) prensagem à baixa temperatura (massa que se resfria rapidamente);
- 5) salga à seco, da massa, após dessoragem;
- 6) corte da coalhada em grãos demasiadamente grandes ou irregulares;
- 7) quando o queijo não foi suficientemente prensado, pode reter soro entre os grãos; devido à pressão osmótica, esse soro difunde-se como água livre para a salmoura e pode favorecer a formação de minúsculos olhos mecânicos. Esse problema manifesta-se, particularmente, na região mais periférica do queijo, bem próximo à casca.

Em fabricações com volumes pequenos e médios de leite, geralmente, recomenda-se que a pressão aplicada seja, pelo menos, equivalente ao dobro do peso da massa sendo prensada (o peso dessa massa sendo calculado à base de 10-15% do volume inicial de leite). Em fabricações de grande porte, a pré-prensagem, geralmente, é realizada num tanque colocado próximo (ou num nível inferior) ao tanque de fabricação para onde a massa e o soro são escoados ou bombeados (dreno-prensa). Nesses casos, em se tratando de uma grande quantidade de massa, é comum o uso de prensas pneumáticas, através das quais pressões mais elevadas podem ser facilmente aplicadas. A pressão na pré-prensagem varia de 80 a 100 lbs/pol² (algo em torno de 5,6 a 7,0 kg/cm²) por um curto período de tempo, geralmente, de 10 a 15 minutos.

É importante que a massa seja pré-prensada em uma superfície nivelada, o que facilita a divisão e o corte dos blocos de massa para a prensagem (opcional)



e enformagem. O ideal seria padronizar o volume de leite a ser trabalhado de maneira a obter um bloco de dimensões semelhantes todos os dias, o que permite regularizar a enformagem e evitar problemas de pedaços pequenos de massa que não se soldam inteiramente e aparecem como trincas ou "falhas" no queijo posteriormente.

Quando o corte da coalhada é feito precocemente ou feito de uma forma inadequada, ou quando a primeira mexedura é vigorosa demais, a coalhada tende a romper-se e formar "finos" que, durante a pré-prensagem são prensados debaixo do bloco (finos costumam secar-se mais do que os grãos normais de coalhada e, por isso, tornam-se mais densos). Posteriormente, na maturação, podem aparecer como uma faixa de textura e coloração distinta em porções isoladas do queijo (ou como minúsculos olhos mecânicos).

Durante a pré-prensagem ocorre a eliminação de água (soro), equivalente a cerca de 16-19% do total eliminado durante a elaboração.

Prensagem final

A prensagem tem objetivos:

- 1- Conferir o formato desejado ao queijo;
- 2- Completar a expulsão do soro;
- 3- Formação da casca.



O tempo e a pressão de prensagem são muito variados, pois dependem do tamanho do queijo, do conteúdo de umidade desejado e da temperatura de prensagem. Queijos grandes geralmente requerem maior pressão e por tempo mais prolongado.

Para sistemas tradicionais de pressão, usam-se pressões variando entre 4 e 40 vezes o peso do queijo. Por exemplo, o Emmental é prensado com aproximadamente 6 kg de pressão por cada kg de queijo (em uma temperatura inicial mais alta, 45-50 °C, e por até 20 horas), enquanto que queijos semiduros, como o Gouda, Prato e outros similares são prensados com 8 kg de pressão por cada kg de queijo, por 2 a 3 horas. Essas regras gerais aplicam-se a sistemas manuais de prensagem, pouco usados atualmente.

Predomina, hoje em dia, o uso de prensas pneumáticas para a prensagem dos queijos. No caso de queijos pequenos, cujo peso varia de 1 a 3 kg, é comum prensar-se por 2-3 horas, com 40-50 lb/pol². Em queijos maiores (5-10 kg) usa-se até 80 lb/pol². Normalmente, o tempo de prensagem raramente precisa exceder a 2 horas, já que nesse período a massa começa a resfriar e já quase não há soro a ser expulso entre os grãos. A casca já terá sido formada igualmente.

Para facilitar a formação da casca, deve-se usar panos ou dessoradores para envolver o queijo durante a prensagem. Eventualmente, os panos ou outros tipos de dessoradores podem agarrar-se ao queijo e danificar a casca no momento das viragens ou no final da prensagem. Várias causas podem estar relacionadas com esse problema:



- a) massa excessivamente desmineralizada (devido a forte acidificação durante a elaboração);
- b) massa demasiadamente mole;
- c) Panos sujos, com "pedras de leite";
- d) Tempo de prensagem muito prolongado (fermentação).

Para evitar o problema, durante as viragens, deve-se imergir os panos e dessoradores em uma solução diluída (4-5%) de salmoura, a 35-40°C. Se o problema persistir, não se deve tentar remover os panos da casca do queijo; é melhor colocar os queijos na salmoura e, ao final da salga, a remoção do pano será facilitada e sem danificar tanto a casca do queijo.

Alguns defeitos de casca do queijo podem também ser oriundos da má colocação dos panos ou uso de panos excessivamente grandes e com dobras no interior da forma.

Há uma tendência de não se usar mais panos dessoradores em queijos, com excessão de queijos de grande porte e mais tradicionais. Atualmente, estão disponíveis formas especialmente projetadas para prensagem sem panos ou dessoradores. São formas conhecidas por microperfuradas, que permitem a formação de uma casca extremamente homogênea, sem ranhaduras ou imperfeições, em um período mais curto de tempo. Em que pese seu custo unitário mais alto em relação às formas tradicionais com dessoradores, ao final revelam-se compensadoras por sua durabilidade e facilidade de uso e aplicação.

Apenas uma porção menor da umidade da massa (cerca de 7%) é eliminada durante a prensagem dos queijos de massa semicozida e esse estágio não deve ser considerado, portanto, como um regulador importante do teor de umidade final do queijo. Aplicando-se pressão, remove-se a água intersticial, que está entre os grãos e não exatamente no interior deles. Para tal, seria necessário romper o grão, levando, inclusive, à perda de gordura.

A prensagem tem um pouco de influência no pH final do queijo, pois nesse estágio da fabricação, o soro ainda existente na massa contém lactose (o que dependerá do tratamento a que foi submetido a coalhada na elaboração) e, se o queijo não for adequadamente prensado, esse carboidrato será fermentado. É recomendável a aplicação gradual da pressão, pois se a mesma é aplicada de forma muito intensa desde o início, a casca do queijo forma-se muito rapidamente e leva a uma diminuição da saída de soro do interior do queijo, o que pode alterar seu teor de umidade e

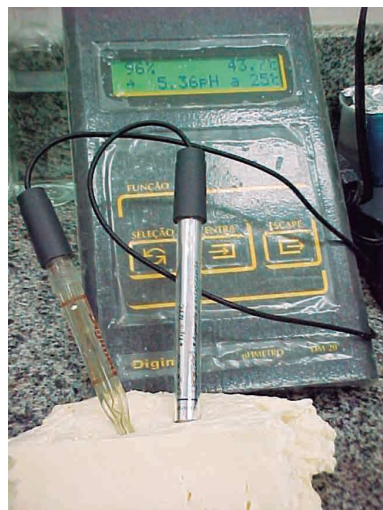
pH. Além disso, quando forte pressão é exercida desde o início, sobretudo, se a massa estiver quente, pode haver exudação de gordura na casca e, mais tarde, o queijo apresentará uma faixa esbranquiçada muito fina na região periférica.



A maior parte do teor final de ácido láctico de um queijo (entre 1,0 e 1,3%) é formada entre o início da primeira mexedura e o início da salga; nesse mesmo período ocorre uma queda gradual do pH, que, geralmente, diminui de aproximadamente 6,65 para 6,25 até o término da agitação no tanque. Aparentemente, é uma mudança menor e que pode parecer paradoxal, já que houve um aumento considerável do teor de ácido láctico dentro do grão. Mas isso se explica, entretanto, pela concentração de substâncias tamponantes no grão, como as próprias proteínas e fosfato de cálcio, que "neutralizam" o ácido láctico formado. A partir da pré-prensagem até o final da salga em salmoura, o pH abaixa mais rapidamente, mas não indica maior formação de ácido láctico, senão que uma diminuição do poder tamponante na massa, nessa fase final do processo de elaboração.

O aumento ligeiro da temperatura de prensagem favorece a eliminação do soro, o que resulta naturalmente em um queijo com menor teor de umidade. Quando o queijo é prensado à baixa temperatura, a eliminação de soro é reduzida e o queijo apresentará maior teor de umidade e o pH no início será mais elevado, depois abaixando-se lentamente com a fermentação residual da lactose. A prensagem à baixa temperatura não é comumente usada já que prejudica a formação de uma massa homogênea e compacta. Entretanto, às vezes é adotada como uma medida de prevenção para evitar o estufamento precoce causado por coliformes (à baixa temperatura, a lactose será, preferencialmente, convertida para ácido lático pelas bactérias do fermento mesofílico).

Em alguns tipos de queijo, é comum a verificação regular do pH durante a prensagem, já que esse será uma indicação da fermentação e das medidas a serem tomadas para controlá-la. Por exemplo, na fabricação do queijo Saint-Paulin procura-se obter, durante a prensagem, um aumento médio de 2ºD no soro, a cada 30 minutos; a prensagem é interrompida quando se atinge uma acidez de 22ºD (geralmente após 2 horas de prensagem). Na fabricação de queijos onde se empregam culturas aromáticas (fermentação do ácido cítrico) para a formação de olhaduras médias e



pequenas (queijo Danbo, Tybo, Gouda e Edam) o queijo é retirado da prensa quando o pH atinge 5,6 - 5,7 (geralmente por volta de 6 horas após o início da fabricação) e conduzido à água gelada.

Em algumas processos para elaborar queijos semiduros, não é incomum o uso de prensas individuais para queijos, o que permite uma melhor padronização da umidade. O uso de prensas coletivas verticais faz com que alguns queijos sejam mais prensados do que os outros. Considere-se que em uma coluna vertical de prensagem, todos os queijos estão submetidos à mesma pressão de, por exemplo, 50 lbs/pol², mas o queijo na parte mais inferior da coluna é muito mais prensado do que aquele na parte mais superior, por ter sobre si o peso de todos os demais queijos. Certamente, será um queijo diferente, com menor teor de umidade e casca mais espessa. Esse queijo terá, em relação aos demais, um comportamento diferente na salmoura, absorvendo menos sal no mesmo tempo. Com isso, tendo menos sal, vai maturar mais rápido e poderá ter seu sabor alterado. Fatos como esses ajudam a entender porque nem todos os queijos de um mesmo lote são exatamente iguais. É virtualmente impossível, em termos práticos, promover-se um rodízio das posições dos queijos durante a prensagem em colunas verticais. Esse fenômeno não acontece com o Cheddar americano, quando fabricado de forma tradicional são usadas prensas coletivas horizontais, onde os queijos sofrem exatamente a mesma pressão.

Nos processos atuais para, os queijos semiduros são levados ao banho de salga no mesmo dia da fabricação, logo após a prensagem. Em tempos mais antigos, os queijos eram deixados fermentando à temperatura ambiente (na prensa ou fora dela) até a manhã do dia seguinte, quando então eram conduzidos à salmoura, apresentando o pH final, por volta de 5,10 a 5,20, pois havia tempo mais do que suficiente, para completar a fermentação. Porém, quando há um controle adequado da fermentação no tanque de elaboração, pode-se obter um pH suficientemente baixo que permita a colocação do queijos na salga no mesmo dia (por volta de 5,50 a 5,60, o que normalmente se observa cerca de 6 horas após o início da fabricação). O pH tem que estar suficientemente baixo quando o queijo entrar na salmoura, pois ali os efeitos da baixa temperatura e do sal tendem a inibir a fermentação. Quando isso ocorre, forma-se a conhecida mancha branca periférica no queijo Prato, por exemplo. Essa mancha indica que naquela região tem mais sal e a fermentação e proteólise foram interrompidas, pelo menos temporariamente. (durante a maturação do Prato, esta mancha desaparece aos poucos, devido a degradação das proteínas). Ao sair da



salmoura, o pH do queijo Prato deve ser de 5,10 a 5,20 e de posse destes parâmetros o queijeiro poderá adotar o processo que for mais adequado. É importante lembrar que se o pH ideal não for atingido, o queijo poderá desenvolver sabor anormal, além de ser mais susceptível a contaminações e tender a maturar mais rápido e de maneira irregular.

Imersão do queijo em água gelada

Na fabricação de queijos semiduros pode-se colocar os queijos em água gelada imediatamente após a prensagem ou antes de entrarem na salmoura. Esse é um processo observado em fabricações tradicionais de queijos na Dinamarca e que ainda persiste em alguns lugares. Esse processo tem as seguintes características e finalidades:

- 1- Quando o queijo é colocado na água gelada, absorve água.
- 2- Pela absorção de água, o queijo ganha peso ligeiramente e as proteínas tornando-se mais embebidas, aumentam de tamanho e a massa do queijo fica mais coesa.
- 3- Diminui assim o risco de formação de olhaduras mecânicas, especialmente na região periférica, caso houvesse uma deficiência de prensagem.
- 4- Este tratamento diminui ligeiramente a perda de peso do queijo durante a salga na salmoura; experimentos realizados com o queijo Prato demonstraram que mantendo-se o queijo em água gelada por 4 horas (no dia seguinte após a prensagem) havia um ganho médio de peso da ordem de 0,71%; mantido a seguir por 48 horas na salmoura, a perda de peso era em média, de apenas 1,04% (ao invés de perder somente soro na salmoura, o queijo elimina parte da umidade previamente adquirida na água gelada, reduzindo a perda de peso e a variação no teor de umidade). No mesmo trabalho, demonstrou-se que mantendo o queijo na água gelada por 24 horas, aumentava-se seu peso em cerca de 1,72%. Entretanto, períodos prolongados na água gelada tendem a amolecer a casca do queijo (peptidólise) e não são aconselháveis.
- 5- Do ponto de vista microbiológico é, geralmente, recomendável que se resfrie o queijo (Prato, Gouda, Danbo, Chanco, etc) em salmoura ou câmara fria tão logo seu pH atinja 5,50 - 5,60. Esse tratamento é recomendado quando se usam culturas aromáticas na fabricação, as quais contêm bactérias produtoras

de gás (*L. mesenteroides* e *L. diacetylactis*). Ambas bactérias fermentam o ácido cítrico e produzem gás carbônico, gerando olhaduras no queijo. O *L. diacetylactis* inicia sua fermentação em pH inferior a 6,3, acentua-se quando o pH atinge 5,7 - 5,6; o *L. mesenteroides*, que também é capaz de fermentar a lactose e produzir gás, depende de metabólitos de outros microrganismos para crescer e, portanto, só inicia sua fermentação quando o pH atinge 5,3. Se o queijo é mantido à temperatura ambiente após a prensagem, ao atingir o pH 5,7, *L. diacetylactis* se encontrara em temperatura que favorece seu rápido crescimento e rápida fermentação; assim, poderá haver uma intensa formação de gás, caracterizada pelo aparecimento de inúmeras olhaduras pequeninas e irregulares, o que confere um aspecto desagradável ao queijo (esse fenômeno ocorrerá, sobretudo, se o *L. diacetylactis* estiver presente em grande proporção na cultura – normalmente, seu número não deve exceder a 5% do total de microrganismos, mas comumente excede, por se tratar de um cultivo "selvagem"). Entretanto, se o queijo é imerso em água gelada ou salmoura, resfria-se rapidamente e absorve água. O resfriamento não só diminui acentuadamente a atividade do *L. diacetylactis*, como faz com que o gás eventualmente produzido dissolva-se muito mais facilmente na água do queijo (em temperaturas mais baixas, muito maior quantidade de gás é requerida para atingir o ponto de saturação na água e formar uma olhadura). Além disso, a absorção de água facilita a dissolução dos gases. Desta maneira, passando da água gelada à salmoura, os queijos irão, posteriormente, para a maturação à baixa temperatura e, durante todo o período, a produção de gás poderá ser controlada no sentido de se obter olhaduras lisas, brilhantes, de tamanho médio e bem distribuídas no queijo.

Salga em salmoura

Atualmente, há uma tendência em fábricas novas, dotadas de equipamentos modernos com alto nível de automação, em não se usar salmouras tradicionais para salgar queijos. Mesmo queijos semiduros, como o Prato e similares, já têm sido salgados na massa, em processos similares àqueles do queijo Cheddar. Em fábricas menores, salga a seco pode também ser usada.

Entretanto, salmouras ainda são largamente usadas universalmente para queijos de todos os tipos. O banho de salga consiste em uma solução com cerca de 20% de cloreto de sódio (aproximadamente 19°Bé), contendo até 0,5% de cálcio (adicionado em salmouras recém-preparadas, na forma de solução de cloreto de cálcio a 50%) e com pH igual ao do queijo que passa pela salmoura (em geral, pH de 5,0 a 5,20). Antigamente, a acidez titulável (em graus Dornic) era usada para controlar o teor de ácido láctico da salmoura e, eventualmente, adicionava-se óxido de cálcio (CaO, ou cal virgem) para neutralizar aquela acidez. Hoje, já não se adota esse procedimento, pois formam-se depósitos de cal no fundo da salmoura, que a tornam turva, o que também facilita contaminações. Atualmente, somente controla-se o pH da salmoura, que tende a manter-se estável em torno do pH dos queijos que ali são salgados.

O tempo de salga é muito variável, pois depende muito do tamanho do queijo (peso e formato). Não é recomendável a adoção da regra antiga, pela qual o tempo ideal de salga era de 1 dia por 1 kg de queijo. Assim, um Prato retangular de 3 kg deveria ser salgado por 3 dias, o que se constitui obviamente em um tempo exagerado. Um Prato como este é salgado por 18 a 24 hs. Um Lanchinho de 1 kg é salgado por 5 a 8 hs, enquanto que um mini-lanche de 500 g é salgado por 2 a 3 horas.

Há uma regra importante: cerca de 60 a 70% do sal necessário é adquirido pelo queijo nas primeiras 4 horas. No caso de um Prato retangular de 3 kg, pouco sal entra no queijo nas 14 horas restantes. Esse fato tem a ver com a diferença de pressão osmótica entre o soro no interior do queijo e aquela da própria salmoura, que é sempre maior. Assim, há um fluxo maior de líquido saindo do queijo para a salmoura, tentando diluí-la, comparado a um menor fluxo de salmoura entrando no queijo. Em consequência os queijos perdem peso na salmoura, um valor bastante variável (de 1,2 a 2,0%) em função de vários fatores, como sua temperatura, teor de sal, agitação (em salmouras dinâmicas o processo de salga é mais efetivo) e também em função do tempo de exposição e espessura da casca do queijo e seu teor de umidade.



Salmouras podem durar por muitos meses e até por mais de um ano, como era comum em países escandinavos. A durabilidade depende do tipo de queijo que passa pela salmoura (por exemplo, salmouras de Mus-sarela tendem a se deteriorar mais rapidamente, pois aquecem mais e acabam recebendo maiores quantidades de gordura), sua temperatura e os tratamentos periódicos que recebe. Uma salmoura de queijo Prato pode durar de 4 a 6 meses, sem tratamento de recuperação, fazendo-se apenas os reajustes periódicos do teor de sal e a adição de conservantes como cloro (hipoclorito de sódio 10%, usado à base de 500 ml/1000 l salmoura) ou peróxido de hidrogênio 30-35% ou 130 volumes (300 ml/1000 l de salmoura). Atualmente, salmouras são filtradas e pasteurizadas (placas de titânio para evitar corrosão) constantemente, para eliminar microrganismos indesejáveis, como mofo e leveduras. Processos mais modernos usam filtros de terra diatomácea e também membranas de nanofiltração. Este último processo permite uma eficiente limpeza física e bacteriológica da salmoura, que se torna transparente e cristalina.

O teor de sal da salmoura deve ser corrigido uma a duas vezes por semana, em função da intensidade de uso da salmoura. Salmouras com teor de sal abaixo de 16%, não somente salgam o queijo de forma incompleta, como também tornam sua casca melosa e amolecida. Para a correção deve ser usado um Areômetro de Beaumé, um densímetro especial que está calibrado para uso em líquidos com densidade variando de 1,00 a 1,84 g/cm³. Seu uso em salmouras muito velhas e turvas deve ser usado sob reservas, já que estas podem conter vários elementos em solução, que não são cloreto de sódio (lactose, soro-proteínas, ácido láctico, sujidades físicas etc). Nesse caso, deve-se coletar uma amostra da salmoura, aquecê-la a 85-90°C para precipitar elementos indesejáveis, filtrá-la e, tão logo esteja à temperatura ambiente, medir sua densidade com o Areômetro de Beaumé.



Em fábricas de pequeno e médio porte, ainda persistem tratamentos mais tradicionais para controle da salmoura. São submetidas a fervuras periódicas, seguidas de decantação e filtração, com posterior ajuste do teor de sal após seu resfriamento. O controle microbiológico deve ser feito a cada 10 a 15 dias, dependendo da intensidade de uso da salmoura, usando-se cloro ou peróxido de hidrogênio 30%. O uso desses elementos foi regulamentado no Brasil e reproduz-se aqui o artigo 272 do RIISPOA que trata desse assunto:

"Art. 272. É proibido o emprego de salmouras turvas, sujas, alcalinas, com cheiro amoniacal, fermentadas ou inadequadas por qualquer outra razão.

Parágrafo único. É permitido o tratamento com vistas à recuperação de salmouras por meio de métodos como filtração por processo contínuo, pasteurização ou pelo uso de substâncias químicas autorizadas pelo órgão competente, desde que não apresentem alterações de suas características originais.

*Produtos autorizados para tratamento e regeneração microbiológica da salmoura:
Peróxido de Hidrogênio 30% ou a 130 volumes e o hipoclorito de sódio a 12-15% de cloro ativo*

As doses recomendadas são de 0,02 a 0,03% para Peróxido (o que equivale a 300 ml por 1.000 litros de salmoura) e 0,050% para o cloro ativo (o que equivale a 500 ml por 1.000 litros de salmoura).

As salmouras devem ser tratadas sem conter queijos e assim devem permanecer por mínimo de 12 horas após o tratamento."

Perda de peso na salmoura

A salmoura é uma solução de sal com densidade aproximada de 1,16 g /cm³, contendo cerca de 20% de sal. Sendo uma solução bastante concentrada, é natural que os queijos ali salgados, percam peso. O fenômeno acontece devido à diferença de pressão osmótica entre o líquido no interior do queijo (soro) e aquele no exterior, a solução salina. A casca do queijo exerce o papel de uma membrana semi-permeável que permite a troca de líquidos entre os dois meios adjacentes. Pelas leis que regem os intercâmbios osmóticos, a direção do fluxo é mais intensa do líquido mais

diluído (soro no queijo, com menor pressão osmótica) para aquele mais concentrado (salmoura, com maior pressão osmótica), em busca de um equilíbrio de pressões. Assim, o queijo ganha sal e perde peso, enquanto que a salmoura perde sal e ganha soro contendo lactose, tornando-se mais diluída. Um queijo semiduro perde em média 1,2 a 2,0% de seu peso na salmoura.

A temperatura tem forte influência na absorção de sal e perda de peso. Normalmente salmouras são mantidas entre 5 e 8°C. Quanto mais alta for a temperatura de salga, mais rápido é o processo de absorção de sal, mas bem maior é a perda de peso e queda no rendimento queijeiro.

Considera-se que a perda média de peso de um queijo na salmoura equivale a cerca de 2,0 a 2,5 vezes a quantidade de sal que o mesmo queijo absorveu durante seu período de salga. A Tabela mostra em detalhes o impacto da perda de soro e ganho de sal no queijo, durante a salga de queijos semiduros.

RELAÇÃO ENTRE ABSORÇÃO DE SAL E PERDA DE UMIDADE NA SALMOURA					
Queijo -peso pós-salga (g)	% de sal no queijo	g de sal adquiridos	g de água perdidos	Queijo-peso original (g)	% de perda de peso
2.266	1,5	33,99	67,98	2.300,0	1,50
2.852	1,4	39,93	79,86	2.891,9	1,35
3.746	1,7	63,68	127,36	3.809,7	1,67

Preparação de salmoura nova

Normalmente salmouras são preparadas em água quente (80°C) por facilitar a dissolução do cloreto de sódio e, ao mesmo tempo, pasteurizar a solução e eliminar por precipitação, resíduos e impurezas físicas. Obviamente deve-se usar água de boa qualidade. Para que se tenha uma salmoura a 20°Bé recomenda-se adicionar 26,9 kg de cloreto de sódio para cada 100 litros de água, gerando então 109,4 litros de salmoura com densidade de 1,16 g/ml e 21,2% de sal (p/p). A esta salmoura devem ainda ser adicionados ácido clorídrico (HCl, em solução diluída a 10%) para se ajustar o pH da solução para cerca de 5,10 (um pequeno volume, por exemplo 100 ml, de salmoura pode ser levado ao potenciômetro no laboratório, tendo seu pH determinado e em seguida, sob constante agitação,

pingar a solução de HCl até que se atinja o pH de 5,10. O volume de HCl consumido para aqueles 100 ml deve ser extrapolado matematicamente para o volume total de salmoura a ter ajustado seu pH). Também deve ser adicionado CaCl_2 (cloreto de cálcio) à salmoura, em quantidade de 0,2 a 0,5% da mesma solução (40 a 50%) usada na fabricação de queijos.

Adição de HCl e CaCl_2 em salmouras novas

O ácido clorídrico vai baixar o pH a um valor que é equivalente, aproximadamente, ao pH do queijo que passará por aquela salmoura. Se isso não for feito, a salmoura sem acidez “lava” a casca do queijo, o que pode provocar alterações na proteólise naquela região, durante a maturação. O cloreto de cálcio deve ser adicionado porque há um intercâmbio entre os íons de cálcio presentes numa salmoura e aqueles do queijo, sobretudo na região mais periférica da casca. Se não houver cálcio na salmoura, aquele do queijo tende a migrar para a solução (diferenças de pressão osmótica) e a casca do queijo tende a amolecer rapidamente e ficar mais esbranquiçada em relação o centro da peça. Em uma salmoura nova onde não se fez o ajuste recomendado com cloreto de cálcio, um queijo pode perder até 7% de seu teor de cálcio, com consequências indesejáveis. Em salmouras mais velhas, quando se faz a correção do sal, não é necessária a adição de cloreto de cálcio e, tampouco, de ácido clorídrico, se o pH estiver dentro da faixa normal (5,00 a 5,20).

Para o ajuste do pH de salmouras novas, recém preparadas, não se deve usar ácidos orgânicos fracos, como o láctico, acético ou cítrico. Esses ácidos possuem um baixo poder de dissociação e, portanto, liberam poucos prótons H^+ , o que leva a um abaixamento irrisório do pH, mas pode aumentar muito a acidez titulável da salmoura (em graus Dornic). Para isso, recomenda-se o uso do HCl, um ácido mineral forte, com alto índice de dissociação, baixando rapidamente o pH, sem elevar muito a acidez titulável.



Balanco geral da fabricação

Alguns pontos podem ser considerados fundamentais na elaboração de queijos, especialmente em se tratando daqueles semiduros e de massa-lavada, como o Prato e suas variedades. Muitos são regras clássicas da fabricação de queijos; outros, são regras, muitas vezes, esquecidas e outros ainda, deveriam ser introduzidos quando se deseja fabricar um queijo de boa qualidade e padronizado. São regras da prática e da literatura de queijos. Se é importante reduzir o custo da fabricação, é igualmente importante manter qualidade e padrão nos queijos. Há que se conhecer os limites e as interrelações desses dois parâmetros.

É necessário que se enfatize três fundamentos ou pilares sobre os quais repousam o sucesso da fabricação de queijos:

1- Fazer queijos não é só ciência, é também uma arte. O papel do queijeiro continua sendo fundamental no processo, mesmo com todos os avanços recentes, tecnológicos e em equipamentos.

2- Para fazer um bom queijo, com padrões estabelecidos, é necessário um bom leite, um bom fermento e muita paciência.

3- O conhecimento e a experiência são elementos essenciais no sucesso da fabricação. Não se pode fazer um bom queijo, padronizado, igual todos os dias, a partir de um leite de má qualidade, mas é sempre possível se fazer um mau queijo de um leite bom. Basta, para isso, não ter o conhecimento e nem a experiência requeridos de um verdadeiro mestre queijeiro.



Durante a fabricação do queijo, diversos fenômenos ocorrem simultaneamente, todos concorrendo para a conversão da coalhada em queijo. A maior parte dos fenômenos pode, até um certo limite, ser influenciada pelo queijeiro, através de mudanças na técnica de fabricação. Entende-se assim a importância da experiência do indivíduo encarregado de supervisionar a elaboração do queijo, que deve reconhecer os sinais emitidos, por exemplo, pela evolução da acidez, do pH, pela textura da coalhada, pelo aspecto do soro etc. Apresenta-se, a seguir, a evolução de importantes parâmetros da fabricação do queijo Gouda na Holanda .

Principais modificações físico-químicas durante a elaboração do queijo Gouda							
		Teores					
	Fase do processo	Umidade (%)	Lactose (%)	Ácido Láctico (%)	Teor de Cálcio (%)		
Hora					pH	Total	Solúvel
	Adição do Fermento	87,73	4,72	0	6,69	0,11	----
0:00	Dessoragem Parcial	78,9	3,87	0,03	6,57	0,25	0,02
1:30	Ponto	63,7	2,43	0,05	6,42	0,46	0,02
2:45	Final da Prensagem	44,9	1,01	0,52	5,75	0,70	0,09
5:00	----	44	0,66	0,82	5,43	0,69	0,15
7:30	Salmoura	42,4	0,66	1,35	5,29	0,70	0,28
24:00	Maturação (8 semanas)	40,5	----	1,26	5,6	0,72	0,21

Um queijo é, até certo ponto, um sistema tamponado. Como a caseína é rica em fosfato de cálcio, ela reage com o ácido láctico resultante da fermentação, formando um novo sal, o lactato de cálcio, que se solubiliza no soro. Assim, sendo um ácido orgânico fraco, de baixo poder de ionização, o ácido láctico (protons H^+) não promove um deslocamento brusco do pH (para baixo), por ser transformado em um sal. À medida que o cálcio coloidal vai sendo solubilizado na forma de lactato de cálcio, e tem, portanto, seu teor gradativamente reduzido, aumenta o resíduo de

ácido láctico disponível para baixar mais rapidamente (ionizar-se) o pH da massa. Esse fenômeno é observado facilmente em curvas de pH de queijos na prensa (ou especialmente em massa de Mussarela sendo fermentada), quando a curva sofre uma inclinação brusca para baixo, por volta de pH 5,8 a 5,9, devido a já existente escassez de cálcio para tamponar o pH. Não quer dizer, necessariamente, que a maior parte do ácido láctico foi formada naquele momento. Na verdade, a maior parte da fermentação ocorre dentro do grão no momento da agitação no tanque, mesmo que não se registrem mudanças sensíveis de pH.

Os resultados mostram claramente o efeito tampão da coalhada e do queijo: apesar de um aumento considerável da acidez titulável (teor de ácido láctico), não ocorre uma mudança brusca ou acentuada do pH. À medida que o teor de umidade da coalhada diminui, o teor de cálcio total da coalhada aumenta (efeito da concentração de sólidos). O teor de cálcio solúvel segue a mesma tendência; entretanto, vale a pena observar que a partir do ponto da coalhada, quando o teor de cálcio solúvel representa apenas 4,35% do cálcio total (solúvel + coloidal), o aumento expressivo do teor de ácido láctico fez com que durante o período de salga em salmoura, cerca de 40% do cálcio total do queijo estivesse na forma solúvel. Portanto, o teor de lactose que é deixado no queijo no ponto da fabricação (final da agitação) é importante na determinação de suas características finais. Se um queijo apresenta um teor de cálcio excessivamente baixo, tenderá a ter corpo quebradiço e pastoso e sabor ácido; por outro lado, se há excesso de cálcio, (excesso de mineralização), o queijo tende a ser demasiado firme e com pouca plasticidade, além de apresentar um poder tamponante mais forte.

Em fabricações de queijos moles (como o Petit-Suisse, Boursin ou Neufchatel, por exemplo), a coalhada é mantida por um longo período a uma temperatura que, além de favorecer a acidificação, não estimula a sinérese; assim, uma considerável quantidade de ácido láctico é formada até o final do processamento no tanque, e mesmo não havendo prensagem, ocorre uma eliminação espontânea do soro nas formas; o queijo apresenta assim um menor grau de mineralização (menor teor total de cálcio). Além disso, a maior parte do cálcio estará solúvel (como lactato de cálcio) no meio aquoso, o que confere aos queijos moles sua textura e consistência típicas.

Por outro lado, na fabricação de queijos duros, como o Gruyère, por exemplo, devido ao elevado aquecimento não há um grande desenvolvi-

mento de acidez na elaboração, mas ocorre uma grande expulsão de soro (e lactose). Assim, quando o queijo é prensado, os grãos de coalhada conterão pouca lactose e como houve pouca formação de ácido láctico na elaboração, o pH do queijo não se baixa muito e a massa permanece bastante mineralizada (e com um maior teor de cálcio coloidal do que solúvel) conferindo ao queijo sua plasticidade típica e maior poder tamponante.

Estudos demonstram através de microscopia eletrônica que os queijos que apresentam uma alta produção de ácido até o ponto da massa apresentam agregados proteicos de menor tamanho. Por outro lado, queijos que possuem menor acidificação ao final da elaboração, como o Emmenthal, apresentam agregados proteicos 3 a 4 vezes maiores e maior teor de minerais. Foi observado igualmente que a estrutura básica do queijo é determinada pela maneira como as submicelas de paracaseína se agregam, e o papel do cálcio é preponderante, já que queijos com baixo teor de cálcio total (massa desmineralizada por excessiva produção de ácido durante a elaboração) apresentam uma ruptura daquele agregado. Assim, a perda de cálcio que ocorre durante a elaboração (expulso no soro como lactato de cálcio) devido a acidificação, influenciará muito no teor final de cálcio total do queijo e o teor de lactose residual após a prensagem influenciará na conversão do cálcio coloidal para cálcio solúvel, com influência na plasticidade do queijo (um bom exemplo é o processo de fermentação da Mussarela para a filagem, onde a desmineralização progressiva da paracaseína conduz a massa a um ponto que apresenta excelente elasticidade, sobretudo se submetida ao calor; além daquele ponto, a solubilização excessiva de cálcio provoca a perda das características plásticas da Mussarela).

RENDIMENTO DA FABRICAÇÃO

Introdução

É um dos parâmetros mais difíceis de ser mensurado de forma correta e precisa em uma fábrica de queijos. Fala-se muito em controle de rendimento em, praticamente, em todas as fábricas. Mas poucas têm a capacidade e/ou conhecimento necessários para avaliar corretamente os ganhos e perdas que podem ser oriundos de uma fabricação de queijos.

A viabilidade econômica de uma fabricação de queijos é afetada diretamente pelo rendimento (a quantidade máxima de queijos que se pode

fabricar com um volume determinado de leite) e a redução das perdas (a obtenção de produtos de qualidade e com boa durabilidade). Ambos parâmetros estão ligados a uma série de fatores, incluindo a qualidade do leite e dos ingredientes utilizados, que podem e devem ser controlados tecnicamente com o intuito de tornar o produto resultante cada vez mais expressivo e competitivo no mercado.

Modified VanSlyke Formula 1

$$[(0.93 \% \text{fat}) + (\% \text{casein} - 0.1)] * 1.09$$

$$\text{Yield} = \frac{\text{-----}}{1 - (\% \text{cheese moisture}/100)}$$

A redução de perdas numa fábrica de queijos envolve aspectos de controle de qualidade de matéria-prima e de processos, e também aqueles referentes ao esquema de estocagem, distribuição e comercialização do produto, sem mencionar as estratégias de marketing para divulgá-lo junto ao público consumidor. Obviamente, não é uma tarefa simples ou de fácil execução.

Por outro lado, o rendimento da fabricação pode ser avaliado com mais facilidade, desde que alguns parâmetros básicos sejam conhecidos. Uma vez que esses parâmetros estejam sob um controle adequado, permitindo a maximização do rendimento do processo, resta ao técnico ou queijeiro responsável expressar de maneira correta os índices que permitem avaliar o rendimento. Na prática, observa-se que a expressão do rendimento quase sempre é feita de maneira empírica e inexata e não retrata, portanto, a situação real ocorrida na fabricação do queijo.

Causas prováveis de erros

A experiência mostra a enorme dificuldade que empresas de laticínios tem para medir com exatidão o rendimento de suas fabricações de queijos. Algumas das principais causas podem ser listadas aqui:

-Falta de precisão na determinação do volume de leite

Muitas fábricas ainda medem o volume de leite nos tanques de fabricação usando obsoletas réguas, que são nada mais do que uma haste de alumínio com pontos que a dividem de 100 em 100 litros, por exemplo. Nada poderia ser mais impreciso, pois na vastidão de um tanque de 10.000

litros de leite, por exemplo, 1 mm a mais ou menos, representa muitos litros de leite. Mais desastroso ainda é a presença de espuma no leite, evento muito comum e que impede virtualmente determinar-se o volume de leite. É obvio que com esses erros, todos os dias haverá variações na determinação do rendimento l/kg, por exemplo. Para ter a exatidão necessária, é necessária a instalação de um medidor de fluxo devidamente ajustado e calibrado.

-Pesagem inexata dos queijos

A determinação correta do rendimento queijeiro passa, naturalmente, pela pesagem dos queijos. Essa ação deverá ocorrer tanque por tanque e, após a saída dos queijos das prensas. Deve ser feita em balança industrial, mas se possível digital e com bom nível de precisão. Tem pouco valor a pesagem de todos os queijos fabricados em um certo dia, já embalados em suas embalagens primárias e secundárias, pois a incidência de erros cumulativos é considerável. Entretanto, isto ainda é prática comum.

-Pesagem após salga em salmoura

A pesagem deve ser feita antes dos queijos passarem pela salmoura, se for este o sistema de salga. É um fato muito conhecido que queijos perdem peso em salmouras devido às diferenças de pressão osmótica. A perda de peso varia em função de vários fatores como o tempo de exposição, temperatura e concentração da salmoura, tamanho e formato do queijo, agitação da salmoura etc. A perda média de peso varia de 1 a 2% e, por isso, torna-se impossível determinar com exatidão o peso original dos queijos para que seja possível fazer cálculos de rendimento.

-Desconsideração do teor de umidade dos queijos

Normalmente, o teor de umidade de um queijo Prato é cerca de 45%, mas esse teor não é sempre obtido em todos os tanques elaborados em um dia, mesmo sendo leite do mesmo silo. Sempre há variações durante o processo (especialmente na curva de fermentação), que afetam o teor final de umidade do queijo. Assim, quando se calcula rendimento deve ser considerado se um queijo apresentou teor de umidade acima ou abaixo do padrão determinado e isso se faz geralmente com a definição de uma umidade teórica padrão para todos os lotes, que é utilizada na fórmula matemática. Na prática essas variações são, frequentemente, desprezadas, o que conduz a erros grosseiros nos resultados dos cálculos de rendimento.

Fatores que afetam o rendimento

Em que pese a complexidade do tema, pode-se dividir em 2 grupos os principais fatores que afetam o rendimento da fabricação de queijos:

1-Fatores diretos

São aqueles fatores que podem ser mensurados de forma mais rápida e que têm seu impacto no rendimento avaliado de forma mais objetiva.

- Composição do leite: obviamente, a composição do leite, especialmente seu teor de proteínas e de gordura, tem um papel fundamental na definição do rendimento. Em relação às proteínas, considera-se, sobretudo, a caseína, que é a fração coagulável pelo coalho e que, ao formar uma rede, (paracaseinato de cálcio) "aprisiona", em diferentes proporções, os demais elementos do leite, como gordura, lactose, sais minerais etc. Aumentando-se o teor de caseína do leite, o rendimento da fabricação é visivelmente aumentado pelo próprio peso da proteína que é retida a mais e também pelo fato de que a caseína aumenta consideravelmente a retenção de água no queijo. Acredita-se que aumentando o teor existente de caseína no leite em 1 kg, por exemplo, a produção de queijos pode ser aumentada em cerca de 3 kg. Por outro lado, um aumento do teor de gordura provoca também um efeito positivo no rendimento, só que com muito menor impacto. Normalmente, a gordura contribui sobretudo com seu próprio peso (descontando-se cerca de 8 a 12% de perdas no soro, no momento do corte da coalhada) e contribui ainda por facilitar uma maior retenção de água no queijo devido à menor sinérese observada em queijos mais gordos durante a elaboração no tanque. É muito importante que a padronização do leite para a fabricação seja feita com base na relação caseína/gordura, que mantida fixa permite obter queijos com a mesma composição físico-química. Atualmente, essa padronização é feita com auxílio de concentrados proteicos obtidos por ultrafiltração ou microfiltração do leite. Vale ainda lembrar que a composição do leite e, por consequência, o rendimento, sofre influência de diversos fatores como raça do animal, sua fisiologia, alimentação, período de lactação etc. Nesse aspecto, a influência da alimentação do rebanho na formação de substâncias nitrogenadas no leite (caseínas em particular) pode ser decisiva.

-Composição do queijo: a influência mais expressiva é do teor de umidade do queijo. Naturalmente, quanto maior o teor de água de um queijo, melhor será o rendimento daquela respectiva fabricação. Acredita-se que a elevação de 1% no teor de umidade do queijo represente cerca de 1,85% a mais de produção. Isso ocorre devido a retenção de outros elementos solúveis no soro, como lactose, soro-proteínas, sais etc.. Entretanto, a elevação do teor de umidade é limitada por alterações paralelas que podem ocorrer no queijo, como uma aceleração do processo de maturação (hidrólise mais intensa) que, em queijos como o Minas Frescal, diminuem sua vida útil ou em queijos, como a Mussarela e o Prato provocam alterações de consistência que dificultam o fatiamento, entre outros problemas. Procura-se sempre manter um teor de umidade compatível com as características funcionais e sensoriais desejadas num determinado queijo; a melhor abordagem é a padronização da UESD, a Umidade no Extrato Desengordurado do Queijo, um parâmetro cada vez mais usado por modernas fábricas de queijo. Obviamente, quanto maior for o teor de proteínas ou de gordura de um queijo, mais positivo será o efeito no rendimento. Compreende-se assim, porque o "ponto" da fabricação é um fator fundamental na definição do rendimento, pois regula o teor final de umidade do queijo, juntamente com o corte da coalhada e o processo de acidificação no tanque e na prensa.



-Perdas no corte: obviamente, é impossível cortar-se uma coalhada sem que haja, no soro, perdas parciais de componentes do leite. Entretanto, essas perdas podem ser minimizadas através da coagulação bem controlada do leite e de um corte cuidadoso da coalhada. O uso de Cloreto de Cálcio é imprescindível quando se trabalha com leite pasteurizado e pode ter um impacto no rendimento que vai bem mais além de auxiliar na coagulação propriamente dita. Além disso, é fundamental o uso de liras modernas, com lâminas afiadas (não é recomendável o uso de fios de aço inox ou de nylon), cuja rotação pode ser invertida para apenas "empurrar" (sem cortar) a coalhada, uma vez que o corte tenha sido efetuado. A rapidez do corte (em geral com a velocidade das liras entre 4 e 6 rpm) e o tamanho dos grãos, bem como a intensidade da agitação feita imediatamente após o corte, têm forte influência nas perdas de gordura e proteínas no soro. É importante fazer cerca de 2 a 3 minutos de repouso da coalhada cortada, antes de se proceder à primeira agitação. Nesse curto período, o grão de coalhada se "fecha" mais ("healing"), o que reduz a perda de elementos na agitação que se segue. Considere-se ainda que o processo de coagulação é afetado por outros fatores, como a temperatura de pasteurização do leite, seu teor de cálcio e proteínas, acidez e pH, temperatura de adição do coalho etc. Por exemplo, considera-se normal, no Brasil, que cerca de 8 a 12% da gordura do leite se percam no soro no momento do corte. Essa porcentagem poderá variar em função do teor de caseína do leite, mas deve-se buscar sempre minimizá-la.

2-Fatores indiretos

A-Estocagem do leite a frio: a estocagem prolongada do leite cru a baixas temperaturas provoca mudanças físico-químicas, como a dissociação parcial da caseína micelar (fração b), que passa para a fase solúvel, aumentando as perdas de nitrogênio, gordura e finos de coalhada e, conseqüentemente, reduzindo o rendimento da fabricação. Em resumo, trabalhando-se com o leite "do dia" há mais chances de melhorar o rendimento. Obviamente, nos dias de hoje, em grandes operações industriais, é quase impossível que se trabalhe com leite que não tenha sido estocado por 24 hs ou mais.

B-Contagem de psicrotróficos: psicrotróficos são microrganismos, como os do gênero *Pseudomonas* ou *Achromobacter* (*P. fluorescens*, por exem-

plo), que podem desenvolver-se rapidamente no leite, mesmo a baixas temperaturas de estocagem, como 7°C ou menos. Produzem lipases e proteases de alta termorresistência, que passam pela pasteurização ou mesmo pela esterilização do leite. Essas proteases podem degradar lentamente a caseína, aumentando a perda de nitrogênio e finos de coalhada no corte. Considera-se, por exemplo, que contagens de psicrotróficas superiores a 1×10^6 ufc/ml podem comprometer não somente o rendimento da fabricação, mas também o sabor do queijo, especialmente se este for de longa maturação, como o Parmesão, através da ação de lipases que degradam triglicérides provocando a rancidez do queijo. A boa higiene da produção do leite pode reduzir drasticamente a contaminação com psicrotróficas. O ideal é que se mantenha a contagem abaixo de 3×10^5 ufc/ml.

C-Contagem de células somáticas (CCS): a mamite é uma infecção microbiana que ataca o úbere de matrizes leiteiras, danificando o tecido celular e atraindo para o local células brancas (leucócitos) do sangue, que são parcialmente transferidas para o leite, aumentando assim sua CCS. Se a contagem de CCS ultrapassa a 2×10^6 /ml, podem produzir enzimas proteolíticas que atingem um nível e atividades suficientes para degradar a caseína a ponto de diminuir o rendimento da fabricação. Além disso, células somáticas contêm fortes componentes antimicrobianos, que quando liberados no leite inibem a atividade das culturas lácticas.

D-Atividade da plasmina: a plasmina é a protease natural do leite; a maior parte dessa enzima encontra-se no leite sob a forma de seu precursor, plasminogênio, que não tem atividade proteolítica. Células somáticas, especialmente em altas contagens, produzem um ativador do plasminogênio, que pode convertê-lo para a plasmina ativa ainda na glândula mamária. Como a temperatura ideal para a atuação da plasmina é próxima a temperatura corporal da vaca, a maior parte do dano provocado por sua atividade proteolítica na caseína ocorre ainda no úbere. Se o leite for resfriado rapidamente após a ordenha os efeitos negativos no rendimento são, consideravelmente, reduzidos. A mamite acaba tendo, portanto, uma outra influência negativa no rendimento, que é a ativação do plasminogênio através da alta contagem de células somáticas.

E-Tipo de coalho usado: todos os coalhos são caracterizados pela presença de uma ou mais proteases que atacam a fração k-caseína, provocan-

do a coagulação do leite. Algumas dessas proteases são mais proteolíticas ou menos específicas em sua atuação do que outras. Aquelas mais proteolíticas, como a pepsina suína ou as proteases ácidas de origem fúngica (ditos "coagulantes microbianos" de primeira geração), além de romper a ligação específica 105-106 da k-caseína, continuam a degradar rapidamente o restante da cadeia de aminoácidos durante a coagulação do leite e podem provocar maiores perdas de nitrogênio, gordura e finos durante o corte da coalhada. A enzima que alia a melhor atuação coagulante com mais alta especificidade e, portanto, permite o melhor aproveitamento de elementos do leite na coalhada e melhor rendimento, é a quimosina (presente nos coalhos obtidos por fermentação, genericamente conhecidos por "genéticos"), seguida pela pepsina bovina. A escolha adequada do tipo de coalho é, portanto, um fator de grande importância no controle do rendimento da fabricação de queijos.

F-Pasteurização do leite: quando o leite é pasteurizado, uma pequena porcentagem das soro-proteínas é desnaturada (cerca de 2 a 3%). A b-lactoglobulina desnaturada tende a agregar-se a k-caseína e passa, em parte, para a coalhada, ao invés de perder-se no soro, como acontece usualmente com as soro-proteínas. Esse fenômeno provoca um ligeiro aumento no rendimento pela própria presença da soro-proteína e também por sua conhecida capacidade de hidratação. Deduz-se assim que comparado ao uso de leite cru, o leite pasteurizado possibilita maior rendimento. Quanto maior for a temperatura de pasteurização, maior será o índice de desnaturação. Entretanto, não é aconselhável o uso de temperaturas superiores a 75°C/15, pois a coalhada torna-se mais mole, com risco de maiores perdas no corte. Além disso, o queijo tende a reter mais umidade, curando mais rápido e com maior risco de apresentar gosto amargo (maior retenção de coalho), apresentando ainda possíveis problemas de fatiamento após um certo período de cura, nos casos específicos de queijos semiduros, como o Prato ou filados, como a Mussarela.

-Rendimento econômico e técnico

Quando se fala de rendimento, normalmente, pensa-se quase sempre na relação de litros de leite que foram necessários para se elaborar um quilograma de um determinado tipo de queijo. O chamado rendimento "litros por kg" é amplamente utilizado pela indústria queijeira e, constan-

temente, monitorado por queijeiros preocupados com seus processos e seu próprio desempenho e por industriais interessados em manter uma alta eficiência em suas empresas.

Dentro desse conceito, pode-se definir o controle de "litros por kg" como um rendimento econômico, é aquele através do qual o empresário calcula o custo final da produção de seu queijo, tomando-se em consideração o preço pago por 1 litro de leite e o volume deste necessário para produzir 1 kg de queijo.

O rendimento técnico seria aquele, no qual de posse de dados físico-químicos referentes a composição do leite, do soro resultante e do queijo obtido, o técnico ou o queijeiro determinariam se houve um aproveitamento ideal dos constituintes do leite que podem ser transferidos para o queijo. Além disso, permitiria ainda estabelecer comparações válidas entre diferentes fabricações de um mesmo tipo de queijo, mesmo que estes apresentassem composição físico-químico diferente. É a maneira mais correta de se calcular rendimento.

Os dados obtidos para o rendimento técnico podem diferir substancialmente daqueles observados para o rendimento econômico de uma fabricação e, assim, influenciar decisivamente no custo final de um queijo e, em última instância, na sua competitividade no mercado.

Na literatura especializada estão disponíveis diversas fórmulas matemáticas que permitem calcular o rendimento técnico e, até mesmo, fazer previsão da produção de queijos a ser obtida em uma determinada fabricação. Essas fórmulas sempre levam em conta a transição porcentual de caseína e gordura do leite para a coalhada, bem como o teor real de umidade observado no queijo, além do peso exato da produção.

Uso de madeira na maturação de queijos

O uso de madeira em prateleiras de câmaras para maturação de queijos tem sido motivo de polêmica no Brasil, colocando em posições opostas queijeiros e agentes de inspeção. Prateleiras de madeira têm sido usadas há séculos para maturação de queijos, na Europa e mesmo nos Estados Unidos.

Muitos tipos de queijos foram tradicionalmente elaborados e moldados em formas de madeiras por longos anos e esse costume ainda persiste na fabricação de muitos deles, acreditando-se com justa razão que a madeira, sendo um material isolante, mantém o calor na massa permitindo melhor coesão entre os grãos e uma prensagem mais eficiente.



Enquanto seu uso em queijarias seja tradicional e com um longo registro de eficiência e segurança, o uso de madeira tem sido motivo de debates polêmicos nos últimos anos. Muitos a consideram melhor do que aço inox ou material plástico, além de ser mais barata e de longa durabilidade quando devidamente tratada e cuidada.

Somente na Europa estima-se que cerca de 500.000 toneladas de queijos sejam curados, anualmente, em prateleiras com tábuas de madeira, das quais 350.000 toneladas apenas na França. Podem ser citados como exemplos queijos classificados como DOP-Denominação de Origem Protegida, como o Comté, Reblochon, Beaufort, Munster, Cantal e Roquefort, que, *obrigatoriamente*, devem ser maturados em prateleiras de madeira. O mesmo ocorre com queijos venerandos como os italianos Grana Padano e Parmigiano Reggiano, ambos curados por 1 e 2 anos, respectivamente, sempre em tábuas de madeira.

No Brasil, a madeira vem sendo usada na maturação de queijos há cerca de 130 anos, sem nenhum registro de problemas causados pelo contato do queijo com a mesma. Foi introduzida no Brasil pelos pioneiros holandeses, no final do século XIX, na região da Mantiqueira, em Minas Gerais e, posteriormente, no início do Século XX, pelos dinamarqueses que se estabeleceram no sul de Minas. Antigamente, era amplamente usada na cura do queijo Prato, que não era embalado logo após a fabricação,

sendo portanto curado com formação de casca. Muitos outros queijos foram e continuam sendo curados em prateleiras de madeira no Brasil, como o Suiço (Gruyere e Emmental), Parmesão e o queijo do Reino. Este último requer tábuas especialmente preparadas, escavadas parcialmente para receber e acomodar um queijo esférico.

Observa-se nos últimos, no Brasil, um crescimento extraordinário e de forma mais organizada da *fabricação de queijos artesanais*. Já não são fabricados somente os tradicionais queijos da Serra da Canastra ou do Serro. Várias fábricas em sítios e fazendas elaboram sofisticados queijos de estilo europeu e, praticamente todos eles são curados, por semanas ou meses, em tábuas de madeira. Para esse segmento, o uso da madeira é imprescindível e um fator decisivo para a qualidade dos queijos elaborados.

O uso da madeira é considerado crítico na secagem, desidratação e formação de casca em queijos curados sem embalagem. Ela desempenha 2 papéis importantes na maturação de queijos com casca:

- estimula a ecologia microbiana da casca do queijo, pela formação de biofilmes. A superfície da madeira apresenta estrutura porosa, que permite o desenvolvimento de colônias microbianas, conhecidas por biofilmes. Sua natureza é determinada pela microfora, sob influência do tipo de queijo, além da frequência e condições de limpeza da madeira;

- ocorre um intercâmbio hídrico entre a casca do queijo, a madeira e o ambiente em que se encontram, contribuindo para o ajuste da umidade nesses 3 meios. É muito difícil substituir, na prática, a madeira e seu fascinante papel no equilíbrio da umidade e formação da casca do queijo;

A madeira exerce um papel regulatório natural da umidade, não somente da casca do queijo, mas também do ar circulante em câmaras frias, pois é higroscópica e, assim, pode reter umidade em ambientes muito úmidos ou liberá-la, quando o local ficar mais seco. Para isso, a madeira tem que estar seca (15 a 18 g de



água /100 g de madeira) o que pode exigir, quando nova, cerca de 3 a 5 meses de secagem ao ambiente. A atividade de água (A_w) é um dos parâmetros usados para avaliação da condição da madeira. A_w deveria ser de, no máximo, 0,83, quando a madeira não está em uso (seca) ou cerca de 0,95 (úmida), quando estiver sendo usada em câmaras.

Em um estudo conduzido por *Lortal et al* em uma fábrica de queijo Reblochon na França, tábuas ligeiramente úmidas (contendo 27 g de água /100 g de madeira) foram colocadas em uma câmara a 12°C e com 96% de umidade relativa do ar. Comprovando a contribuição da madeira para ajustar a umidade do queijo, o fluxo migratório entre os dois meios só se estabilizou quando se atingiu um equilíbrio, que correspondeu a 55 g de água /100 g de madeira. Para melhor compreensão deste papel, basta que se imagine uma câmara abarrotada com milhares de formas de queijo e contendo também milhares de formas de madeira, em constante intercâmbio, ambos, com o ambiente em volta em busca do equilíbrio da umidade relativa do ar.

Algumas características da madeira justificam seu uso como prateleiras na maturação de queijos sem embalagem:

- possui propriedades higroscópicas (porosidade da madeira), que auxiliam na secagem da casca do queijo;

- evita, por absorção, que a umidade despreendida pelo queijo fique entre este e a prateleira, gerando putrefação e mau cheiro. Isso poderia ocorrer mais facilmente quando prateleiras de aço inox ou plástico são usadas, já que não ocorre nenhum tipo de re-absorção;

- alguns tipos de madeira têm propriedades antimicrobianas, possivelmente ligadas à presença de polifenóis (flavonóides, taninos e óleos essenciais).

Na Europa, é muito usado o abeto (um gênero de coníferas, também conhecido como pinho alemão ou cipreste). As espécies de madeira com maior capacidade antimicrobiana seriam o pinho (deve ser usado, mas sem óleo e os nós), o cedro e o carvalho (apesar de seu peso).

Para alguns tipos de queijos, os fabricantes europeus preferem madeiras mais rústicas, que apresentem mais rugosidades e estrias, o que permitiria melhor circulação de ar entre elas e o queijo.

Em alguns lugares, a madeira é usada não apenas para a curar queijos, mas também nas tinas, para sua elaboração, como ocorre com o Ragusano, elaborado na Sicília (Itália) e o Cantal (França). Observação microscópica de biofilmes de diversas fábricas usando tinas de madeira mostra várias

camadas de microrganismos incrustados em uma espessa matriz de EPS (exopolissacarídeos) com predominância de bactérias lácticas termofílicas (em especial *Streptococcus thermophilus*) e também corineformes, como o *Brevibacterium linens*. Não há grande presença de mofos e leveduras.

Constata-se, assim, que a madeira reafirma sua nobreza ancestral, sendo usada desde os tempos de antanho nas vetustas tinas para elaborar os queijos nas singelas formas para moldá-los e, nas duradouras tábuas e prateleiras, para curá-los.

Aqueles que defendem a proibição da maturação de queijos com casca em tábuas de madeira, alertam sobre o risco potencial de contaminação com microrganismos patogênicos, com preocupação mais focada na *Listeria monocytogenes*, devido justamente à formação de comunidades bacterianas que se convertem em biofilmes na interface casca-madeira. A situação tornou-se tão polêmica que, em 2017, a FDA (Food and Drug Administration) americana emitiu um comunicado decidindo aplicar uma antiga norma (nunca antes aplicada por seus efeitos), que proíbe a importação pelos Estados Unidos de queijos europeus que tenham sido maturados em prateleiras de madeira. Essa decisão foi considerada tão draconiana que, desde então, o assunto vem sendo calorosamente debatido nos órgãos regulatórios americanos, com a defesa firme da prestigiada WCMA – Wisconsin Cheesemakers Association em prol do grande número de fábricas de queijos do país que elaboram excelentes queijos, curados em tábuas de madeira. Posição semelhante foi adotada pela ACS – American Cheese Society que declarou que o uso da madeira é seguro, desde que os procedimentos adequados de limpeza e sanitização sejam aplicados. Reconhece ainda que o uso de madeira é especialmente fundamental para os fabricantes americanos de queijos artesanais, sempre muito premiados no reconhecido concurso anual da ACS.



Um importante pronunciamento em defesa dos queijeiros americanos já tinha sido feito pelo CDR -Center for Dairy Research, da University of Wisconsin, considerado o mais respeitado centro de estudos avançados de tecnologia de queijos dos USA. Em um artigo publicado em seu boletim *Dairy Pipeline* (volume 25, número 1, de 2013), os cientistas *Bénédicte Coude* e *Bill Wendorff* apresentam os benefícios da cura de queijos em tábuas de madeira, tanto para a casca quanto para a maturação em si mesma, e concluem que não existe nenhum perigo de contaminação com microrganismos patogênicos, aí incluída a *Listeria monocytogenes*, desde que os procedimentos recomendados de limpeza e desinfecção sejam adotados.

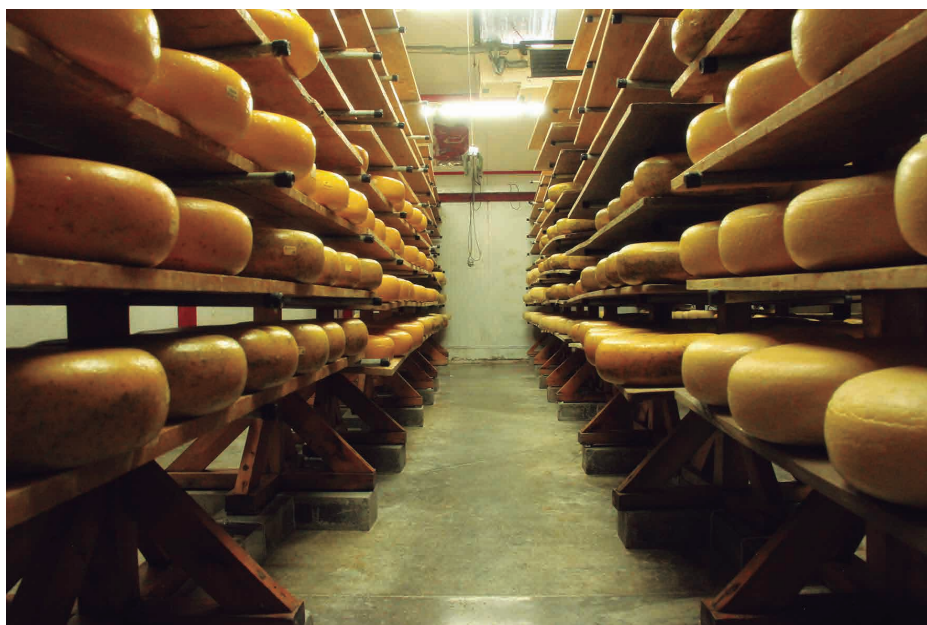
Ao final de tanta polêmica, a madeira continua sendo usada na maturação de queijos nos Estados Unidos, tendo sido acordado que o ônus da prova cabe à FDA: a agência terá que provar de forma cabal que a formação de colônias ou biofilmes na interface queijo-tábua é insegura do ponto de vista sanitário e, assim, não será papel de associações como CDR, WCMA e ACS provarem o contrário, ou seja, que a microflora que habita essas comunidades é segura.

Diversos estudos científicos recentes têm mostrado exatamente o contrário do que dizem os críticos do uso da madeira e têm comprovado que ela é segura e não permite o crescimento de contaminantes indesejáveis e perigosos para a saúde do consumidor de queijo. Esse fato já vinha sendo demonstrado empiricamente através da qualidade observada em todos os queijos tradicionais, como o Emmental e Parmigiano Reggiano, que têm sido maturados há séculos em tábuas de madeira.

Em um trabalho científico conduzido por *Mariani et al* foram avaliadas 50 tábuas de madeira em 8 diferentes fábricas de queijo Reblochon, na região da Savóia francesa. A escolha do Reblochon não foi por acaso - esse queijo de alta umidade foi selecionado devido à sua maturação superficial, da qual participam não somente bactérias, mas elevado número de mofos e leveduras (*Geotrichum*, *Brevibacterium* etc) que consomem o ácido láctico e fazem subir o pH da casca, facilitando um crescimento eventual de *Listeria monocytogenes*. Ao longo da maturação do Reblochon, os pesquisadores constataram não somente a ausência de microrganismos patogênicos, dentre eles *Listeria monocytogenes*, mas também descobriram que os biofilmes formados nas tábuas de cada uma das fabricações eram constituídos, majoritariamente, da microflora dos queijos que ali curavam. O mesmo estudo comprovou ainda o que já se suspeitava e era mencionado em trabalhos anteriores: o efeito inibitório do biofilme contra a implantação e crescimento da *Listeria*

monocytogenes, provavelmente devido à competição com bactérias colineiformes, que também crescem na madeira. É interessante mencionar outra conclusão, a de que esse efeito inibidor era diminuído com lavagens demasiado frequentes das tábuas, para a remoção dos biofilmes. Ou seja, é importante limpar, lavar etc, mas que isso seja feito com frequência controlada.

Em estudo semelhante, *Guillier et al* avaliaram a competição entre a microflora do biofilme em tábuas usadas em maturação e algumas cepas de *Listeria monocytogenes*, e chegaram a conclusões semelhantes às de *Mariani et al*, afirmando que o potencial de crescimento de *Listeria monocytogenes* em colônias originadas da interface de queijos com a madeira onde são maturados é muito limitado, desde que esses mesmos biofilmes sejam preservados. Os autores sugerem o mesmo mecanismo já mencionado para a inibição de outros microrganismos patogênicos, como *Staphylococcus aureus*.



A União Europeia (EU, mostrando maturidade e respeito à suas longevas tradições queijeiras e também acatando resultados da comunidade científica, permite o uso de madeira para a maturação de queijos sem embalagens. A única exigência é de que as tábuas sejam tratadas, periodicamente, com detergente, seguido de imersão em água a 70°C por 30 minutos. Trabalhos científicos realizados na UE comprovaram que com esse tratamento, contaminações eventuais com *Listeria monocytogenes* são completamente eliminadas.

Considerando esses resultados, é natural que se conclua que queijos de casca muito mais seca e lisa, como o Suíço, Parmesão etc, largamente maturados em tábuas de madeira no Brasil oferecem ainda muito menos riscos de crescimento de patógenos, já que o pH na interface queijo-madeira é baixo (5,25-5,35), assim como é baixa a A_w (atividade de água, relativa a concentração de sal), que também exerce efeito inibitório sobre a proliferação microbiana.

Todos os trabalhos realizados indicam que o uso da madeira é seguro, mas devem ser observados protocolos de limpeza e desinfecção para garantir a ausência de microrganismos contaminantes. Nesse sentido, alguns dos estudos dedicaram-se a estabelecer os tratamentos que poderiam ser usados pelos queijeiros em todo o mundo.

Por exemplo, em um trabalho realizado por *Zangerl et al* no respeitado *Federal Institute for Alpine Dairy*, na Áustria, pesquisadores contaminaram a madeira com *Listeria monocytogenes* (1×10^6 CFU /cm²). Após alguns dias de uso, as tábuas foram limpas com escovas durante um aquecimento por imersão em água a 50°C por 15 minutos, seguido de tratamento térmico para desinfecção a 80°C por 5 min ou 65°C por 15 min. A limpeza isoladamente não foi suficiente para eliminar *Listeria monocytogenes*, mas quando seguida do processo de desinfecção, o microrganismo foi completamente eliminado.

Alguns queijeiros preferem não usar sabão ou detergentes na limpeza das tábuas por receio de transmitir sabores e odores estranhos à madeira. Mas a recomendação geral é de que detergentes sejam usados e que sejam feitas enxaguagens intensas para remover eventuais resíduos. Em seguida, deve ser efetuado o tratamento térmico recomendado para a desinfecção através da imersão da tábua em água a 65°C por 15 min. Nos Estados Unidos, por exemplo, após esta desinfecção térmica, a madeira é ainda tratada com solução de cloro a 200 ppm ou solução a 10% de peróxido de hidrogênio e é, em seguida, deixada a secar ao sol por várias horas, já que os raios UV podem matar microrganismos remanescentes.

O uso da madeira na maturação de queijos sem embalagens é de comprovada eficiência e necessidade e sua utilização deveria ser mantida e regulamentada pelas autoridades sanitárias do Brasil, quando prescreveria a obrigatoriedade dos processos de limpeza e desinfecção das tábuas. Não se justifica, tecnicamente, nenhuma proibição e restrição ao seu uso e também por se tratar de uma tradição secular incorporada à cultura queijeira do país e, como tal, deve ser respeitada.

Tecnologia geral: pontos importantes

- Leite a ser estocado refrigerado por um período prolongado antes de ser transformado em queijo deveria ser "termizado", o que destruiria a maioria dos microorganismos psicrotróficos. Recomenda-se o aquecimento a 65°C por 10 segundos. Posteriormente, antes da fabricação, o leite seria, então, pasteurizado normalmente.

- Algumas bactérias termofílicas, como algumas NSLAB e também *S. thermophilus* podem crescer na seção de regeneração de pasteurizadores, caso estes sejam usados continuamente por longos períodos, sem processo de limpeza. Isso pode provocar alteração na textura e sabor dos queijos.

- O superaquecimento do leite na pasteurização pode ter consequências prejudiciais ao queijo:

- A desnaturação proteica faz aumentar o tempo de coagulação;
- A coalhada torna-se mais fraca e desmolda mais lentamente;
- Aumenta a chance de formação de sabor amargo no queijo;
- Pode destruir a xantina-oxidase e diminuir a eficácia de nitratos contra o estufamento.

- A desnaturação proteica durante a pasteurização faz aumentar ligeiramente o rendimento da fabricação. Mas não se deve abusar desse recurso. O teor de nitrogênio de um soro resultante de leite pasteurizado deveria ser igual a pelo menos 95% daquele de um soro resultante do mesmo leite antes da pasteurização.

- É verdadeiro que queijos de longa maturação feitos com leite cru tendem, em geral, a apresentar melhor sabor do que aqueles elaborados com leite pasteurizado. As razões para o fenômeno estariam associadas a inativação de lipases lipoproteicas ou destruição de certos microorganismos naturais, durante a pasteurização. Essa regra, entretanto, quase sempre só é válida em se tratando de leite cru de alta qualidade. Em outros casos, a pasteurização acaba sendo mais benéfica.

- A homogeneização do leite para queijos não é comumente praticada, apesar de estimular lipólise. Pode levar à formação de queijo esponjoso, de textura inadequada, especialmente em se tratando de queijos duros e semiduros. Se o leite a homogeneizar for de má qualidade, o processo pode estimular a rancidez hidrolítica. Nos Estados Unidos, é comum que se homogeneize o creme ou o leite (apenas 50% do total) para fabricação do Blue Cheese.



- O uso de cloreto de cálcio é recomendado, mas não é essencial na coagulação do leite pasteurizado. Uma dose de apenas 7 gramas de cloreto de cálcio puro por 100 l de leite já é suficiente para recuperar as propriedades do leite para coagulação. Doses superiores a 20 g/100 l podem causar sabores estranhos no queijo.

- A temperatura de coagulação do leite pode variar de 28 °C (queijos moles e mais ácidos) a 35 °C (queijos mais firmes), quando se usa fermento láctico.

- O tempo de coagulação é variável e depende de diversos fatores. Mas sob condições normais, ocorre de 25 a 35 minutos após a adição do coalho. No Brasil, há tendência de se achar sempre que a coalhada "está mole" e com isto, prolonga-se a coagulação até 50-60 minutos. Nesses casos, a acidificação prossegue e pode ser maior a desmineralização da massa.

- O coalho não deve ser preparado em água clorada.

- Uma coalhada aparentemente mole pode estar apta para o corte. Se este é feito cuidadosamente, seguido de repouso e mexedura adequada, não há perdas anormais no soro e este se apresenta esverdeado tão logo os grãos se firmem um pouco e comecem a se separar.

- A acidez do soro no corte pode ser um bom indicativo da evolução da fermentação durante a coagulação. Geralmente não deveria ser inferior a 2/3 da acidez observada no leite no momento da adição do coalho, sob condições normais.

ALGUNS DEFEITOS COMUNS

PRODUÇÃO INDESEJÁVEL DE GASES EM QUEIJOS SEMIDUROS

Infelizmente a produção de gás em queijos não é um privilégio de bactérias aromáticas ou da flora propiônica. Outros microrganismos podem produzir gases como o CO₂ e o H₂ de forma repentina e descontrolada nos queijos, provocando graves alterações de sabor, aroma e textura.

O ESTUFAMENTO TARDIO

É, provavelmente, o defeito mais sério e mais comum observado na fabricação de queijos maturados em países tropicais. Afeta, sobretudo, queijos de maturação mais longa e, em especial, aqueles que têm que passar por um período em câmara "quente", durante o qual estão mais vulneráveis. É causado, principalmente, pela presença de *Clostridium tyrobutyricum*, mas pode ser causado também por *Clostridium butyricum* ou *Clostridium sporogenes* (que causa putrefação localizada). A gravidade do problema reside no fato de que *C. tyrobutyricum* é termoresistente (esporulado resiste à temperatura de pasteurização do leite) e encontra em queijos semiduros excelentes condições para crescimento, tais como:

- abundância de lactato, seu substrato para a formação de hidrogênio e gás carbônico;
- pH não muito ácido (5,2-5,35);
- teor médio de sal (1,0 a 1,5%);
- condições de anaerobiose, pois queijos são prensados e/ou embalados à vácuo;
- excelente temperatura de crescimento quando o queijo vai para a "câmara quente" à 16-18°C.

- Atualmente coalhos microbianos (fúngicos) de boa qualidade (ditos de terceira geração) estão disponíveis no mercado e podem ser utilizados tanto na fabricação de queijos frescos como na de queijos semiduros e semiduros maturados, sem causar problemas de sabor amargo.

- A quantidade de coalho retida no queijo aumenta se a temperatura de pasteurização é mais alta ou se o pH do leite diminui; quanto mais alta a temperatura de semicozimento ou cozimento da massa, menor é o teor residual de coalho do queijo. Quanto maior o teor residual de coalho em um queijo, maiores são suas chances de apresentar sabor amargo.

- A coagulação de leite que foi estocado a frio por um período mais prolongado requer um pouco mais de tempo. Dependendo da qualidade do leite, a presença de microrganismos psicrótrópicos pode provocar ligeira queda no rendimento da fabricação (ação proteolítica) ou produzir lipases termoresistentes que mais tarde provocarão rancidez ou sabor "ardido" no queijo, em especial em queijos de longa maturação, como o Parmesão.

- O sabor amargo pode ser um defeito apenas temporário do queijo. Substâncias amargas podem se acumular durante as primeiras semanas de maturação de queijos, como o Prato ou Gorgonzola, e depois serem degradadas para compostos menores 'não-amargos', fazendo desaparecer o defeito.



A flora butírica metaboliza o lactato de cálcio (ácido láctico) e produz hidrogênio, gás carbônico e ácido butírico, além de outros compostos; como resultado, o queijo apresenta olhaduras irregulares ou verdadeiros buracos de aspecto anormal e o sabor tende a rancido ou ligeiramente pungente, desagradável.

O melhor recurso para evitar a fermentação butírica é a utilização de leite de boa qualidade bacteriológica, mas este nem sempre está disponível. Outros recursos podem ser empregados (como a degerminação em centrífugas ou a microfiltração do leite em membranas especiais sob alta pressão), mas nem sempre são viáveis para boa parte das fábricas.

Para combater o estufamento tardio tem sido muito empregada uma enzima, a lisozima, que é extraída da clara de ovo e é capaz de impedir a germinação de esporos do *Clostridium* diminuindo ou eliminando completamente o defeito, dependendo do nível de contaminação inicial do leite. Outro recurso frequentemente utilizado é o chamado tratamento peroxi-catalase que emprega o Peróxido de Hidrogênio para destruir a flora butírica (permitido nos Estados Unidos) e a enzima catalase para eliminar os resíduos do peróxido do leite, mas que ainda não é regulamentado em muitos países, sendo inclusive proibido no Brasil.

O nome "estufamento tardio" decorre do fato de que esse defeito só se manifesta no queijo depois de que este tenha curado por um certo tempo, em geral por mais de 15 dias, sendo que o problema pode também se manifestar muitos meses depois da fabricação do queijo.

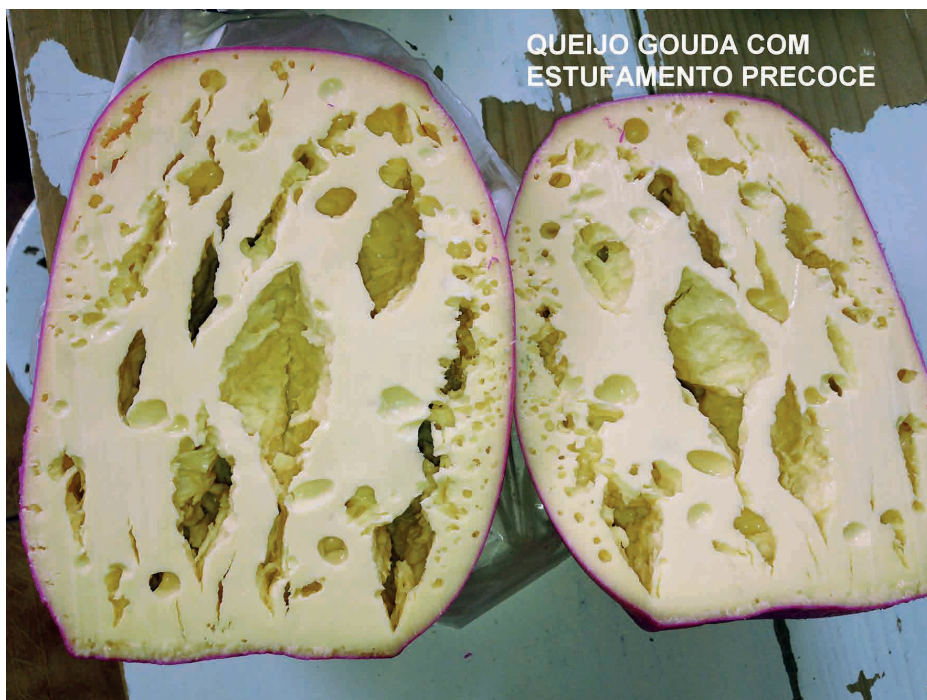
A razão para isso está em 3 importantes características dos *Clostridium tyrobutyricum* e *Clostridium butyricum*:

- são bacilos esporulados e a germinação dos esporos é lenta e requer certas condições favoráveis;
- são bacilos estritamente anaeróbicos e só vão germinar quando o Potencial de Oxi-redução do queijo for suficientemente baixo. Isso requer um certo tempo, pois o oxigênio presente na massa é consumido lentamente quando as bactérias lácticas metabolizam lactose, proteína, gordura, etc buscando gerar energia para sua multiplicação;
- são bacilos que não toleram a acidez do queijo (junto ao efeito do sal e A_w , geralmente, não crescem em pH inferior a 5,15) e, por isso, só tendem a se manifestar quando o pH do queijo sofre um ligeiro aumento, o que só ocorre com algumas semanas ou meses de maturação, dependendo do tipo de queijo.

Clostridia : características

O principal agente causador do estufamento tardio é o *Clostridium tyrobutyricum*, que é encontrado na natureza, sobretudo no solo, na terra, na poeira e, com muita frequência, nas forrageiras usadas no preparo da silagem. Quando a silagem está mal fermentada, a contaminação no leite pode ultrapassar a 100.000 germes por litro, o que é altíssimo para esse microrganismo tão agressivo. O pH ideal para a silagem estaria por volta de 3,5 a 4,0 e, quando esses níveis não são alcançados, *Clostridium tyrobutyricum*, cresce rapidamente e pode vir a contaminar o leite no momento da alimentação das vacas ou durante a ordenha dos animais, sobretudo em se tratando de ordenha manual.

Está já comprovada a relação entre a alimentação de vacas com silagem e o aumento da incidência de bacilos butíricos no leite. Na Europa, nos meses de inverno, a situação torna-se pior, já que o gado permanece estabulado e é basicamente alimentado com silagem e outros alimentos concentrados. O assunto foi exaustivamente estudado na Itália, já que dois dos queijos mais afamados do país, o Parmigiano Reggiano e o Grana Padano, são bastante vulneráveis à fermentação butírica. Na França, é proibida a alimentação de vacas com forrageiras ensiladas se o leite destina-se à fabricação de queijos, como o Gruyère Comté ou o Emmental "grand cru" (feitos somente com leite cru e em tecnologia tradicional). O mesmo ocorre na Suíça com o leite destinado à fabricação do Gruyère e Emmental fabricados naquele país.



QUEIJO GOUDA COM
ESTUFAMENTO PRECOCE

Clostridium tyrobutyricum pertence à família das *Bacillaceae* e são bastonetes mesófilos, gram⁺, anaeróbicos estritos e extremamente termoresistente. Não é um microrganismo patogênico. Os esporos podem suportar aquecimentos de até 100°C por 6 minutos. Sua temperatura ideal de crescimento está entre 32 e 37°C, mas podem se desenvolver em temperaturas que vão de 9 a 42°C. Não crescem no leite devido ao elevado potencial de oxi-redução (Eh de +250mV, em média) e não fermentam a lactose, mas crescem no queijo pela fermentação do lactato de cálcio (ácido láctico), sua principal fonte de carbono.

Outras espécies do mesmo gênero são *Clostridium butyricum* (que é menos virulento, bem mais sensível ao sal e a pH baixo) e *Clostridium sporogenes* (que seria capaz de fermentar monossacarídeos, como a glucose e galactose, com produção de gás, além de ser um forte agente proteolítico, degradando a matriz caseínica, liberando aminoácidos sulfurados e produzindo odores pútridos muito intensos e mudanças de cor na massa).

Bacilos butíricos : contagens no leite e crescimento

Sabe-se que não é necessário um número muito elevado de esporos de *Clostridium tyrobutyricum* no leite para causar o estufamento tardio nos queijos. Os números encontrados na literatura são variados, mas se situam ao redor de 1.000 esporos por litro de leite, com variações de 100 a 5.000 esporos por litro. Acredita-se que, quando o número não excede a 200 esporos por litro, e com o uso de outros fatores de inibição (como nitratos e cloreto de sódio, além de uma adequada fermentação láctica), seja possível evitar-se o estufamento em queijos semiduros, como o Gouda e o Edam. A maioria dos autores menciona que o número crítico estaria entre 500 e 1.000 esporos por litro de leite.



Quando presentes no queijo, as contagens de *Clostridium tyrobutyricum* aumentam extraordinariamente, devido às condições favoráveis para o seu crescimento e que não são existentes no leite. Se o leite contém, por exemplo, 1.000 esporos por litro, o queijo poderá conter até 5.000 esporos por grama, sendo que os esporos concentram-se na região das crateras e olhaduras irregulares, enquanto que em outras áreas os números são muito mais reduzidos (por volta de 100 esporos por grama).

Se o número de esporos for bem superior a 1.000 por litro de leite, no queijo, as contagens podem chegar a 10 milhões por grama, com um estufamento "explosivo" do queijo.

As divergências quanto ao número mínimo necessário para provocar o defeito podem estar relacionadas a uma série de fatores que, com maior ou menor intensidade, afetam a germinação dos esporos dos bacilos butíricos no queijo, tais como:

- Teor de sal do queijo, no centro e na casca
- Teor de umidade do queijo
- pH do queijo
- Aw do queijo
- Potencial Redox do queijo
- Temperatura de maturação
- Presença de elementos estimulantes da germinação dos esporos, como o amoníaco (NH₄) e o ácido acético.
- Tipo de queijo (queijos maiores são mais vulneráveis, menor teor de sal no centro)

O queijo Cheddar raramente é acometido por fermentação butírica, mesmo que seja elaborado com leite de qualidade duvidosa, pois esse queijo apresenta algumas características que contribuem para desestimular a germinação dos esporos do *Clostridium tyrobutyricum*:

- sal adicionado na massa desde antes da prensagem, proporcionando baixa A_w no centro do queijo durante toda a maturação;
- queijo tem bastante acidez e pH baixo;
- queijo tem baixo teor de umidade, cerca de 39% no queijo fresco;
- massa não é muito compactada e pode até apresentar finas fissuras entre os grãos que não se soldam bem - assim, o potencial Redox é alto e



não facilita o crescimento de esporos anaeróbicos estritos, como *Clostridium tyrobutyricum*;

-o Cheddar matura todo o tempo entre 5 e 10°C e não passa por câmaras mais quentes, como o Gouda ou o Emmental;

-o pH do Cheddar mantém-se mais baixo por mais tempo, já que é elaborado com cultivos tipo O (mesófilos homofermentativos, como o *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*), que não fermentam citratos. Assim, o resíduo de ácido cítrico que permanece no queijo (até 0,20-0,25%) ajuda a manter mais ácido o seu pH.

Experimentos realizados no NIZO, na Holanda, demonstraram que em um queijo Gouda contendo nitratos (adicionados 15 g por 100 litros de leite) e de pH baixo (5,15) o teor de sal pode inibir a germinação dos esporos do *Clostridium tyrobutyricum*. A conclusão foi de que é necessário que o queijo apresente no mínimo 3% de sal em relação a seu Extrato Seco total. Para um queijo Prato com 44% de umidade, esse valor corresponde a 1,90% de cloreto de sódio no queijo, um valor que pode ser considerado alto, tornando impraticável a aplicação desse conjunto de fatores como meio inibidor do estufamento tardio.

O estudo mostra ainda que, quanto mais cedo o queijo for transportado da prensa para a salmoura, menor a chance de se apresentar o problema da fermentação butírica. Nessas condições, o rápido resfriamento do queijo, aliado à precoce entrada de sal na massa, parece exercer um efeito negativo sobre os esporos butíricos. Para a germinação e crescimento, os bacilos butíricos requerem temperatura igual ou superior a 9°C.

Queijos com fermentação butírica em geral apresentam as seguintes características visuais:

- Externamente, abaulados.
- Tocados com os dedos, som oco, típico de gás internamente.
- Ao corte, a textura pode se apresentar com aspecto variado:
 - 1-Crateras grandes, ao lado de trincas;
 - 2-Olhaduras irregulares, sem forma definida, rugosas ou não;
 - 3-Às vezes, olhaduras parecidas às de bactérias propiônicas (formação de CO₂)
- Odor típico, acentuado, à rancido, desagradável;
- Sabor forte, meio rancido, mas que pode vir mesclado com algo de sabor adocicado também.

A fermentação butírica

O microrganismo mais frequentemente encontrado nos queijos, é o *Clostridium tyrobutyricum* e fermentação ocorre sobre o lactato de cálcio, formando ácido butírico, dióxido de carbono e hidrogênio, como se apresenta:



Pela reação, deduz-se que apenas 180 g de ácido láctico, se fermentado por *Clostridium tyrobutyricum*, pode produzir 88 g de ácido butírico, 44,8 litros de CO_2 e mais 44,8 litros de H_2 . Essa quantidade de CO_2 pode não ser suficiente para saturar a água do queijo, mas o H_2 produzido pode, pois apresenta baixa solubilidade na água. Por exemplo, um queijo grande como um Emmental pode conter 1,0% ou mais de ácido láctico (uma peça de 100 kg teria então 1.000 g de ácido láctico) e, assim, havendo uma fermentação total do ácido láctico por bacilos butíricos (o que dificilmente vai ocorrer em uma situação prática) até cerca de 260 litros de CO_2 e o mesmo volume de H_2 podem ser formados.

Quando apenas 0,18% do ácido láctico do queijo é fermentado por bacilos butíricos, como se viu no exemplo mencionado, cerca de 8,8 gramas de ácido butírico são formados numa peça de Gouda de aproximadamente 10 kg. Esses valores correspondem a cerca de 88 mg de ácido butírico por kg de queijo, o que pode não ser ainda suficiente para alterar o seu sabor.



Mas, mesmo pequenas quantidades de ácido butírico podem alterar o sabor do queijo. Queijos que sofrem um moderado grau de lipólise apresentam um teor de 100 a 400 mg de ácido butírico por kg e não têm, necessariamente, sabor impróprio. Entretanto, quando esses valores estão entre 500 e 1.000 mg de ácido butírico / kg, já se considera a fermentação butírica como média, com perceptível alteração de sabor do queijo.

O COMBATE AO ESTUFAMENTO TARDIO

Há vários recursos que podem ser usados, mas alguns dependem de outros parâmetros do queijo, para serem efetivos. Infelizmente o melhor recurso de todos, que é a produção de leite limpo, de alta qualidade bacteriológica, é de difícil aplicação e remete a um programa de serviços e atendimento ao produtor de leite, que demanda longo tempo para gerar resultados palpáveis, além de ter custos elevados.

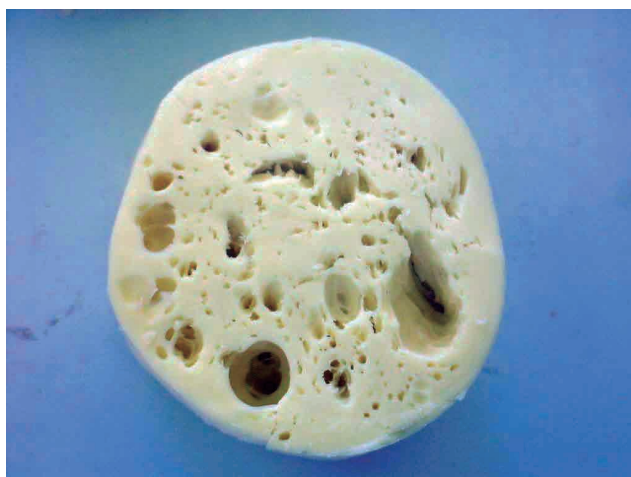
O uso de Nitrato de Sódio ou de Potássio

O recurso mais usado para combater o estufamento tardio dos queijos ainda é o uso de Nitrato de Sódio ou de Potássio, ainda que os resultados sejam meio irregulares, pois dependem muito do pH, teor de sal e umidade do queijo, além do nível de contaminação inicial do leite, conforme já se mencionou.

Se o queijo possui um pH mais baixo (mais acidez), baixa atividade de água (teor de sal mais alto) além de um potencial de oxi-redução mais elevado (massa menos compactada ou com maior índice de aerobiose), o uso de oxidantes como o Nitrato de Sódio ou Potássio é bastante efetivo, sobretudo se a contaminação do leite não for muito elevada (menos de 1.000 esporos/ litro de leite). Seriam necessários apenas 0,005% de Nitrato no queijo para evitar o estufamento, se as outras condições inibitórias fossem favoráveis.

Para a redução do Nitrato para Nitrito é necessária a presença da enzima Xantina Oxidase, que é destruída se o leite for aquecido a temperaturas superiores a 80°C por 10 segundos. O Nitrito é o agente que inibe a germinação e o crescimento dos esporos. O teor de Nitrato de um queijo semiduro varia de 20 a 50 mg / kg, enquanto que o de Nitrito (o elemento que, de fato, inibe a produção de gás) varia de 1 a 5 mg/kg. Deve-se ter em conta que o Nitrato de Sódio ou de Potássio (ambos legalmente autorizados para queijos curados, em até 20 g/100 l de leite) não pode inibir o estufamento tardio se outras condições não forem preenchidas (sal, acidez, nível de contaminação etc). O sal, de fato, tem um claro efeito inibidor sobre a fermentação butírica. Queijos salgados diretamente na massa no momento da fabricação, como o Cheddar, raramente apresentam esse defeito. Mas estima-se que um queijo semiduro, como o Prato,

deve apresentar, no mínimo, 4,1 % de sal na umidade (cerca de 1,9% de sal num queijo com 44% de umidade, regularmente distribuídos em toda a massa) em presença de dose regular de Nitrato de Sódio (15 a 20 g / 100 l de leite), com um pH por volta de 5,10 para evitar o estufamento tardio. O principal problema é que o sal difunde-se muito lentamente para o interior do queijo; em um Gouda de cerca de 12 kg, o sal demora cerca de 6 semanas para atingir as regiões centrais do queijo. Já em um queijo Edam (similar ao Reino) de 2,5 kg, é preciso esperar cerca de 5 semanas para que se observe uma relativa homogeneidade na distribuição do teor de sal: 3,50% na casca e 2,9% no centro. Um queijo Emmental francês, de cerca de 120 kg, mesmo após 6 meses de cura, ainda apresenta no centro 50% do teor de sal observado em sua casca.



Na prática, observa-se que, em muitas situações, o estufamento de um queijo como o Prato, acaba ocorrendo, mesmo porque não só o teor de sal quase sempre é inferior a 1,9%, como também o pH do queijo, frequentemente, é mais alto do que deveria ser (no Prato, o normal é cerca de 5,1 a 5,3 com 24 hs, mas sabe-se que para inibir butíricos o pH deveria ser inferior a 5,15, o que pode mudar consideravelmente as características do queijo).

normal é cerca de 5,1 a 5,3 com 24 hs, mas sabe-se que para inibir butíricos o pH deveria ser inferior a 5,15, o que pode mudar consideravelmente as características do queijo).

Relação entre Nitratos e nitrosaminas

O Ion Nítrito tem um potencial toxicológico reconhecido, mas devido ao baixíssimo teor em queijos, esse risco é inexistente na prática. Um problema poderia surgir, por exemplo, pela ingestão diária e gradual de uma dose superior a 4 g de Nitrito, mas isso equivale a consumir cerca de 800 kg de queijo contendo 5 ppm de Nitrito (5 mg por kg), o que, obviamente, na prática é impossível.



Com relação à suposta formação de nitrosaminas (uma substância carcinogênica) em queijos, devido ao uso de Nitratos, inúmeros estudos feitos, notadamente, na Holanda (com o Gouda e queijos dinamarqueses, similares ao Prato), indicam que as quantidades são extremamente baixas, quando detectáveis: menos de 0,2 micrograma/kg de queijo (0,2 ppb). Estudos feitos na Alemanha (um país de alto consumo de queijos, locais ou importados) demonstraram que a ingestão de queijos contribui somente com 0,7% do total de nitrato ingerido por um indivíduo qualquer, em um dia.

Os traços de nitrosaminas encontrados em queijos não parecem estar relacionados à adição de Nitratos ao leite. Além disso, o ser humano consome Nitratos diariamente em outros alimentos. Calcula-se que um consumo diário de 30 g de queijos com Nitratos contribui com menos de 1% da ingestão diária total de Nitratos e Nitritos. Em uma pesquisa feita na Michigan State University, nos Estados Unidos, concluiu-se que, de fato, nitrosaminas podem causar câncer (em coelhos brancos neozelandeses), quando as cobaias eram injetadas com altas doses do componente. Mas em uma extrapolação teórica feita para humanos, com base nesses resultados, o mesmo tipo de câncer só seria causado se um indivíduo de 70 kg ingerisse diariamente 20 kg de queijos contendo nitrosaminas, durante

6 meses. Os níveis de nitrosaminas encontrados nos queijos eram muito baixos, da ordem de 1 a 2 ppb apenas. Mesmo queijos elaborados com leite sem adição de Nitratos apresentavam traços de nitrosaminas (cerca de 1 ppb), provavelmente devido a presença de Nitratos como oligoelementos do leite.

Esses resultados coincidem com outros encontrados por pesquisadores dinamarqueses, que concluíram que teores de 10 mg de Nitrato por kg de queijos como o Danbo, são normais mesmo em queijos feitos sem adição de nitratos.

Assim, conclui-se que o teor eventual de nitrosamina em queijos não deve ser considerado um problema toxicológico, apesar da proibição do uso de Nitratos em países como os Estados Unidos, Canadá e França.

A degerminação do leite

O uso de supercentrifugação para a remoção de bactérias do leite é um processo cada vez mais utilizado. O custo do equipamento faz com que sua utilização restrinja-se mais às grandes indústrias. O processo, conhecido também como degerminação, pode remover entre 80 e 95% da flora global do leite, chegando a remover cerca de 98% dos esporos anaeróbicos, entre os quais se inclui o *Clostridium tyrobutyricum*. A remoção é baseada na diferença de densidade entre os esporos de *Clostridia* e o leite (1,20 contra 1,03, em média). O leite é, geralmente, clarificado entre 58 e 62°C. Nos processos mais antigos, as perdas durante o processo variavam de 0,15 a 3,0% da capacidade de alimentação da centrífuga (de 5.000 a 35.000 litros / hora) e poderiam constituir-se em uma desvantagem considerável para a adoção desse processo.



Atualmente, há uma nova geração de centrífugas que reduzem drasticamente essas perdas. Certas centrífugas, chamadas de duas fases, possuem duas saídas, uma para a carga mais pesada, a de esporos e bactérias em geral e, outra, para a saída do leite já livre desses elementos. No sistema de uma fase existe apenas uma saída para o leite tratado, sendo que o concentrado bacteriano gerado permanece no interior da centrífuga e só é descarregado em intervalos preestabelecidos.

Quando se trata de leites com elevadas concentrações de esporulados anaeróbicos, é possível o uso de duas germinadoras em série e, nesse processo, a taxa de redução de esporos de *Clostridia* chega a 99%.

O concentrado bacteriano eliminado pela degerminadora pode ser tratado a 120°C por 1 min, o que é suficiente para eliminar esporos de *Clostridia* e, em seguida, é resfriado e misturado ao leite original, que foi degerminado para o conjunto ser então pasteurizado de forma tradicional.

A degerminação permite ainda a remoção de células somáticas, o que é de especial importância em regiões com alta predominância de mamite no rebanho bovino. A degerminação tem sido empregada, particularmente, em fábricas de queijos de longo tempo de maturação, como o Parmesão, Provolone, Emmental e Gruyère, que são mais suscetíveis de sofrer ataque de esporos anaeróbicos, pois são queijos de grande porte, (lenta distribuição de sal) que apresentam pH um pouco mais elevado e podem ser curados a temperaturas mais amenas (como 22°C no caso dos queijos com fermentação propiônica).

É importante considerar que a contaminação inicial do leite sempre terá uma influência grande nos resultados deste tratamento. Considerando-se que a supercentrifugação reduza a contaminação inicial por um fator de 25 (ou seja, redução média de 96%) para que o leite tratado não contenha mais do que 250 esporos/litro (um teto mais seguro), este, antes do tratamento, não deveria conter mais do que 6,25 esporos de *Clostridia* por ml (ou 6.250 esporos por litro). Se o número de esporos for superior, recomenda-se o uso conjunto de Nitrato de Sódio ou de Potássio - esses tratamentos (Nitrato + degerminação) foram utilizados com sucesso em um experimento com o queijo Gouda, na Holanda, onde a contaminação chegou a 25 esporos/ml de leite.

O uso de lisozima

A lisozima (muramidase) é uma enzima descoberta em 1992 por Alexander Flemming, que a encontrou na clara de ovo. Está presente em outros elementos, como tecidos de animais e vegetais e no próprio leite humano, onde seu teor é cerca de 300 vezes maior do que no leite bovino.

Recentemente, tem sido usada com sucesso para combater a fermentação butírica, pois é capaz de destruir a flora anaeróbica esporulada sem afetar as culturas propiônicas e láticas usadas na fabricação. Apesar de seu considerável custo, esse produto tem sido usado, por exemplo, na fabricação do Grana na Itália e do Emmental, na França, que são dois queijos de maturação longa e muito sensíveis à fermentação butírica. A lisozima está presente na clara do ovo (de 0,4 a 0,5%). Cerca de 90% da lisozima adicionada ao leite ficam retidas na coalhada, onde é muito estável. Calcula-se que 500 unidades de lisozima por ml de leite (cerca de 2,5 g/100 litros de leite, usando-se o produto comercial) sejam capazes de inibir esporos do gênero *Clostridia* sem afetar o crescimento do fermento lático. Usando-se 2,5 g/100 l de leite o resíduo no queijo, normalmente, não ultrapassa a 300 ppm (ou 300 mg/kg de queijo). Na França boa parte do queijo Emmental é produzido regularmente com o uso de lisozima. Recomenda-se que, para o uso conjugado com fermentos láticos termofílicos, o teor de lisozima no queijo não ultrapasse a 50 ppm. Algumas cepas de lactobacilos apresentam maior sensibilidade a lisozima.

A lisozima é capaz de romper a parede celular de boa parte das células gram⁺, dentre elas os esporulados butíricos. As células vegetativas são as que apresentam maior sensibilidade. O uso adequado da lisozima pode reduzir a contagem de *Clostridium tyrobutyricum* no leite em cerca de 2 ciclos logarítmicos.

A lisozima parece ser mais eficiente do que o Nitrato de sódio e menos dependente de outros fatores. Somente 1% da lisozima adicionada ao leite se perde no soro, enquanto que o Nitrato acompanha a fase aquosa no corte da coalhada e se perde em sua grande maioria no soro, além de ser degradado para outros componentes. A lisozima é muito estável e permanece no queijo, não sendo degradada. A lisozima é também muito resistente ao calor, sobretudo em pH mais ácido.

O produto apresenta-se em pó, tem alta durabilidade e é de fácil utilização. Algumas indústrias brasileiras já estão usando a lisozima na fabricação de queijos com olhaduras, tendo obtido bons resultados no con-

trole da fermentação butírica. Seu uso reduz sensivelmente o número de germes butíricos no leite e aumenta muito as chances de obter um queijo com a textura adequada e sabor "adocicado", típico de um bom queijo de estilo Suíço. Entretanto, se a contaminação do leite for um pouco elevada (mais de 300 esporos / litro segundo observações feitas no queijo Gouda, na Holanda), o uso de lisozima perde muito de sua eficiência. Nesse caso, recomenda-se que a dose seja aumentada até 5 g por 100 litros ou que o produto seja usado em conjunto com o Nitrato de Sódio ou de Potássio, o que definitivamente aumenta a proteção contra a fermentação butírica. A lisozima não tem atuação contra bactérias gram-negativas como, por exemplo, coliformes e, assim, não pode ser usada para combater o estufamento precoce dos queijos.

Enquanto que a flora propiônica não parece ser inibida pela lisozima, doses mais elevadas (acima de 50 ppm) da enzima podem inibir alguns dos bacilos usados como fermentos. *Lactobacillus helveticus* é o mais afetado dentre todos os lactobacilos.

ESTUFAMENTO PRECOCE

Coliformes são microrganismos presentes no leite cru e que são destruídos pela pasteurização. Portanto sua presença nos queijos em níveis tão elevados que possam causar o estufamento precoce denota uma recontaminação do leite já pasteurizado. Trata-se, então, de um problema de higienização deficiente da fábrica.

O grupo (da família das *Enterobacteriaceae*) pode estar representado por *Escherichia coli*, de origem fecal, ou também por *Enterobacter aerogenes*, de origem não-fecal, além do gênero *Citrobacter*. Ambos microrganismos são termolábeis, mesófilos, não-esporulados, gram⁻, anaeróbicos facultativos, podendo crescer em uma ampla faixa de temperatura, desde as mais baixas, como 10°C até as temperaturas médias de elaboração dos queijos, por volta de 35 a 40°C. São bastante sensíveis ao cloreto de sódio e são praticamente inibidas quando a A_w do queijo está por volta de 0,975 ou cerca de 5% de sal na umidade do queijo.



São também sensíveis à acidez do leite ou queijo e essa sensibilidade aumenta quando em presença de um razoável teor de sal.

O crescimento de coliformes não gera, necessariamente, alterações de textura no queijo, porque para tal seria necessária uma quantidade mínima desse microrganismo por grama; o estufamento é mais violento quando ocorre a fermentação conjunta, por bactérias coliformes, da lactose e do ácido cítrico (citrato) na massa, produzindo maiores quantidades de gás. Algumas espécies, sobretudo *Enterobacter aerogenes*, fermentam lentamente o ácido cítrico, enquanto que outras, como *Escherichia coli*, o fazem bem mais rapidamente. Se há uma boa fermentação láctica paralela no queijo, o risco de estufamento é reduzido, pois o H_2 produzido reage com alguns metabólitos resultantes da fermentação do citrato. Mesmo que não haja gases visíveis no queijo, o sabor pode se apresentar alterado.

O grupo pode fermentar diferentes açúcares e, quando fermenta a lactose ou os monossacarídeos que a compõem, como a glucose, no exemplo, produzem os seguintes componentes:



Da glucose, são formados, basicamente, ácido láctico, ácido acético, etanol, gás carbônico e hidrogênio. De acordo com as diferentes espécies fermentando os carboidratos, diferentes compostos podem ser formados, tais como ácido fórmico, 2,3-butilenoglicol, butanodiol, e acetilmetilcarbinol.

Os coliformes são encontrados na natureza com facilidade e são pouco exigentes do ponto de vista nutricional, multiplicando-se rapidamente no leite ou queijo, desde que haja o substrato necessário, os carboidratos. O crescimento é tão rápido que em queijos de massa lavada como o Gouda e o Prato, basta 1 coliforme em 1 ml de leite no tanque, para esse número chegar até 9.000 UFC/ grama de queijo, cerca de algumas horas mais tarde. O queijo apresenta sinais externos da presença de coliformes quando a contagem destes atinge a cerca de 1 milhão de UFC/grama, o que corresponderia a uma contaminação inicial no leite da ordem de 100 a 400 UFC/ml.

Se a contaminação do leite no tanque de fabricação estiver entre 25 e 50 coliformes por ml, já no queijo com apenas 24 hs o número pode chegar a 500.000 UFC/grama. Como coliformes produzem a nitratase, uma enzima que degrada os Nitratos, esses elevados números podem le-

var a uma diminuição do teor de Nitrato. Normalmente o Nitrato é reduzido para Nitrito pela xantina oxidase, uma enzima natural do leite e termorresistente.

Normalmente, o defeito manifesta-se nos queijos durante a prensagem ou na salmoura. Raramente, o problema manifestará-se em queijos com mais de 3 dias de fabricados, pois já não apresentam lactose, o substrato para a fermentação gasógena por coliformes.

Diversas observações científicas demonstram que os coliformes tendem a desaparecer dos queijos à medida que avança sua maturação, devido a acidez do meio, a presença de sal (que se concentra cada vez mais em alguns queijos) e, sobretudo, à falta do substrato para seu metabolismo e crescimento. A lactose desaparece do queijo apenas algumas horas após sua fabricação, o que deixa aos coliformes um tempo muito reduzido para poder crescer.

Por isso, o estufamento recebe a denominação de "precoce", pois só pode ocorrer nas primeiras horas da fabricação do queijo, quando ainda existem resquícios de lactose, glucose ou galactose no queijo. À medida que os fermentos baixam o pH do queijo e, depois que este passa à salmoura, tanto o ácido láctico produzido quanto o sal que começa a difundir-se no queijo, começam a inibir os coliformes.

Quando a contaminação é muito forte, a produção de gás é tão violenta que a massa pode flutuar no próprio tanque de fabricação. O gás



tanto pode ser o CO_2 como o H_2 , sendo que este último provoca muito dano por apresentar baixa solubilidade em água.

Bactérias do grupo coliforme apresentam uma surpreendente resistência a antibióticos e, assim, sua presença no leite, enquanto aniquila os fermentos, acaba sendo um fator seletivo para o desenvolvimento dos coliformes, que podem inchar o queijo violentamente, sem permitir sequer o abaixamento do pH. Um queijo com resíduos de antibióticos torna o meio sem defesas contra os coliformes:

- bactérias lácticas são eliminadas e o pH do queijo não baixa, deixando o meio à vontade para os coliformes;

- como a lactose não é fermentada, todo o carboidrato pode ser fermentado pela flora gasógena indesejável;

- assim, basta um reduzido número de coliformes (quase sempre presente em muitos queijos) para inchar o queijo, sem defesas.



Prevenção e combate

Uma vez que o leite seja pasteurizado, o estufamento precoce indica sérios problemas de higiene e sanitização em uma fábrica de queijos.

O combate à contaminação por coliformes passa por uma série de medidas, todas elas podendo ser aplicadas dentro da fábrica:

- 1-Pasteurização eficiente do leite: aquecer no mínimo a 72°C por 15 segundos. Um aquecimento, por esse tempo, a 70°C , já destrói comple-

tamente a flora gasógena dos coliformes. Um aquecimento a 65°C por 20 segundos, destrói 88% dos coliformes.

- 2- Higiene e sanitização: é o ponto mais crítico na fábrica para evitar os coliformes. Não havendo recontaminação do leite após a pasteurização, não há como os coliformes se proliferarem na coalhada e no queijo. Assim, um rigoroso programa de limpeza do pasteurizador, tubulações, conexões, tanques e todos os equipamentos e utensílios que entram em contato com o leite, soro ou massa, deve ser posto em prática, seguido sempre da adequada sanitização com produtos, como hipoclorito de sódio (cloro), iodo, quaternário de amônia ou ácido peracético.

- 3-Higiene pessoal de funcionários que manuseiam a massa e o soro, desde as mãos, com uso de luvas, passando por máscaras e tapa-bocas. Com frequência, em fábricas observa-se um aumento da contaminação no chamado "segundo soro", que é o soro manuseado ao final, após a dessoragem parcial. Esse soro, manuseado durante a pré-prensagem e enformagem em fabricações mais tradicionais de queijo Prato, é um foco importante de contaminações.

- 4-Evitar a presença de leite cru dentro da fábrica: este é um fenômeno cada vez mais raro nos laticínios brasileiros.

- 5-Periodicamente, checar as placas do pasteurizador para avaliar a presença de microfuros, o estado das borrachas de vedação e a ausência de biofilmes ("pedras de leite"). Manter sempre em bom estado as válvulas de segurança que, por controles termo-elétricos, não permitem a passagem de leite que não foi aquecido à temperatura mínima de pasteurização.

- 6-Uma ou duas vezes por ano abrir a seção de regeneração do pasteurizador e fazer uma rigorosa limpeza manual. É muito comum encontrar-se incrustações de proteínas e gordura, com carga elevada de microrganismos termodúricos nessa seção. É trabalhoso, mas é necessário, conforme confirmado por observações práticas.

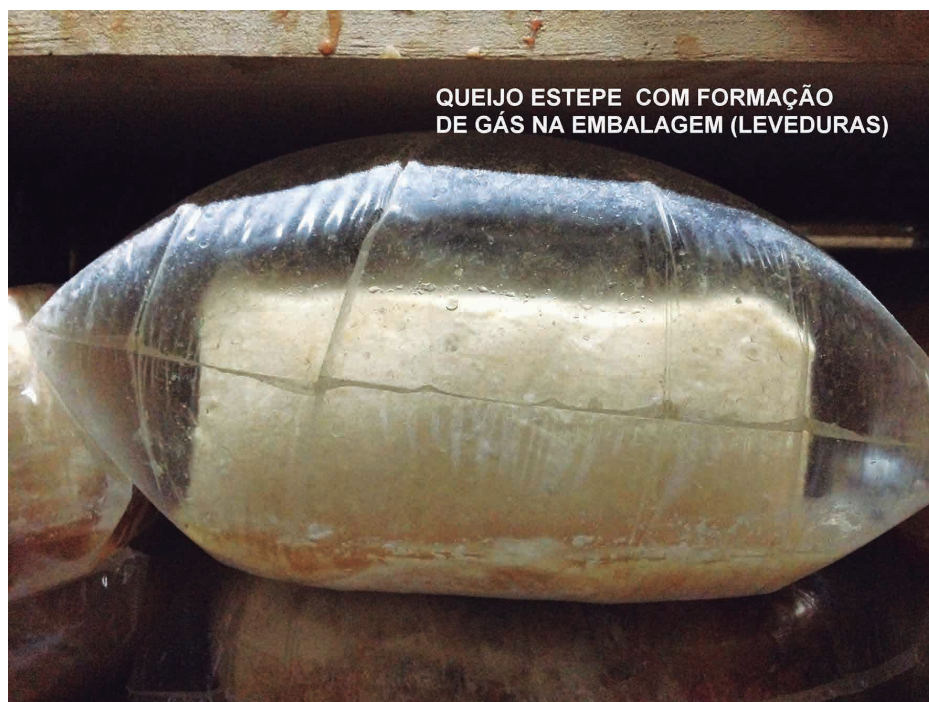
- 7-Adição de Nitrato de Sódio ou potássio ao leite: é o tratamento mais usado contra a fermentação butírica (estufamento tardio), mas tem efeito contra bactérias do grupo coliforme. Esses agentes oxidantes têm sido usados em alguns países europeus, como Dinamarca e Holanda, desde 1830. O mecanismo de inibição baseia-se na redução do Nitrato para nitrito, por ação da enzima xantina oxidase, uma enzima termorresistente presente no leite. Nitratos são de uso legal no Brasil, em doses de até 20 g por 100 litros de leite.

- 8-Fazer rigorosa triagem do leite para detecção eventual de antibióticos.

FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA POR LEVEDURAS

Esse tipo de fermentação pode se manifestar em queijos semiduros embalados em bolsas plásticas impermeáveis, como o queijo Prato e similares, ou em queijos, como o Minas Padrão embalados pelo mesmo sistema.

O problema apresenta-se como uma nítida produção de gás entre o queijo e a sua embalagem. A bolsa plástica estufa, com intensidade variável, mas o queijo nem sempre apresenta produção interna de gás. Quando observado contra uma fonte luminosa, o perfil do queijo apresenta-se, geralmente, normal em contraste com a embalagem estufada. Quando a embalagem é perfurada, o gás que escapa, geralmente, apresenta um odor frutado ou de levedo.



Esse defeito está relacionado à presença de leveduras na casca do queijo, por exemplo, *Kluyveromyces lactis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Debaromyces hansenii* e *Torulopsis sphaerica*, entre outras. Essas leveduras podem contaminar o ambiente e, sobretudo, a salmoura. Quando o queijo passa pela salga em salmoura, devido a diferença de pressão osmótica entre o queijo e a solução de sal, há uma razoável liberação de soro no meio. Assim, a salmoura

sempre contém lactose, que permanece na superfície do queijo durante sua secagem e posterior embalagem. Durante a maturação, ocorre uma fermentação alcoólica sobre a lactose, com produção de etanol, ácido acético, gás carbônico etc. Da reação do ácido acético com o etanol resulta o acetato de etila, bastante volátil e que confere um odor de fruta fermentada ao gás.

Algumas leveduras dos gêneros *Debaromyces*, *Sacharomyces* e *Kluyveromyces* podem ainda se desenvolver no interior de queijos logo após o término da fabricação e fermentar resíduos de lactose, produzindo gás e pequenas aberturas na massa, especialmente se a fermentação láctica apresenta algum tipo de inibição e é mais lenta. Se a contaminação é muito intensa (ambiente da sala de fabricação e salmouras), o queijo pode apresentar buracos irregulares maiores e sabor de fruta típico devido à produção de álcoois, aldeídos e esterres.



Esse tipo de fermentação e estufamento não acontece com frequência em queijos maturados, pois depende da presença de lactose. Também, assim, a se manifestar mais em queijos frescos, mesmo assim com menor incidência.

Prevenção e combate

O problema deve ser combatido através de medidas preventivas de higiene, como a pulverização periódica de soluções de cloro (500 ppm) nos ambiente de embalagem de queijos e o tratamento periódico da salmoura para evitar proliferação intensa de contaminantes.

A salmoura deve apresentar-se limpa e de coloração esverdeada e não pode apresentar depósitos estranhos no fundo. Frequentemente, obser-

SABOR AMARGO

vam-se salmouras com um depósito cinzento viscoso e escorregadio no fundo, sinal de que não são trocadas ou recuperadas (por fervura e filtração) há muito tempo. É uma fonte segura de contaminações diversas. A salmoura pode ser pasteurizada e filtrada regularmente ou fervida a cada 4 ou 6 meses para se promover uma depuração física e micro biológica. A cada 15 dias, dependendo da intensidade de uso da salmoura, esta deve ser tratada por cerca de 18 hs com uma solução de cloro (hipoclorito de sódio 10%) à base de 500 ml / 1.000 l, ou peróxido de hidrogênio 110 volumes (cerca de 35%) à base de 300 ml / 1.000 l de salmoura. Obviamente para esses tratamentos, observar os preceitos legais que regem o uso daquelas substâncias em salmouras.



Em qualquer dos casos não poderá haver queijos na salmoura no momento do tratamento. Deve ser evitado o uso de redutores alcalinos na salmoura, como o hidróxido de cálcio, bicarbonato de sódio ou óxido de cálcio e o pH deve ser mantido em níveis similares aos do queijo que está sendo salgado. Geralmente, na salmoura nova ajusta-se o pH com solução de ácido clorídrico e, a partir daí, o mesmo tende a estabilizar-se, mesmo que haja um aumento na acidez titulável (normalmente devido a produção de ácido lático, um ácido orgânico fraco, de baixo poder de dissociação e, portanto, sem grande poder de deslocamento do pH). Adicionar sempre 0,5% de cloreto de cálcio à samoura recém-preparada para evitar a formação de casca "escorregadia".

O amargor é identificado como uma das sensações não voláteis do sabor, entre as quais estão ainda outras sensações como o ácido, salgado e doce. A formação de amargor não é um problema que se manifesta em todos os queijos. Alguns são mais suscetíveis de apresentá-lo do que outros. Por exemplo, não é um problema comum em queijos duros, como o Parmesão, Pecorino, Mussarela, Provolone, Reino, Emmental e similares. Possivelmente, a baixa incidência desse defeito em tais queijos tenha relação com as altas temperaturas de cozimento da massa (ou de filagem, no caso específico da Mussarela), que são empregadas e que poderiam desnaturar a quimosina, considerada uma das prováveis agentes do problema, sob certas condições de processo.



Por outro lado, queijos, como o Cheddar, Gouda, Camembert, Minas Padrão, Prato e similares podem apresentar o amargor com maior frequência. Em todos esses queijos as temperaturas de processo são baixas (raramente ultrapassam a 42°C). No caso do Cheddar, por exemplo, teria a ver também com sua acidez, bastante alta, e que ajudaria na retenção de quimosina na coalhada. A mesma explicação pode ser dada para o Minas Padrão tradicional, geralmente, considerado um queijo mais ácido. Queijos, como o Camembert e o Brie, frequentemente, apresentam gosto amargo, sem dúvida relacionado à atividade proteolítica do *Penicillium camemberti* usado na maturação desses queijos. De uma maneira geral, pode-se dizer que queijos curados, de massa crua ou semicozidos e muito especialmente aqueles que são mais ácidos e possuem pH mais baixo, têm uma tendência a amargar facilmente.

Não é uma sensação de fácil percepção, a qual varia muito entre indivíduos. Na avaliação de queijos, o amargor é, frequentemente, confundido com adstringente ou metálico e até mesmo rancido.

A formação do gosto amargo é um dos problemas mais complexos que podem surgir durante a maturação ou estocagem de queijos. Tal complexidade deve-se à variedade de fatores que podem causar ou influenciar na intensidade desse defeito. Sabe-se que o gosto amargo deve-se não somente à formação, mas sobretudo, ao acúmulo de peptídeos específicos (geralmente insolúveis ou apolares) de peso molecular baixo (menos de 6.000 daltons), durante o processo de decomposição proteica, que caracteriza a maturação do queijo. A maioria desses peptídeos amargos são hidrofóbicos e apresentam aminoácidos apolares nas cadeias laterais. Muitos apresentam de 3 a 6 peptídeos, com peso molecular entre 600 e 1400 daltons aproximadamente. A presença desses peptídeos é normal durante a cura e o gosto amargo só aparece quando eles se acumulam no queijo. O coalho, por sua atividade na proteólise primária, produz principalmente peptídeos de peso molecular entre 3.000 e 16.000 daltons, mas pode também liberar peptídeos de peso molecular mais baixo, no que é auxiliado por proteinases da parede celular de algumas bactérias láticas. Algumas cepas de microrganismos láticos são classificadas, excepcional-

mente, como formadoras de amargor se possuírem forte atividade proteolítica sobre a caseína, gerando peptídeos amargos. Mas, normalmente, a flora lática tem um papel de redução do gosto amargo, pois através de suas aminopeptidases, carboxipeptidases, desaminases e descarboxilases (ação conhecida por proteólise secundária) degrada os peptídeos amargos formados, eventualmente, pelas enzimas do coalho, transformando-os em aminoácidos, que isoladamente não são, em geral, amargos (alguns como a leucina, isoleucina, fenilalanina, triptofano etc podem, sob condições específicas, apresentar amargor, mas raramente em um queijo se apresentam em altos teores, isoladamente. Dentre essas enzimas, a mais proteolítica é a pepsina suína, seguida pela pepsina bovina e, finalmente, a quimosina.

O acúmulo dos peptídeos amargos é anormal e causa o problema. Pode resultar da falta de balanço ou desequilíbrio entre a produção de componentes amargos (peptídeos de cadeia curta) pelo coagulante, por alguns microrganismos (por exemplo, psicrotróficos com atividade proteolítica) e sua degradação para aminoácidos, por ação dos cultivos láticos e, eventualmente, com participação da flora NSLAB. Entretanto, a percepção do gosto amargo (nas papilas gustativas) varia bastante de indivíduo para indivíduo. Peptídios com elevada hidrofobicidade tendem a se ligar com receptores do amargor na boca, mas a quantidade destes é um fator de caráter individual. Assim, um queijo pode estar amargo para algumas pessoas e, para outras, não.

Peptídeos amargos podem ser decompostos, sob certas condições, em outros produtos de peso molecular muito menor (por exemplo, aminoácidos), que, de maneira geral, não têm gosto amargo. Ou seja, o gosto amargo pode ser um problema temporário, com tendência a desaparecer com o tempo e só é percebido quando esses componentes acumulam-se.

Por razões diversas, queijos semiduros, como o Prato, Gouda e similares (geralmente, mais suscetíveis de amargar) nem sempre são maturados por períodos mais prolongados, o que faz com que a formação do gosto amargo seja um defeito menos visível. Porém, o problema pode ocorrer, inclusive, com queijos sem maturação ou de maturação curta. Um exemplo claro é o amargor comumente detectado em queijo Minas Frescal, uma ou duas semanas após sua fabricação. Geralmente, o Minas Frescal é elaborado sem adição de fermentos e possui pH alto (por volta de 6,40-5,50). Assim, os resíduos de quimosina degradam a caseína e produzem aqueles mencionados peptídios de alto e médio peso molecular, que podem apresentar sabor amargo. Como não há uma quantidade considerável de bac-



térias lácticas no queijo para degradá-los, a tendência é de se acumularem gradativamente, até que o sabor amargo seja facilmente percebido.

Alguns fatores devem ser considerados com relação à formação de gosto amargo no queijo:

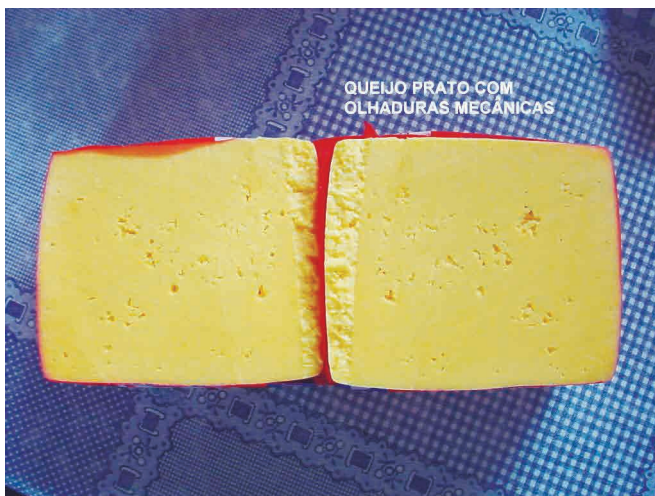
- Qualidade (presença de impurezas físicas ou bacteriológicas) e tipo de coalho: antigamente, não se aconselhava o uso de coagulantes fúngicos ("coalhos" microbianos) para queijos de maturação média ou longa, já que sua protease ácida teria menor especificidade na ruptura da caseína, além de ser mais proteolítica quando comparada a pepsina e a quimosina. Esses coagulantes seriam também mais termorresistentes, com maior efeito residual na coalhada de queijos duros e semiduros. Porém, atualmente considera-se que coagulantes fúngicos de terceira geração são muito melhores do que os primeiros e não podem ser considerados isoladamente como responsáveis pelo aparecimento do amargor.

- Dose de coalho: o uso excessivo é uma causa frequente de acúmulo de peptídeos amargos devido ao efeito residual do coalho no queijo.

- Acidez do leite: quanto mais ácido o leite, mais coalho é retido na massa e há mais chance do queijo amargar. Quando se trabalha com leite ligeiramente mais ácido, é recomendável reduzir a dose de coalho.

Amargor : outros fatores a considerar

- Temperatura de pasteurização: quanto mais alta (acima de 75°C) maior teor de coalho é retido na coalhada. O fato tem a ver com a maior desnaturação de soro-proteínas, que ao serem arrastadas para a coalhada, levam junto maior quantidade de quimosina. Essa é uma causa frequente do defeito, mas tem sido pouco considerada.



Deve ser enfatizado que o sabor amargo é bastante comum em queijos frescos fabricados sem fermento. O defeito *poderá ser notado não somente no Minas Frescal, mas também no Queijo de Coalho*, que é fabricado sem adição de cultivos lácticos. Como é conhecido, os peptídeos amargos que, muitas vezes, são produzidos por ação do coalho, devem ser degradados para aminoácidos não-amargos por ação de enzimas (peptidases) excretadas pelos microrganismos dos cultivos. Se não há presença de cultivos, esses componentes amargos acumulam-se rapidamente em um queijo de pH mais alto, como o Queijo de Coalho, e o sabor amargo é então percebido. O alto teor de umidade do queijo também facilita o processo. Um fator que pode ainda complicar mais o problema do amargor em queijos, como o Minas Frescal é o baixo teor de sal. Queijos com pouco sódio, podem ter a b-caseína degradada (algo que não ocorre em queijos com teor normal de sal) e essa fração é rica em peptídeos amargos. Por isso, é importante que se mantenha um teor de sal adequado nesses queijos, que poderia estar por volta de 1,3 a 1,5%. No Queijo de Coalho, o teor de sal costuma ser ainda mais alto (até 2%), o que ajuda na prevenção do gosto amargo.



- Qualidade do leite: se a contagem global é muito alta (especialmente se a flora termodúrica é considerável) ou o leite for de má qualidade e refrigerado cru por um período mais longo (aumento da contagem de psicotróficas), o risco de problemas aumenta. Microrganismos psicotróficos (ex: *Pseudomonas ssp.*) produzem proteases altamente termorresistentes, que podem provocar a formação de sabor amargo em queijos. Se a sua contagem ultrapassa a 1 milhão de UFC/ ml, o risco é bem maior.

- Culturas ativas, porém desbalanceadas: o exemplo clássico é o uso de culturas aromatizantes ("LD" ou "D") cultivadas em temperaturas muito altas (acima de 25°C): tendem a produzir muito acetaldeído, o que altera o sabor do queijo, muitas vezes, confundido com amargor. Em culturas tipo "O", é normal que se mantenha a taxa de *S. lactis* abaixo de 5%, devido a sua maior resistência a sal e capacidade de crescimento em temperaturas próximas de 40°C. Quando ocorre um aumento considerável da proporção de *S. lactis* na cultura, aumenta o índice de proteólise no queijo.

- Queijos de massa semicozida elaborados com baixo teor de gordura têm maior tendência a amargar (a gordura ajuda a “mascarar” outros sabores no queijo). Por exemplo, o Saint Paulin é, geralmente, feito com leite mais magro e tende mais a apresentar o problema. Como os peptídios amargos, em geral, apresentam alta hidrofobicidade, tendem a se dissolver na gordura, que é uma substância apolar, e assim, não são facilmente percebidos. Um bom exemplo são os queijos da Serra da Estrela (Portugal) e Torta del Casar (Espanha), ambos elaborados com leite de ovelha, de alto teor de gordura (6 a 7%) e com o uso do Cardo, um coagulante de origem vegetal (enzima cardocina) muito proteolítico (responsável pela cremificação intensa dos queijos mencionados). A cardocina, sendo usada em queijos mais magros, tende a produzir intenso sabor amargo, mas isso não se passa nos queijos Serra da Estrela e Torta del Casar, porque os componentes amargos estão intimamente ligados à gordura.

- Na fabricação de queijos semiduros, o uso de temperaturas mais baixas de cozimento da massa (39°C, por exemplo) favorece a acidificação, o que, dependendo de outros fatores, pode influenciar indiretamente na formação do sabor amargo pela maior retenção de coalho.



- A temperatura de maturação dos queijos também exerce um papel: não pode ser nem muito alta (acima de 14-15°C) nem muito baixa (abaixo de 7-8°C), pois pode tanto estimular a atividade proteolítica de enzimas do coalho, como inibir a atividade peptidolítica de enzimas bacterianas. O dano maior é causado por temperaturas de cura mais elevadas.

- Sob certas condições, a alimentação do rebanho pode influenciar na formação de gostos estranhos no queijo. A intensidade desse fator é, entretanto, atenuada pela mistura de leite de origens diversas na recepção da fábrica. Alguns tipos de flores silvestres ingeridas pelos animais podem causar intenso sabor amargo no leite e nos queijos.



- Temperatura de cozimento da massa no tanque: queijos semicozidos (semiduros), como o Prato, Gouda e macios como o Minas, Saint-Paulin etc têm maior tendência a amargar se comparados a queijos duros, como o Parmesão, Suíço etc. Isso deve-se às altas temperaturas usadas na fabricação de queijos duros (50 a 56°C), que não só inativam boa parte dos resíduos de coalho na massa, como também inibem parcialmente a acidificação. Relaciona-se também com o teor de umidade, atividade de água (sal), pH e culturas lácticas usadas na fabricação desses queijos. Em queijos mais macios, se o teor de sal é mais baixo, aumenta-se o risco de formação de gosto amargo.

- Contaminações superficiais também podem provocar o gosto amargo em queijos. Mofos que se desenvolvem na casca de queijos, como o Prato, Gouda, Tilsit, Danbo, entre outros, produzem proteases que migram para o interior, decompondo a caseína e alterando o gosto do produto. Essas contaminações podem estar na salmoura ou no próprio ambiente de embalagem e maturação.

- A adição excessiva de cloreto de cálcio ou Nitrato de Sódio ao leite também pode provocar o amargor nos queijos.

- Teor de sal dos queijos: normalmente, os peptídeos amargos apresentam aminoácidos apolares como tirosina, prolina, fenilalanina, leucina, triptofano, isoleucina e metionina em suas cadeias laterais. A extremidade C-terminal da b-caseína é muito hidrofóbica e apresenta forte sabor amargo. Essa fração com aminoácidos de 193 ao 209 é liberada diretamente por ação do coagulante, sobretudo, quando um queijo apresenta teor muito baixo de sal (alterações da estrutura terciária da caseína, devido a desequilíbrio nas ligações hidrofóbicas nas cadeias). Nesse caso a b-caseína que, normalmente, é muito pouco degradada em queijos, pode ficar mais exposta e, assim, ser mais degradada, aumentando o risco de formação de gosto amargo. Portanto, o teor de sal é um ponto crítico para evitar o amargor em queijos. Queijos com mais de 5% de sal na umidade, raramente, apresentam gosto amargo. Explica-se, assim, umas das grandes dificuldades de fabricar queijos Prato "light", por exemplo, já que a incidência de sabor amargo é grande.

O gosto amargo, na maioria das vezes, é resultante do fenômeno de proteólise, com acúmulo de componentes amargos, o que se relaciona diretamente com a atuação de enzimas do coalho e/ou do fermento. Conclui-se, entretanto, que mesmo um excelente coalho, ou um bom fermento podem gerar o problema, se outros fatores da fabricação e maturação não

são controlados adequadamente. A questão principal é o desequilíbrio entre formação (coagulantes) e degradação (cultivos e NSLAB eventualmente) de componentes amargos. Trata-se, obviamente, de um problema complexo, cuja solução reside, sobretudo, no controle de qualidade de matéria-prima, uso adequado de ingredientes e observação dos processos e parâmetros de fabricação.

Borda branca

A borda branca consiste na formação de uma faixa periférica esbranquiçada, variando de 1 a 2 cm de profundidade. Esse defeito aparece com frequência em queijos de semiduros como Gouda, Bola, Estepe, Edam, Prato etc. Ao corte, observa-se o interior do queijo de coloração alaranjada ou amarelada normal, contrastando com esse "anel" bem mais claro na parte mais externa. O defeito, geralmente, manifesta-se logo após a salga e persiste por algum tempo durante a cura do queijo, mas tende a diminuir ou acabar por completo à medida que avança a maturação.



As causas para esse defeito estão relacionadas com:

1) Queijos, cujo pH não era suficientemente baixo no momento da entrada na salmoura. É a causa principal. Antigamente, os queijos só entravam na salmoura com pH 5,1 e 5,3. Mas os processos mudaram muito

e, atualmente, é comum que os queijos sejam retirados das prensas após, no máximo, 2 hs de prensagem, quando o pH está por volta de 5,40 a 5,50. Nessa altura do processo, já houve um crescimento suficiente dos microrganismos do fermento no queijo, que seguem multiplicando-se, enquanto metabolizam o restante de lactose na massa. Mas quando o queijo é transferido para a salmoura com um pH um pouco mais alto do que 5,50, ocorrem 2 fenômenos:

-A casca do queijo é, subitamente, resfriada para 7 a 10°C, aproximadamente, no contato súbito com a salmoura e a fermentação é, parcialmente, inibida e é desacelerada, em especial na região periférica.

-Como o queijo está a temperatura ambiente ou um pouco acima dela, ao sair da prensa (por volta de 30 a 35°C), absorve sal muito rapidamente e a região da casca atinge um ponto de supersaturação com o Cloreto de Sódio, o que também inibe o fermento.



-As proteólises primárias (coalho) e secundária (fermentos) são reações enzimáticas e, como tal, são afetadas pela A_w (atividade de água, relacionada ao teor de sal na umidade do queijo) e, assim, o queijo segue maturando mais rápido ontem tem menos sal, e a temperatura é mais alta, ou seja, nas partes centrais e naquelas cada vez mais distantes da casca, saturada com sal. Como a proteólise muda a cor da massa, essas regiões mais centrais ficam mais amareladas, enquanto a casca, com a proteólise quase paralisada, permanece esbranquiçada por um bom tempo.

O defeito pode ser acentuado por fatores que levam a uma desidratação excessiva da casca do queijo, como:

- Concentração de sal excessiva na salmoura (ideal seria 19° Bé ou 20 %);
- Temperatura da salga muito alta (acima de 10°C).

Não é um problema grave, pois tende a desaparecer com o tempo. Tampouco, afeta o sabor do queijo, se este é curado completamente.

Trata-se de uma consequência da maneira de trabalhar na fabricação, onde, atualmente, existe muita demanda por produção e eficiência de processo (mais queijos em tempo mais reduzido) e, assim, prensas e conjuntos de formas devem ser usados e reciclados ao máximo, o que faz com que, muitas vezes, os tempos de fermentação necessários não sejam respeitados e o queijo entre na salmoura com fermentação incompleta e pH alto demais.

PROTOCOLOS DE ELABORAÇÃO

-QUEIJO DO REINO

Composição Média Esperada (Curado):

PARÂMETRO	VALOR MÉDIO
Umidade	36 - 40 %
Gordura	25 - 30 %
GES-Gordura no Extrato Seco	40 - 51 %
Sal (cloreto de sódio)	1,5 - 1,7 %
pH	5,2 - 5,3

Leite: trabalha-se com leite com teor de gordura entre 3,2 e 3,4 %, buscando um queijo com cerca de 45 % de gordura no extrato seco. Algumas fábricas ainda usam leite integral, cujo teor de gordura pode chegar a 4,0%. Naturalmente, a consistência do queijo e seu sabor são afetados por variações no seu teor de gordura (assim como a intensidade da eventual separação de gordura, caso o queijo seja mantido na lata, sem embalagem, durante a comercialização).



Pasteurização do Leite:

normalmente, é feita em pasteurizadores de placas, à 72-75°C/15 s, mas o uso de ejetor de vapor no leite ainda pode ser observado em produções menores. Nesse caso, tanto as características finais do queijo (torna-se mais suave) como o rendimento da fabricação (geralmente, mais alto) são afetados. Nos locais de uso do ejetor, predomina a existência de Reino mais suave e com presença frequente de olhaduras propiônicas de origem

natural. Em certas regiões da Mantiqueira, é notória a presença de bactérias propiônicas naturais no pasto, que acabam contaminando o leite, geralmente ordenhado em condições e locais precários.

Adição de Cloreto de Cálcio: é feita na dosagem regular, cerca de 40-50 ml (sol. à 50 %) por 100 l leite.

Corante: tradicionalmente, usa-se no Reino doses ligeiramente mais elevadas de corante para conferir-lhe coloração amarelada mais intensa. A quantidade dependerá da concentração do corante utilizado (entre 6 e 12 ml/100 l, em geral).

Nitrato de Sódio: é opcional e pode ser usado como preventivo contra o estufamento dos queijos, em doses não superiores a 20 g/100 l de leite.

Fermentos Lácticos: observam-se grandes variações neste parâmetro. Quase todos os processos utilizam *Lactobacillus helveticus* puro (de 1,0 a 1,5 %, quando se trata de fermento repicado) ou em mistura com outros cultivos mesófilos, como *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* e /ou *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* + *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* (ou seja, mistura com cultivos "O" ou cultivos aromáticos "LD". Quando em mistura, as doses de *L. helveticus* variam de 0,1 a 0,5 %, num total de 1,5 % de fermento de fermento adicionado. O uso de *L. helveticus* tornou-se tradicional, pois tende a tornar o queijo mais firme, mais seco e de sabor mais acentuado. Já o uso de cultivos "LD" favorece a formação de aroma mais intenso e de olhaduras pequenas, lisas ou irregulares. O uso de cultivos concentrados, de aplicação direta ao leite, tem aumentado nos últimos anos na fabricação do Reino, quase sempre à base de *Lactobacillus helveticus*.

Coagulação: se faz entre 32 e 35°C, por 25 a 40 minutos, em média, com o uso de coalho normal, à base de quimosina pura.

Corte da Coalhada: é feito com liras manuais ou mecânicas de forma a obter grãos pequenos (menor do que grãos de milho), que permitam obter queijos (frescos) com teor de umidade média de 41-42 %.

Primeira Mexedura: é feita lentamente, por cerca de 15 a 20 minutos, incluindo o tempo empregado para cortar a coalhada.

Dessoragem Parcial: é opcional e, geralmente, não é feita quando o cozimento da massa é feito com vapor indireto aplicado na camisa do tanque (para se obter queijos um pouco mais ácidos, de sabor mais intenso). Quando é feita, retira-se de 30 a 35 % de soro, após alguns minutos de repouso para decantação da massa.

Cozimento da Massa: pode ser feito com vapor indireto (procedimento mais usual) ou com cerca de 15-20% de água quente (75-80°C). O uso de água na delactosagem resulta em um queijo mais macio e de sabor mais suave, com pH ligeiramente mais alto. Geralmente, a massa é aquecida à 43-45°C, lentamente, à base de 1°C/2 min. O uso de temperaturas mais altas (45°C) "enxuga" mais a coalhada e facilita a atuação do *L. helveticus*, nessa fase e no início da prensagem.



Agitação Final: é feita mais rapidamente, de forma a evitar a formação de aglomerados e provocar maior expulsão do soro. O tempo de agitação prolonga-se até o ponto verificado quando os grãos apresentam-se mais secos, mais firmes e apresentando boa "liga". Em geral, o tempo total de elaboração (do corte ao ponto) será variável, de 60 a 80 minutos, em função do tamanho do grão, intensidade da agitação, temperatura de cozimento e acidificação durante o processo.

Dessoragem Total e Pré-prensagem: praticamente todo o soro é eliminado e a massa é pré-prensada sob um volume mínimo de soro em uma das extremidades do tanque. Geralmente, aplica-se pressão duas vezes superior ao peso estimado de massa (usando-se latões com água ou similar, em processos tradicionais) ou cerca de 60 lb/pol², por 15 minutos.

Enformagem: a massa é cortada em blocos, que são pesados de maneira que o peso final do queijo Reino situe-se entre 1,5 e 1,6 kg. Cortam-se assim blocos com até 2,2 kg de peso, prevendo-se a perda de soro na prensa e, posteriormente, a acentuada desidratação durante a cura na pindoba. A massa é então colocada nas formas próprias do Reino para a prensagem. Atualmente, há uma tendência em se fazer queijos do Reino menores, com peso variando de 0,5 a 1,5 kg, para facilitar sua comercialização.

Prensagem: inicialmente os queijos são prensados sem panos (muitas vezes, com as formas invertidas, com a tampa para baixo; essa parece ser uma tradição mantida pelos queijeiros da Mantiqueira, sem maiores explicações) por 10-15 minutos; em seguida, são virados, envolvidos em panos ou dessoradores e prensados por mais 30 minutos (10 kg ou 40 lb/pol²).

Após uma segunda viragem, são prensados novamente por cerca de 60-90 minutos (50 lb/pol²). Ao final desse período, os queijos podem ser mantidos na prensa até o dia seguinte (com ou sem panos ou dessoradores) ou retirados da prensa e levados diretamente à salmoura. No processo tradicional, os queijos são levados para a salmoura no dia seguinte à fabricação.

Salga em Salmoura: é feita por 2 a 3 dias (queijos de 1,2 a 1,4 kg), em salmoura com cerca de 20-22% de sal (comumente se utiliza salmoura saturada) a uma temperatura de 8 a 10°C. Em fábricas antigas e mais tradicionais, era comum o uso de salmouras a temperatura ambiente. Pode parecer um tempo excessivamente longo (2 a 3 dias), mas de fato não é, pois trata-se de formar uma boa casca no queijo e, além disso, uma vez que a região periférica tenha se saturado com sal (em poucas horas), a absorção extra de cloreto de sódio torna-se lentíssima.



Secagem: após saída da salmoura, os queijos são secados por 24 horas, à 8-10°C.



Maturação Inicial: Em muitas fábricas, praticava-se a "queimação" dos queijos em uma solução de água de cal (de 1 a 3% de cal): neste processo, após 5 a 8 dias de cura (ao ambiente, processo tradicional ou a 8-10°C), os queijos eram imersos nessa solução por até 10 minutos e, depois, eram lavados com água bem quente. Pela tradição, essa operação removeria gordura da casca, bem como o ácido láctico (elevando, ligeiramente, o pH da casca) e prepararia o queijo para passar à "pindoba", onde curaria formando uma casca fina e com menor crescimento de mofo. O processo de maturação varia bastante, de acordo com a elaboração do queijo Reino. Tradicionalmente, o queijo era maturado por cerca de 30 a 40 dias, sem embalagem, à temperatura ambiente (20-22°C), num local chamado de "pindoba" pelos queijeiros. Durante o período na pindoba, os queijos eram colocados em prateleiras especiais, com uma ligeira cavidade onde se acomodava perfeitamente à forma esférica, sem se deformar. Eram virados, frequentemente. Nessas condições, os queijos sofriam considerável desidratação e formavam uma casca relativamente espessa, perdendo bastante peso. Era comum observar-se grande desenvolvimento de mofo na casca. Os queijos poderiam ser lavados no meio do processo ou simplesmente raspados ao final do período, o que se acrescentava à já acentuada perda de peso por desidratação (a raspagem pode provocar até 6% de "quebra" no peso). Atualmente, há uma tendência a diminuir esse período de maturação sem embalagem para cerca de 20 a 25 dias, quando ocorre menor desidratação e formação de casca. Quase não há crescimento de mofo, pois os queijos têm sido tratados com natamicina, um potente antifúngico, logo após a salmoura. Os queijos são, então, pintados com fucsina em solução alcoólica, secados e embalados à vácuo para sua maturação. Nesse caso, há pouca formação de casca e o produto final distancia-se bastante do Reino mais tradicional, curado em pindobas à temperatura ambiente.



Após a raspagem ou lavagem, os queijos são pintados de cor violeta ou avermelhada. Para tal, utiliza-se uma solução alcóolica contendo fucsina ou cristais de magenta.

As duas cores têm sido usadas no Gouda, Bola e no Queijo do Reino, mas ainda que parecidas, não são iguais. A fucsina tem tonalidades mais violetas, enquanto que a magenta tende mais aos tons avermelhados.



Durante algum tempo, esses dois corantes (fucsina e magenta) tiveram, no Brasil, seu uso proibido (mas, tolerado) na pintura do queijo do Reino (e também do Gouda), por não serem corantes naturais. Alguns substitutos naturais foram testados, mas sem êxito, como foi o caso do Carmim de Cochonilha, que migrava para o interior do queijo. Mas na Instrução Normativa Numero 48, de 29-10-2018 o MAPA autorizou o uso dos corantes fucsina e magenta na casca dos queijos mencionados.

É interessante ressaltar que a mesma norma reitera que o nome do queijo tanto pode ser "Queijo Reino" quanto "Queijo do Reino". Esta última denominação é a preferida pelos queijeiros, por remeter às origens do queijo em tempos ancestrais.

Embalagem: após a pintura, os queijos podem ser embalados em película plástica impermeável termo-encolhível, à vácuo (ou em papel celofane, em processos mais simples). Há uma tendência em se embalar o queijo à vacuo e, posteriormente, colocá-lo nas latas para eliminar em



definitivo o risco de mofos. Nos processos mais tradicionais, o queijo Reino era sempre embalado em latas de flandres, em processo pelo qual as duas metades da lata esférica eram hermeticamente fechadas em uma cravadeira. As latas eram, em seguida, mergulhadas em água para verificar se estavam herméticas, o que se comprovava pela ausência de bolhas de ar na água. Atualmente, isso já não se faz, já que os queijos dentro das latas estão embalados à vácuo em película termo-encolhível.

Maduração Final: normalmente considera-se como 60 dias o período mínimo ideal de maturação do queijo Reino. Esse período pode ser complementado à temperatura ambiente (na fábrica ou, como acontece com frequência, no próprio comércio, em feiras ou sobre balcões de lojas) ou em câmaras à 8-10°C. Os queijeiros mais tradicionais acreditam que mantendo-se a lata ao ambiente ocorre a costureira separação de óleo (gordura), que teria um efeito benéfico na prevenção do crescimento de mofos por impermeabilizar a casca do queijo. A maior parte da comercialização do queijo Reino tradicional é feita à temperatura ambiente, sendo o queijo apresentado em latas ou fatiado em duas metades embaladas à vácuo ou embrulhadas em papel celofane.



Os melhores queijos são selecionados pelo queijeiro com o uso de um martelinho de madeira: o queijeiro bate no Reino com o martelo e, pelo som resultante, identifica se a massa está fechada ou se apresenta olhaduras ou trincas e sua provável intensidade. Tal

prática resulta de longos anos de experiência.

Rendimento da Fabricação: logo após a salga, o rendimento médio da fabricação será de 9,2 à 10,0 l/kg de queijo. Dependendo do tempo de maturação ao ambiente e da umidade relativa do ar (geralmente por volta de 75-80 %), o rendimento, no momento da embalagem, poderá cair para cerca de 11 a 12 l/kg (cerca de 18 a 20 l por forma de aproximadamente 1,5 kg).

Pontos Críticos:



- Qualidade de leite (ausência de butíricos)
- Cultivos em plena atividade, com boa presença de *L.helveticus*
- Corte da coalhada em grãos pequenos
- Cozimento da massa (43-45°C) e ponto bem firme .
- Maturação do queijo sem embalagem na pindoba a temperatura mais alta (cerca de 20°C) para obter o Reino tradicional.
(formação de casca, desidratação, formação da casca e troca de gases)
- Processo de embalagem em latas (ausência de mofos)
- Período completo de maturação (textura e sabor)

-QUEIJO BOLA (PRATO ESFÉRICO)

O Bola ou Prato Esferico é uma alternativa com fermentação propiônica aos tradicionais queijos de estilo Suíço, como o Gruyère ou mesmo o Emmental. No Brasil, o queijo Bola parece ser inspirado no Molbo, um queijo semiduro dinamarquês, de massa lavada, igualmente de formato esférico e que é parafinado ou pintado de vermelho. Em que pese ter o mesmo formato esférico que um queijo Edam, o Bola é muito diferente. O Edam está mais na origem do queijo do Reino do que propriamente do queijo Bola. Esse tem umidade mais alta, sabor suave e é mais macio. Sua tecnologia original tinha origem no queijo Edam holandês, mas na Holanda, esse queijo é feito só com cultivos aromáticos, sem uso de



propiônicas. Por isso, tem olhaduras menores. No Brasil, o queijo teve a tecnologia modificada e é apresentado como uma forma esférica, pesando cerca de 1,5 a 2 kg , de cor amarelada, e de massa macia. Com frequência, o Bola apresenta olhaduras médias e grandes, com sabor ligeiramente adocicado, devido a sofrer fermentação propiônica, no Brasil. Guardadas as devidas proporções, o Bola teria algum parentesco com o Maasdam holandês ou o Svenbo dinamarquês, por ser um queijo semiduro, amarelo, com olhaduras propiônicas. Ainda que muitos o considerem como da "família Prato", na verdade o Bola tem pouco a ver, hoje em dia, com o queijo Prato, por ter olhaduras grandes e o sabor ligeiramente adocicado, típico dos queijos que sofrem fermentação propiônica. É um queijo de consumo predominantemente direto.



-Composição média esperada (depois da salmoura)

Parâmetro	Composição
Umidade	40-43%
Sólidos Totais	57-60%
Gordura	28-30%
Gordura no Extrato Seco	47-52%
Cloreto de Sódio	1,0-1,2%
pH	5,25-5,40

-Processo básico de elaboração

-Leite pasteurizado (72°C/15 seg) com cerca de 3,4 a 3,6 % de gordura.

-Temperatura de coagulação : 32°C

-Cloreto de cálcio: 10 a 20 g por 100 litros de leite.

-Nitrato de sódio ou potássio: não mais do que 10 g por 100 litros, quando necessário.

-Corante vegetal (annato): de 5 a 10 ml/100 litros

-Cultivos lácticos : há variações na escolha dos fermentos.

Uma das principais características do queijo Bola é a presença de olhos resultantes da fermentação de citratos por microrganismos dos cultivos LD, como o *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* e *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, que produzem, além de gás, componentes como o diacetil e o acetaldeído (flavor). Ocorre também formação de CO₂ através de fermentação propiônica, pela adição de *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii* ao leite.

Assim, com frequência adiciona-se um cultivo LD, contendo os seguintes microrganismos:

- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*
- *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*
- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*
- *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*

- Opcionalmente pode-se usar, além da flora propiônica, apenas um cultivo tipo O, que só contém *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* e produz ácido láctico, sem gás e sem componentes aromáticos. Em certas tecnologias, até mesmo um mínimo de *Lactobacillus helveticus* é adicionado, com o propósito de fechar bem a massa. Mas a dose tem que ser mínima, para não acentuar muito o sabor do Bola.

-Dose de cultivos: adicionar a dose correspondente (em unidades) de cultivo concentrado direto, contendo os microrganismos mencionados e prematurar no leite por cerca de 40 minutos, a 32°C.

-Coalho: usar a dose regular para obter a coagulação em cerca de 30 a 40 minutos, a 32°C.

-Corte da coalhada: cortar a coalhada em grãos pequenos (grão de milho), aguardar 3 minutos e agitar lentamente por uns 10 a 15 minutos.

-Dessoragem parcial: deixar decantar a massa por alguns minutos e eliminar cerca de 35% do soro.

-Lavagem da massa e semicozimento: reiniciar a agitação com maior rapidez e, ao mesmo tempo adicionar a água quente (70 a 75°C) lentamente ("chuveiro"), para melhor distribuição. A quantidade de água quente deve ser cerca de 20 % em relação ao volume inicial de leite. É um ponto fundamental para obter o pH desejado nas 24 horas.

-Fazer o aquecimento até 43°C para firmar bem o grão e baixar o teor de umidade do queijo. Como o Bola é um queijo que passa por um período de "câmara quente", a massa tem que estar mais firme para evitar deformação do queijo e das olhaduras. Caso necessário, complementar o aquecimento na parede dupla do tanque.

-Manter a agitação mais rápida até o ponto da massa, que deve ser com grãos bem enxutos e individualizados. O ponto deve ocorrer cerca de 70 a 80 minutos após o corte.

-Dessorar a massa, mantendo apenas o soro suficiente na dreno-prensa para cobrir a massa e pré-prensar por 15 minutos com 50 a 60 lbs/pol².

-Enformagem: cortar os blocos de massa, colocar em formas com des-soradores e submeter à prensagem como segue:

. 20 minutos com 40 lbs/pol²

.viragem

.40 minutos com 50 lbs/pol²

.viragem

.60 minutos com 60 lbs/pol²

-Quando os queijos atingirem um pH entre 5,6 e 5,7 podem ser retirados da prensa e transferidos para a salmoura. Este pH deve ser atingido entre 4 e 5 horas após a adição do fermento ao leite.

-Manter em salmoura a 10-12°C, com 19°Bé, por cerca de 18 a 24 horas (queijos esféricos, com cerca de 1,8 kg). Virar o queijo, regularmente na salmoura, para tornar a absorção de sal mais homogênea. Busca-se um teor máximo de sal de cerca de 1,2% , o qual não inibe a flora propiônica e ao mesmo tempo não mascara o sabor típico, suave e ligeiramente adocicado.

-Com 24 horas, o pH do queijo não deve ser inferior a 5,25 sob risco de inibição gradual do crescimento da flora propiônica. O ideal seria

manter o pH entre 5,30 e 5,35, o que estimula bastante a fermentação propiônica.

-Secagem: por 24 horas , em câmara fria a 10-12°C.

-Pintura: em alguns processos o queijo Bola é pintado com solução de magenta ou fucsina e deixado a secar por algumas horas (às vezes, sob ventilação forçada para apressar o processo). A solução é preparada em álcool 92°GL, adicionando-se 20 a 30 g de cristais de fucsina ou de magenta para cada litro de álcool. Se o Bola for curado, por alguns dias, sem embalagem, a pintura só deve ser aplicada ao final desse período, nos queijos devidamente limpos (lavados ou raspados, se necessário). Após a pintura e embalagem, o processo de cura segue normal, nas condições previstas.



-Embalagem à vácuo: geralmente ocorre com o queijo ainda fresco, o que onera muito menos a fabricação do Bola. Mas em alguns processos, o queijo costuma ser maturado por 1 ou 2 semanas sem embalagem, tendo a casca cuidada com limpezas e

viragens regulares. O queijo perde um pouco de peso e requer mão de obra maior, mas sua qualidade é melhorada consideravelmente.

-Primeira fase da maturação (queijos embalados ou não): por cerca de 10 a 15 dias, quando os queijos são mantidos a 8-10°C, em câmara com cerca de 85% de umidade relativa do ar (muito importante se os queijos são curados sem embalagem, nesta fase).

-Segunda fase da maturação: é a fase de formação das olhaduras e os queijos são então levados a uma câmara entre 16 e 18°C, com 85% de umidade relativa do ar, onde podem permanecer por 1 a 3 semanas, até que se constate uma boa formação de olhaduras (queijo quando sondado, apresenta olhos de tamanho médio a grande). O queijo incha ligeiramente e é comum que apresente um pouco de gás entre sua casca e a embalagem.

-Fase final da maturação: apenas para complementar o sabor do queijo e deve ser feita a 8-10°C por até 3 meses. Em geral, os queijos são ven-

QUEIJO DE COALHO



didos mais novos, com 30 a 60 dias de cura apenas. Normalmente, o Bola é curado, todo o tempo, já embalado à vácuo.

-Rendimento esperado: varia de acordo com o teor de caseína e gordura do leite, assim como o teor de umidade do queijo. Na prática, varia de 9 a 9,5 litros de leite por kg de queijo.

- Pontos críticos do processo

-Leite de ótima qualidade, livre de bacilos butíricos.

-Cultivos utilizados (acidificantes, aromatizantes e propiônicos)

-Delactosagem adequada, para evitar pH muito baixo.

-pH nas 24 hs, superior a 5,25

-Presença controlada, sem excesso, de micronúcleos na massa (olhaduras)

-Teor de sal do queijo (se possível, inferior a 1,2%)

-'Câmara quente': período e temperatura (16-18°C).



Mas o queijo de Coalho adquiriu um caráter nacional, seu consumo tendo se expandido para os estados da região Sudeste e Sul do Brasil. Passou a ser fabricado em escala industrial, com tecnologias adaptadas, a partir de leite integral ou padronizado, que deverá, obrigatoriamente, ser pasteurizado.

Foi formalmente reconhecido pelo Ministerio da Agricultura e tem sua tecnologia industrial descrita formalmente. De acordo com essa descrição, o queijo deverá apresentar uma consistência semidura, elástica; uma textura compacta (sem olhaduras mecânicas) ou aberta com olhaduras mecânicas; a cor é branca amarelada uniforme; o sabor brando, ligeiramente ácido e salgado; o odor ligeiramente ácido de coalhada fresca; a casca é fina e não muito bem definida; o formato e o peso são variáveis. Na região Sudeste, é comercializado em barras ou, mais comumente, na forma de "palito" - que é o queijo fatiado e com um palito de madeira já espetado. É um queijo consumido fresco e com poucos dias de armazenamento. É muito popular nas praias do país, onde é vendido informalmente por indivíduos que já portam um braseiro para assar o queijo no local. Também tornou-se popular em churrascos familiares de fins de semana, onde é assado ao lado de carnes na grelha.

Um bom Queijo de Coalho deve apresentar algumas características funcionais imprescindíveis:

-Não deve derreter-se quando submetido ao aquecimento: para manter essa característica, deve ser consumido preferentemente fresco, com um mínimo de proteólise e ter a massa muito mineralizada. Por isso, não se recomenda a utilização de fermentos no processo para que se mantenha pH alto (acima de 6,40) e um bom índice de mineralização. O teor de sal deve ser mais alto, por volta de 1,8 a 2,0%, o que evita proteólise intensa.



-Deve queimar-se na “casca”: esta característica é devida à reação de Maillard (escurecimento não enzimático) entre carboidratos e proteínas (aminas). Como não há adição de fermentos, o Queijo de Coalho apresenta bastante lactose residual que, sob o calor intenso, reage com aminas e forma componentes escuros na casca (melanoidinas).



Cabe ainda fazer menção a um queijo escandinavo, conhecido por Juustoleipa ou Leipajuusto (uma palavra finlandesa que significa “Queijo Pão”), que é muito similar ao queijo de Coalho. Possui cerca de 22% de gordura e costuma ser guardado por meses para secar bem. É popular na Finlândia e na Suécia, onde os locais dizem que o bom Juustoleipa deve ranger nos dentes, por sua textura tipicamente borrachenta. Tem se popularizado nos Estados Unidos, em especial, no estado de Wisconsin,



graças ao trabalho de divulgação feito pela University of Wisconsin, que tem estudado esse queijo. Exatamente como o queijo de Coalho, é também assado ao fogo e adquire os mesmos tons escuros na casca, em função da reação de Maillard.

Composição (fresco)

PARÂMETRO	VALOR MÉDIO
Umidade	46-48%
Gordura	23-25%
GES-Gordura no Extrato Seco	46-48%
Sal (cloreto de sódio)	1,8-2,0%
pH	6,40-6,50

Fabricação (processo industrial):

- Leite pasteurizado padronizado para 3,0% de gordura;
 - Aquecimento a 32-34°C para a coagulação
 - Adição de Ingredientes
 - Cloreto de Cálcio: 40 ml (sol. a 50%) para cada 100 litros de leite;
 - Coalho: líquido ou pó, em dose para coagular em 30-40 minutos;
 - Coagulação: 30-40 minutos;
 - Corte da Massa: em grãos pequenos (menor do que para o queijo Prato);
 - Primeira mexedura: lenta, por 20 minutos, a 32-34°C;
 - Segunda mexedura: mais rápida e com aquecimento indireto por vapor até 50°C (elevando 1°C a cada 2 minutos);
 - Ponto: em torno de 60 a 80 minutos após o corte da coalhada, quando os grãos se apresentarem firmes e com boa coesão;
 - Transferir todo o volume de soro e massa para drenoprensa;
 - Fazer uma dessoragem quase total de 80% (até aparecer a massa no fundo do tanque);
 - Salgar no soro, por adição de 1,5-2,0% de sal sobre o volume de leite utilizado. Por exemplo:
 - 10.000 litros de leite;
 - Adicionar de 150 a 200 kg de sal fino;
 - Agitar intensamente por 5 a 10 minutos, manualmente ou com pás.
- Ao final a massa deverá ficar muito mais seca e firme, com grãos bem individuais;

Observações:

- Recomenda-se diluir o sal em água quente (70°C, volumes iguais de sal e água), seguido de resfriamento a 50°C e adição ao tanque;
- Esse procedimento, na realidade, reproduz no tanque uma salmoura (concentração de 15-20%), que salga os grãos nos poucos minutos de contato e agitação intensa. Portanto, se o queijo resultante apresentar 1,8% de sal, houve uma perda de cerca de 90% do sal, levado pelo soro;
- Proceder à dessoragem total da massa;
- Fazer uma pré-prensagem por 20 minutos, com cerca de 60-80 lbs/pol²;
- Enformagem: Os queijos são cortados em blocos grandes (cubos, com cerca de 6 a 7 kg), envolvidos em dessoradores ou panos e levados a prensa no sistema convencional;

- Primeira prensagem: 30 minutos com 40 lbs/pol², seguida de viragem;
- Segunda prensagem: 30 minutos com 50 lbs/pol², seguida de viragem;
- Última prensagem: 60 minutos com 60 lbs/pol².
- Resfriamento: levar os queijos nas formas para uma câmara a 8-100°C até o dia seguinte;
- Secagem: no dia seguinte retirar os queijos das formas e colocá-los para secar nas prateleiras por mais 24 horas;



- Fatiamento e embalagem: os queijos são fatiados manualmente ou em máquinas pneumáticas apropriadas, existentes no mercado. Quando fatiados em tabletes maiores (cerca de 1 kg), são colocados em sacos termo-encolhíveis e embalados à vácuo. Os queijos para assar (consumo mais frequente) são fatiados em pequenas porções (100 a 150 g), nas quais é inserido um "palito" ("palitagem") e acondicionados nas embalagens em torno de quatro a seis unidades. Nessa forma de "espetinho", é consumida a maior parte do queijo de Coalho produzido industrialmente na região Sudeste;
- Armazenamento até comercialização: os queijos embalados são mantidos em câmaras por volta de 5°C até a expedição para o comércio. A durabilidade é de 60 a 120 dias, variando em função da cadeia de frio no mercado.

GOUDA



A tecnologia aqui apresentada refere-se ao queijo Gouda na versão brasileira, que não tem nada a ver com o queijo original holandês. No verdadeiro queijo Gouda, a presença de olhaduras de origem propiônica é considerada um defeito. Lá na Holanda, tal queijo seria considerado um Maasdam. Em alguns países latino-americanos, dentre eles, o

Brasil, utiliza-se com frequência essa flora na elaboração do Gouda como forma de garantir a presença de olhaduras. Obviamente, o queijo fica mais suave e adocicado, uma descaracterização em relação a seu original, mas apresenta assim um apelo maior ao consumidor. Além disso, o Gouda brasileiro matura por poucas semanas e não se pode comparar em termos de sabor a um queijo holandês, que costuma ser maturado por anos.

Essa tecnologia pode ser adaptada para a fabricação do queijo argentino Pategrás, que também tem fermentação propiônica. O Pategrás é um queijo maior do que o Gouda, pesando cerca de 4 kg e, com frequência, é curado sem embalagens, formando casca. Na fabricação, a temperatura de cozimento pode chegar a 43°C. Por essas razões, o Pategrás apresenta teor de umidade mais baixo (39 a 41%, depois de curado por 60 dias) e é mais firme do que o Gouda brasileiro, quase sempre curado sob embalagem e de umidade mais alta. Por apresentar teor de umidade mais baixo, o Pategrás tem poucos olhos, mas que são bem grandes e destacados. O sabor do queijo argentino é suave e ligeiramente adocicado devido à fermentação propiônica.



-Composição média esperada (depois da salmoura)

Parâmetro	Composição
Umidade	42-44%
Sólidos Totais	56-58%
Gordura	28-30%
Gordura no Extrato Seco	47-52%
Cloreto de Sódio	1,0-1,2%
pH	5,25-5,40

-Elaboração

-Leite pasteurizado (72°C/15 seg) com cerca de 3,6 % de gordura;

-Temperatura de coagulação: 32°C;

-Cloreto de cálcio : cerca de 40 ml de solução a 50%, por 100 litros de leite;

-Nitrato de sódio ou potássio : não mais do que 10 g por 100 litros de leite. É mais recomendável não usar, para não interferir com a fermentação propiônica;

-Corante vegetal (annato): de 5 a 10 ml/100 litros;

-Cultivos lácticos: há diferentes possibilidades na escolha dos fermentos:

Uma das principais características do queijo Gouda é a presença de olhos resultantes da fermentação de citratos por microrganismos dos cultivos LD, como o *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* e *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, que produzem, além de gás, compo-

nentes como o diacetil e o acetaldeído (flavor). Em processo alternativo, os olhos podem ser resultantes da produção adicional de CO_2 através de fermentação propiônica, pela adição de *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii* ao leite.

Assim, com frequência, adiciona-se um cultivo LD, contendo os seguintes microrganismos:

- Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*
- Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*
- Lactococcus lactis* subsp. *lactis*
- Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*

Opcionalmente, pode-se usar, além da flora propiônica, um cultivo tipo O, que só contém *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (às vezes, misturado com até 20% de *Streptococcus thermophilus*) e produz ácido láctico, sem gás e sem componentes aromáticos. Em certas tecnologias, até mesmo um pouco de *Lactobacillus helveticus* costuma ser adicionado, com o propósito de fechar bem a massa. Mas a dose tem que ser mínima, para não acentuar muito o sabor do Gouda;

-Dose de cultivos: adicionar a dose correspondente (em unidades) de cultivo concentrado direto, contendo os microrganismos mencionados e prematurar no leite por cerca de 40 minutos, a 32°C;

-Coalho: usar a dose regular para obter a coagulação em cerca de 30 a 40 minutos, a 32°C;

-Corte da coalhada: cortar a coalhada em grãos pequenos (grão de milho), aguardar 3 minutos e agitar lentamente por uns 10 a 15 minutos;

-Dessoragem parcial: deixar decantar a massa por alguns minutos e eliminar cerca de 35% do soro;

-Lavagem da massa e semicozimento: reiniciar a agitação com maior rapidez e, ao mesmo tempo, adicionar a água quente (70 a 75°C) lentamente, como se fosse um chuveiro, para melhor distribuição. A quantidade de água quente deve ser entre 20 e 25% em relação ao volume inicial de leite. É um ponto fundamental para obter o pH desejado nas 24 horas;

-Fazer o aquecimento até 40-42°C para firmar bem o grão e baixar o teor de umidade do queijo. Como o Gouda é um queijo que passa por um período de "câmara quente", a massa tem que estar mais firme para evitar deformação do queijo e das olhaduras. Caso necessário, complementar o aquecimento na parede dupla do tanque;

-Manter a agitação mais rápida até o ponto da massa, que deve ser com grãos bem enxutos e individualizados. O ponto deve ocorrer cerca de 70 a 80 minutos após o corte;

-Dessorar a massa, tentando evitar muita agitação ao cair do tanque para a dreno-prensa, para não ter oclusão de ar na massa. Manter o soro na dreno-prensa suficiente apenas para cobrir a massa e pré-prensar por 15 minutos com 80-90 lbs/pol²;

-Enformagem: cortar rapidamente os blocos grandes de massa, colocar em formas com dessoradores e submeter a prensagem como se segue:

. 20 minutos com 30 lbs/pol²

.viragem

.40 minutos com 40 lbs/pol²

.viragem

.60 minutos com 50 lbs/pol²

-Quando os queijos atingirem um pH entre 5,5 e 5,6 podem ser retirados da prensa e ser levados à salga em salmoura. Esse pH deve ser atingido entre 4 e 5 horas após a adição do fermento ao leite. É importante observar-se essa faixa de pH, pois a transferência precoce para a salmoura pode provocar o problema da borda branca no queijo;

-Levar à salmoura a 8-10°C, com 19°Bé (20% de sal), por cerca de 24 horas (forma de 3 kg). Virar o queijo regularmente na salmoura para tornar a absorção de sal mais homogênea;

-O teor de sal do queijo deveria ser inferior a 1,0% para não inibir a flora propiônica e ressaltar o sabor suave e ligeiramente adocicado típicos (tolerável até 1,4%);

-Com 24 horas, o pH do queijo não deve ser inferior a 5,25, sob risco de inibição gradual do crescimento da flora propiônica. O pH Ideal é 5,35 para uma boa fermentação propiônica.

-Secagem: por 24 horas, em câmara fria a 8-10°C;

-Embalagem à vácuo: ocorre na maioria dos processos, o que onera muito menos a fabricação do Gouda. É muito comum, atualmente, embalar os queijos após salga, secagem, pintura com corante apropriado (fucsina ou magenta, em solução alcoólica), sendo que, em alguns processos, o queijo é colocado em caixas de papelão, nas quais são mantidos na câmara de maturação;

Eventualmente, o queijo pode também passar pela primeira fase da maturação sem embalagem, tendo a casca cuidada com limpezas e viragens regulares. O queijo perde um pouco de peso, requer mão de obra maior e tende a ficar com a coloração interna mais intensa.



A maturação pode ser um pouco mais lenta devido a um ligeiro aumento do teor de sal na água do queijo. Igualmente, o queijo pode ser pintado após este período sem embalagem;

-Primeira fase da maturação: por cerca de 10 a 15 dias, quando os queijos são mantidos a 8-10°C, em câmara com cerca de 85% de umidade relativa do ar. É muito importante essa umidade do ar, se os queijos são curados sem embalagem, nessa fase;

-Segunda fase da maturação: é a fase de formação das olhaduras e os queijos são, então, levados a uma câmara entre 16 e 18°C, com 85% de umidade relativa do ar, onde podem permanecer por 1 a 3 semanas, até que se constate uma boa formação de olhaduras. Os sinais mais claros são um queijo ligeiramente abaulado e, quando sondado para melhor verificação, apresenta já olhos de tamanho médio a grande;

-Fase final da maturação: é apenas para complementar o sabor do queijo e deve ser feita a 8-10°C por pelo menos mais 3 meses. Em geral, os queijos são vendidos mais novos, com 30 a 60 dias de cura apenas. Na prática, o que se observa é a cura do Gouda, desde o início já embalado à vácuo;

-Rendimento esperado: varia de acordo com o teor de caseína e gordura do leite, assim como o teor de umidade do queijo. Na prática, varia de 9 a 9,5 litros de leite por kg de queijo.



- Pontos críticos do processo

- Leite de ótima qualidade, livre de bacilos butíricos e excesso de psicrótrofos;
- Cultivos utilizados: é fundamental usar uma boa flora acidificante e eventualmente, aromatizante;
- Presença da flora propiônica, ativa e abundante;
- Delactosagem adequada para remover o máximo de resíduos de ácido cítrico e lactose;
- pH nas 24 hs deve ser superior a 5,25, sendo ideal por volta de 5,35;
- Presença de uns poucos dos micronúcleos na massa, porém sem exagero;
- A pré-prensagem e a prensagem final são pontos críticos e cruciais nesse queijo. Se não são bem feitas, o queijo poderá ficar "rendado", apresentando olhos pequenos demais e/ou irregulares;
- Teor de sal do queijo (se possível, inferior a 1,2%);
- "Câmara quente": período e temperatura (16-18°C) são fundamentais nesse processo.

ESTEPE

Antigamente, esse queijo era feito com base em tecnologias de queijos dinamarqueses, como o Danbo, ou seja, com cultivos mesófilos LD. Era um queijo muito parecido ao Prato mais tradicional, muito aromático e com poucos olhos pequenos distribuídos pela massa. Mas, nos últimos anos, o processo mudou muito, juntamente com as mudanças observadas no Gouda, o que o aproximou muito deste queijo. Ambos tem características e composições físico-químicas muito parecidas.



O Estepe atual é o queijo que, no Brasil, surgiu como uma alternativa, com fermentação propiônica, aos tradicionais queijos de estilo suíço, como o Gruyère, ou mesmo, o Emmental. Obviamente, tem umidade mais alta, é mais macio e a massa menos compac-

tada, o que certamente lhe confere uma proteção um pouco maior contra esporulados anaeróbicos, comparado a um queijo Emmental, por exemplo. No Brasil, o queijo Estepe é apresentado como uma forma quadrada, pesando cerca de 5 a 6 kg, de cor amarelada e de massa macia. Guarda alguma semelhança externa com o queijo Chanco chileno. O Estepe, de hoje, apresenta olhaduras médias e grandes, com sabor ligeiramente adocicado, devido a fermentação propiônica. Sua massa assemelha-se à do queijo Gouda com olhaduras, elaborado no Brasil. Guardadas as devidas proporções, o Estepe teria algum parentesco com o Maasdam holandês ou o Svenbo dinamarquês por ser um queijo semiduro, amarelo, com olhaduras propiônicas. Ainda que muitos o considerem como da "família Prato", na verdade o Estepe tem pouco a ver, hoje em dia, com o queijo Prato. É um queijo de consumo, predominantemente, direto.

A tecnologia de elaboração a ser empregada é a mesma recomendada para o Gouda, atentando-se apenas para o fato do Estepe ser um queijo quadrado, pesando cerca de 5 kg. Assim, poderia ser salgado por até 36 horas.

HAVARTI

O Havarti é um queijo de origem dinamarquesa de renome mundial e um dos mais exportados por aquela nação. Atualmente, é fabricado em muitos países, com pequenas variações em sua tecnologia e no formato final do queijo. O queijo Havarti difere do Tilsit, pois a casca é tratada à medida que o queijo amadurece. A casca "lavada" faz com que o sabor do queijo torne-se mais acentuado e marcante. É fabricado em formato retangular, com as seguintes dimensões 30 x 12 x 12 cm, com um peso aproximado de 4,5 kg. Sua textura é uma das características mais conhecidas: apresenta muitas olhaduras pequenas e irregulares, que tanto podem ser mecânicas ou biológicas. A casca é de uma cor amarela branca, fina e oleosa. Quando estiver pronto para a venda, é coberto com cera ou polivinil amarelo. Tem sabor e aroma suaves na parte mais central e ligeiramente mais forte na região periférica.

A mesma tecnologia pode ser aplicada para a elaboração de outro queijo dinamarquês, o Maribo. Esse queijo tem grande semelhança com o Havarti (massa muito aberta, mas tem formato cilíndrico e, geralmente, não passa por um tratamento tão intenso com o *Brevibacterium linens*).



Composição média (logo após a salmoura)

PARÂMETRO	VALOR MÉDIO
Umidade	46-50%
Gordura	23-25%
GES-Gordura no Extrato Seco	50-54%
Sal (cloreto de sódio)	1,4-1,8%
pH	5,10-5,30

-Elaboração

- Leite pasteurizado (72°C/15 seg) com cerca de 3,2% de gordura.
- Temperatura de coagulação: 32°C
- Cloreto de cálcio: cerca de 40 ml de solução a 50%, por 100 litros de leite.

-Corante (annato): de 5 a 10 ml/100 litros

-Fermentos: uma das principais características de Havarti é a presença de olhos, resultante da fermentação do ácido cítrico por microrganismos das culturas LD, tais como *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* e *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* que produzem componentes tais como o diacetil e acetaldeído (sabor) e também, por meio de descarboxilação de componentes intermediários, dióxido de carbono (CO₂) produzindo muitas olhaduras biológicas no queijo.

As culturas LD apresentam os seguintes microorganismos, em variadas proporções:

- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*
- *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*
- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*
- *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*

Nesse tipo de cultivo LD, há sempre um predomínio de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, microrganismos homofermentadores, que não produzem gás (entre 60 e 70% aproximadamente).

-Dose de fermentos: adicionar a dose correspondente (unidades) da cultura concentrada; contendo os microrganismos mencionados e prematurar no leite durante cerca de 40 minutos a 32°C;

-Coagulação: usar a dose regular de coalho para obter coagulação em cerca de 30 a 40 minutos, a 32°C;

-Corte: cortar a coalhada em cubos regulares com cerca de 1 cm de aresta e mexer lentamente por cerca de 20 minutos;

-Desoragem parcial: deixar massa decantar por alguns minutos e eliminar cerca de 40% do soro;

-Lavagem da massa e aquecimento: reiniciar a agitação com mais intensidade e, ao mesmo tempo, adicionar água quente (60-65°C) lentamente, como um esguicho de chuveiro. A quantidade de água quente deve ser de 20 a 25% do volume inicial do leite;

-O aquecimento da massa deve ser feito até 38-40°C. Se necessário, o aquecimento pode ser complementado através de vapor indireto na camisa (parede dupla) do tanque;

-Atingida a temperatura final, agitar por mais 30 a 40 minutos;

-Ponto: é variável, dependendo do teor de umidade desejado no queijo. Sob condições normais de processamento, ocorre cerca de 85 minutos após o corte da coalhada;

-Dessoragem final: após a massa decantar, o soro é drenado, em cerca de 20 minutos, restando apenas uma camada sobre os grãos;

-Não há pré-prensagem, já que se busca uma massa bem aberta e sem compactação;

-Enformagem: a massa é bombeada através de bombas positivas para as formas. Normalmente são usadas formas microperfuradas, mas o uso de panos dessoradores ainda é comum em processos mais tradicionais. Na Dinamarca, são enformados como blocos retangulares de cerca de 3 a 5 kg;

-Prensagem: de acordo com o seguinte esquema:

20 min. com 40 lbs/pol²

Viragem (somente quando se usam panos dessoradores)

30 min. com 50 lbs/pol²

-Ao término da prensagem, os queijos são mantidos nas formas até que atinjam um pH em torno de 5,6;

-Imersão em água gelada: é opcional, no entanto, para obter uma melhor formação de casca, na Dinamarca, recomenda-se que os queijos sejam imersos em água fria (8 a 12°C) por pelo menos 2 horas antes da salga;

-Salga: o tempo de salga na salmoura a 8-10°C, com 19°Beaumé (cerca de 20% de sal) é de 24 horas;

-Secagem: por 24 horas, em câmara fria a 8-10°C;

-Maturação: na Dinamarca, o Havarti é maturado, por 5 semanas, a

14-16°C, em câmaras com umidade relativa do ar de 90%. Durante esse período, a casca é tratada duas vezes por semana com uma solução salina, contendo *Brevibacterium linens*, o que, com o tempo, confere à casca do queijo uma coloração alaranjada e um odor bastante pronunciado. Ao final do período, o queijo é lavado e secado, sendo então revestido com parafina microcristalina vermelha ou amarela, ou com resinas, contendo substâncias antifúngicas (natamicina). O período de maturação final estende-se por mais 5 semanas a 12°C.

-Em países latino-americanos, inclusive no Brasil, a casca não é tratada, contendo *Brevibacterium linens*, já que a a formação do forte sabor e aroma não é apreciada pela grande maioria dos consumidores.

-Pontos críticos no processo

- Teor de ácido cítrico no leite;
- Teor residual de ácido cítrico na massa depois da delactosagem;
- Cultivo aromático acivo e bem balanceado em suas distintas espécies;
- Enformagem sem pré-prensagem para a formação de olhos mecânicos;
- Incorporação parcial de ar e gases no leite, além de oclusão de ar na massa;
- Formação abundante de micronúcleos na massa para facilitar a formação de olhos biológicos.

MINAS MEIA CURA

Introdução

De acordo com registros históricos, a elaboração deste queijo iniciou, aparentemente por acaso, na década de 1930, do século passado, pelas mãos de um imigrante dinamarquês, cujo nome era Valdemar Kjaer. Em 1939, ele participou da fundação do Laticínios Símbolo, na cidade de Coqueiral (MG), próxima à Lavras. Valdemar foi o primeiro a fabricar o queijo Minas Padrão com leite pasteurizado, utilizando um ejetor de vapor, equipamento, cuja adaptação para aquecer e bombear o leite. Esse equipamento era utilizado em caldeiras de vapor para bombeamento de água quente. Usando-o como pasteurizador (ou apenas um termizador) na fabricação do queijo Minas tradicional, ocorria uma condensação de



vapor, que poderia aumentar o volume do leite em até 12%. Com isso, aumentava-se o efeito da delactosagem que a massa já sofria durante o processo, por aquecimento a 39°C com água quente, após dessoragem parcial de 35%. O queijo Minas resultante apresentava-se menos ácido, com um pH mais alto e, em consequência, curava mais rapidamente. Dessa maneira, o pioneiro Kjaer fez história por ter sido o primeiro a elaborar um queijo Minas padrão mais suave, mais macio e de maturação mais rápida, que veio a ser conhecido por Minas Meia-Cura, até hoje muito popular em São Paulo.

É um queijo de massa fechada, sem a presença de olhos mecânicos ou gasosos. É muito macio e de massa untuosa. Tem sabor e aroma muito suaves. Sua cor é branca amarelada no interior. Como costuma ser curado por alguns dias sem embalagem, apresenta uma casca amarelo-palha fina e delicada

Composição média (com 30 dias)

PARÂMETRO	VALOR MÉDIO
Umidade	41-43%
Gordura	29-31%
GES-Gordura no Extrato Seco	49-54%
Sal (cloreto de sódio)	1,4-1,6%
pH	5,2-5,30

Elaboração

Leite integral ou com 3,8 a 4,0% de gordura, pasteurizado (72°C/15 seg) ou termizado em ejetor de vapor a 67°C/1-3 min;

-Temperatura de coagulação: 32°C;

-Cloreto de cálcio: cerca de 40 ml de solução a 50%, por 100 litros de leite;

-Nitrato de sódio ou potássio: máximo de 20 g por 100 litros, quando necessário;

-Corante: não é adicionado;

-Culturas: uma das principais características do queijo Meia Cura é a sua textura fechada. A presença de olhos, gasosos ou mecânicos, não é desejável;

São usadas culturas tipo O (*Lactococcus lactis* subsp *lactis* subsp *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp *lactis* subsp *cremoris*), homofermentadores, que metabolizam lactose sem produzir gás. As culturas podem ser concentradas diretas ou propagadas.

-Doses de culturas: adicionar a dose correspondente (em unidades) da cultura concentrada direta contendo os microrganismos mencionados e prematurar no leite por cerca de 40 minutos, a 32°C;

-Coagulação: usar a dose regular de coalho, para obter coagulação em cerca de 30 a 40 minutos, a 32°C;

-Corte: cortar a coalhada em cubos pequenos (grãos de milho). Aguardar cerca de 3 minutos e agitar lentamente por 15 minutos;

-Dessoragem parcial: deixar repousar por alguns minutos e retirar de 30 a 40% do soro;

-Lavagem e aquecimento: reiniciar a agitação mais rapidamente e, ao mesmo tempo, adicionar água quente (65 °C) lentamente, como se fosse um pequeno chuveiro. A quantidade de água quente deve ser de 25 a 30%

do volume inicial de leite. Essa delactosagem mais intensa é fundamental para este queijo;

-O semicozimento da massa deve ser feito até 40°C, sempre com água quente. O uso de vapor indireto não é recomendado, pela necessidade da lavagem mais intensa;

-Ponto: é variável, dependendo do teor de umidade desejado no queijo, mas sob condições normais de processamento, ocorre cerca de 60 minutos após o corte da coalhada;

-Preprensagem: a massa deve ser prensada por 15 minutos sob soro, com pressão de 50 a 60 lbs/pol²;

-Enformagem: cortar em blocos de 1,3 kg (peso final de cerca de 1 kg) e colocar em formas cilíndricas com panos ou dessoradores;

-Prensagem: de acordo com o seguinte esquema:

. 20 min. com 40 lbs / pol²

.Viragem

30 min. com 50 lbs / pol²

.Viragem

60 min. com 50 lbs/pol²

-Ao término da prensagem, os queijos são mantidos nas formas até que atinjam um pH em torno de 5,6;



SAINT PAULIN

-Salga: os queijos devem ser trazidos para salmoura a 8-10°C assim que atingirem um pH em torno de 5,7, o que, normalmente, ocorre entre 5 e 7 horas após a adição do fermento ao leite;

-Secagem: por 24 horas, em câmara fria a 8-10°C;

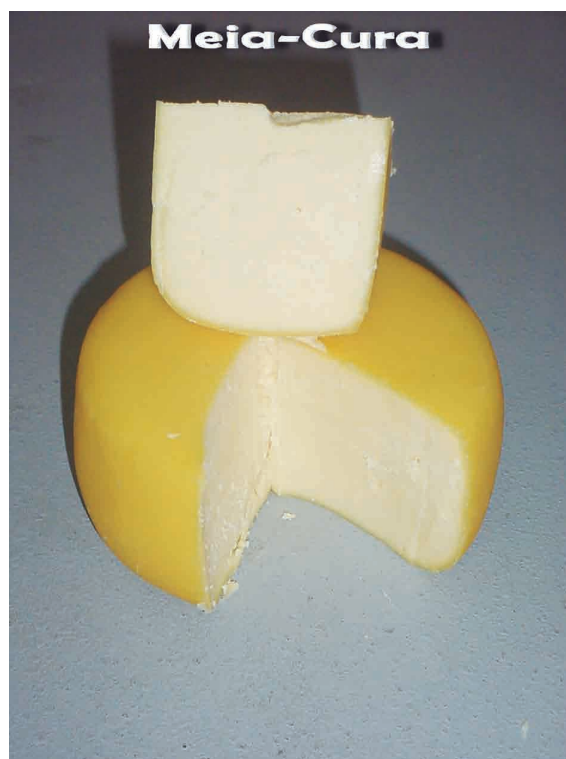
-Maturação: os queijos são maturados, sem embalagem, em câmaras a 8-10°C com 90% de umidade relativa do ar, por um período de 10 dias, para o desenvolvimento da casca fina, típica do queijo Minas Meia Cura. Durante esse período, os queijos são virados diariamente e o crescimento de fungos na casca é considerado normal e aceitável.

-Limpeza: formada a casca, os queijos são lavados e são secados por mais 24 horas, a 8-10°C;

-Embalagem: a vácuo, em filme plástico termo-encolhível;

-Período final de maturação: mais 10 a 20 dias a 8-10°C;

Pontos críticos



-Processo de pasteurização de leite, por ejeção de vapor ou pasteurizador de placas;

-Teor de gordura de leite deve ser mais alto;

-Corte da coalhada (tamanho dos grãos);

-Lavagem intensa durante o semi-cozimento da massa;

-Teor de umidade do queijo;

-Umidade relativa do ar na primeira fase da maturação (sem embalagem);

-Formação da casca fina típica;

-Consistência típica do queijo: umidade, gordura e proteólise

O Saint Paulin teve suas origens no famoso Port Salut, um queijo fabricado inicialmente por monges trapistas na França. No século XIX, na região da Mayenne, no vilarejo de La Trappe, bem próximo à cidade de Entrammes, existia o mosteiro de Notre Dame Du Port Salut, onde os monges começaram a fazer um queijo, por volta de 1873, que eles denominaram Port Salut. A tecnologia sempre foi mantida como um segredo, tendo sido confiada, naquela época, somente a outro mosteiro trapista no Canadá, onde os monges então passaram a fabricar localmente o mesmo queijo, mas com o nome de Fromage d'Oka, hoje, muito famoso naquele país norte-americano. Em 1959, os monges trapistas franceses venderam os direitos de fabricação do Port Salut a uma empresa de latifúndios, que hoje pertence ao grupo francês Bel, que detem a exclusividade da marca "Port Salut".

A partir daquela data, queijos similares ao Port Salut passaram a ser denominados como Saint Paulin, que é de fabricação industrial.



O Saint Paulin é um queijo estabilizado, de formato cilíndrico (cerca de 20 cm de diâmetro por 6 cm de altura, com aproximadamente 1,5 kg) com um teor de umidade de cerca de 48% (curado) e gordura entre 20 e 22 % (cerca de 40 % de gordura no extrato seco) e de pH alto, por volta de 5,40 quando curado. É muito macio, de massa bem untuosa, às vezes, com alguns olhos mecânicos e de sabor bem suave. Ao corte apresenta-se de cor amarelo-palha, sendo sua casca de cor alaranjada devido ao tratamento com corante urucum ou aplicação de resinas. Sua cura é muito rápida e pode ser consumido em cerca de 20 dias após a sua fabricação.

Composição (fresco)

PARÂMETRO	VALOR MÉDIO
Umidade	47-49%
Gordura	21-23
GES-Gordura no Extrato Seco	40-45%
Sal (cloreto de sódio)	1,0-1,2
pH	5,40

Elaboração

- Leite: trabalha-se com leite com teor de gordura entre 3,0 e 3,2%, buscando um queijo com cerca de 40 a 45 % de gordura no extrato seco;
- Pasteurização do leite: normalmente, é feita em pasteurizadores de placas, à 72-75°C/15-20";
- Adição de Cloreto de cálcio: é feita na dosagem regular, cerca de 40-50 mL (sol. à 50%) por 100 L de leite;
- Corante: opcional, mas geralmente não se usa;
- Nitrato de sódio: é opcional e pode ser usado como preventivo contra o estufamento dos queijos, em doses não superiores a 20 g/100 L de leite;
- Fermentos lácticos: Cultivos mesófilos homofermentadores, contendo *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. Podem ser usados cultivos diretos concentrados, de aplicação mais fácil neste tipo de queijo;
- Coagulação: faz-se a 35°C, por 25 a 30 minutos, em média, com o uso de coalho bovino ou quimosina pura, em doses regulares.
- Corte da coalhada: é feito com liras manuais ou mecânicas, de forma a obter cubos de coalhada em tamanho de "grãos de milho", que permitam obter queijos (quando frescos) com teor de umidade média de 50 %;
- Primeira mexedura: é feita lentamente, por cerca de 5 minutos, incluindo o tempo empregado para cortar a coalhada;
- Delactosagem e estabilização: retiram-se de 50 % de soro, após alguns minutos de repouso para decantação da massa. O soro é, em seguida, substituído rapidamente com 50% de água a 35°C, (à mesma temperatura da massa no tanque);
- Agitação final: é feita mais rapidamente, de forma a evitar a formação de aglomerados e provocar maior expulsão do soro. O tempo de

agitação é muito curto, cerca de 5 minutos. Em geral, o tempo total de elaboração (do corte ao ponto) será sempre muito curto, variável de 15 a 20 minutos;

- Dessoragem total e pré-prensagem: praticamente, todo o soro é eliminado e a massa é pré-prensada sob um volume mínimo de soro, em uma das extremidades do tanque. Geralmente, aplica-se pressão igual ao peso estimado de massa, ou cerca de 50 lb/pol², por 10 minutos;

- Enformagem: a massa é cortada em blocos, que são pesados de maneira que o peso final do queijo Saint Paulin situe-se entre 1,0 e 1,5 kg. A massa é, então, colocada nas formas cilíndricas próprias para a prensagem, com panos ou desoradores .

-Prensagem: inicialmente, os queijos são prensados por 15 minutos, em seguida, são virados e prensados por mais 30 minutos, sempre com pressão de 30 lb/pol². Após uma segunda viragem, são prensados novamente por cerca de 30 minutos, com 40 lb/pol². Ao final desse período, os queijos podem ser mantidos na prensa até o dia seguinte sem pressão (sem panos ou dessoradores) ou retirados da prensa e levados diretamente à salmoura quando o pH estiver em 5,7 ou menos;

- Com 24 horas de elaboração: o pH ideal do Saint-Paulin deve estar acima de 5,30 sendo o ideal 5,40 a 5,45;

- Salga em salmoura: é feita por 8 horas, em salmoura com cerca de 19°Bé (20 % de sal), a uma temperatura de 8-10°C;

- Secagem: após saída da salmoura, os queijos são secados por 24 horas, à 8-10°C;

- Maturação: Tradicionalmente, o queijo é maturado por cerca de 7 a 10 dias, sem embalagem, à temperatura de 10-12°C, numa câmara com pelo menos 90 % de umidade relativa do ar. São virados frequentemente. Nessas condições, os queijos sofrem ligeira desidratação e formam uma casca relativamente fina, perdendo um pouco de peso. Pode haver pequeno desenvolvimento de mofo na casca e os queijos devem ser raspados ou lavados antes da embalagem;

Observação: em alguns processos, os queijos são embalados logo após a secagem, ou seja, saem da salmoura, secam 1 dia e são embalados. Esse sistema funciona bem, mas a cura parcial sem embalagem, descrita anteriormente, melhora a qualidade do queijo, apesar de exigir mais mão de obra;

- Embalagem: após completar os 7 a 10 dias de cura (contando desde o dia da fabricação), os queijos podem ser embalados em película plás-

tica impermeável à vácuo. Em alguns processos os queijos são apenas resinados, tendo o rótulo colado no mesmo procedimento;

Normalmente, considera-se como 20 dias o período mínimo ideal de maturação do queijo Saint Paulin. Esse período pode ser estendido por até 60 dias, em câmaras à 10–12°C, caso deseje um queijo com mais sabor. Os queijos tornam-se muito macios com apenas 20 dias, em razão da extensa proteólise primária, que é incentivada pelo pH mais alto (cerca de 5,40). Assim mesmo, devido à forte delactosagem, o Saint Paulin é um queijo de sabor muito suave e de aroma pouco perceptível;

- **Rendimento da fabricação:** logo após a salga, o rendimento médio da fabricação será de 8,0 a 8,5 L/kg de queijo;

Pontos críticos:

- Dessoragem e lavagem acentuada da massa;
- Tempo curto de fabricação;
- pH por volta de 5,40;
- Umidade alta (cerca de 48%).

PRATO

O queijo Prato é um dos queijos mais populares do Brasil. Suas origens repousam nos queijos dinamarquês Danbo e holandês Gouda. Sua tecnologia foi adaptada às condições locais do país, o que explica as diferenças de sabor e textura observadas no Prato em relação aos queijos europeus que lhe deram origem. Trata-se de um queijo de massa fechada, sabor suave e ligeiramente firme. Seu aroma é muito fraco. Trata-se de um queijo quase inteiramente voltado para o mercado consumidor indireto, ou seja, especialmente consumido em sanduíches, mistos quentes etc. Para isso, deve apresentar uma característica que é essencial: boa fatiabilidade, gerando fatias finas, flexíveis e sem trincas. *A facilidade de corte em fatias é, portanto, sua característica mais importante, do ponto de vista comercial.* É um queijo retangular, semicozido e de massa lavada, o que explica sua consistência semidura e seu sabor suave. Atualmente, nos processos automatizados, a massa já não é lavada por duas razões principais: para não interromper o processo, às vezes, totalmente contínuo, e para evitar a adição de água ao soro, o que diminuiria seu valor para comercialização

posterior. Obviamente, o Prato feito sob essa nova tecnologia fica ligeiramente mais ácido, mas essa característica não é relevante, pois o queijo é vendido, majoritariamente, para o mercado de “Food Service” ou para consumo indireto, como ingrediente culinário. Nesse tipo de consumo, pequenas alterações de sabor têm pouca importância. O rendimento de produção é de cerca de 9,0-9,5 litros de leite / kg de queijo.



Composição média (logo após a salmoura)

PARÂMETRO	VALORES MÉDIOS
Umidade	43-45%
Gordura	26-29%
GES-Gordura no Extrato Seco	46-53%
Sal (cloreto de sódio)	1,2-1,5%
pH	5,10-5,30

Elaboração

-Leite pasteurizado a 72°C/15 seg, com cerca de 3,4% de gordura;
 -Temperatura de coagulação: 36 a 38°C: antigamente a coagulação do leite na fabricação do queijo Prato ocorria a 32°C. Entretanto, com a implantação de novos processos mecanizados ou automatizados e contínuos, foi necessária a aceleração da coagulação e também da fermentação, através da elevação da temperatura de coagulação para 36 a 38°C e a adoção de fermentos com misturas de espécies mesofílicas com termofílicas. Esta última parte é sempre representada por *Streptococcus thermophilus* (geralmente de 10 a 20%) enquanto que a mesófila se constitui de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (entre 80 e 90%).

- Cloreto de cálcio: adicionado na dosagem regular, cerca de 40-50 mL (sol. à 50%) por 100 L de leite.

-Nitrato de sódio ou potássio: seu uso é opcional e não deve ser superior a 20 g por 100 litros de leite, quando necessário. Para evitar o estufamento tardio, tem sido cada vez mais usada a degerminadora, uma centrífuga especial que remove quase toda carga bacteriana do leite.

-Corante: de 5 a 10 ml/100 litros

-Culturas: uma das principais características do queijo Prato é a sua textura fechada, para facilitar o fatiamento. A presença de olhos, biológicos ou mecânicos, não é desejável. Com isto, atualmente são usados fermentos com misturas de espécies mesofílicas e termofílicas. Esta última parte é sempre representada por *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* (geralmente de 10 a 20%), enquanto que a mesófila constitui-se de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (entre 80 e 90%);

Os fermentos para o queijo Prato, atualmente, são concentrados de uso direto e podem ser liofilizados ou congelados. Ambos funcionam

muito bem, mas em processos inteiramente automatizados, recomenda-se o uso de fermentos congelados, cuja fase de latência é mais curta e, por isso, "arrancam" com mais rapidez na fabricação;

-Prematuração do leite com fermentos: por 40 minutos, a 36-38°C;

-Coagulação: a 36-38°C, por 25 a 35 minutos, em média, com o uso de coalho de quimosina pura, em doses recomendadas pelo provedor e de acordo com sua atividade (IMCU por g ou ml);

-Corte: a coalhada é cortada em pequenos cubos (grãos de milho) e após repouso de 3 minutos, inicia-se a primeira agitação, lentamente, por cerca de 15 minutos;

-Dessoragem parcial: hoje, só ocorre em plantas de médio porte, que usam equipamentos tradicionais. Deve-se deixar a massa decantar por alguns minutos e eliminar cerca de 30% soro. Em seguida, ocorre a delactosagem, que é a "lavagem" da massa por adição de 15 a 20% de água a 75°C, subindo gradativamente a temperatura para 40 a 42°C;

Em processos contínuos, não há mais dessoragem nem delactosagem e a massa é aquecida a 40 a 42°C através de vapor indireto na "camisa" do tanque;

Agitação final: sempre mais rápida (até 12 rpm) do que a inicial (6 a 8 rpm), geralmente, dura cerca de 40 a 45 minutos;



-Ponto: é variável e muito subjetivo e depende do teor de umidade desejado no queijo. Sob condições normais de processamento, ocorre cerca de 60 a 70 minutos após o corte da coalhada;

-Pré-prensagem: em processos tradicionais, a massa é transferida (por gravidade ou através de bombas) para a dreno-prensa, onde é pré-prensada sob soro por 15 minutos com pressão de até 80 lbs/pol², seguido de fatiamento em blocos de tamanhos variados e enformagem em formas com panos ou dessoradores. Tem sido comum o uso de formas grandes, microperfuradas, que dispensam o uso de dessoradores. Nesse caso, uma forma de 12 kg, por exemplo, após a prensagem é fatiada em 12 frações de 1 kg ou 4 de 3 kg, que são levadas à salmoura em seguida.

Em alguns processos contínuos, a massa após o ponto passa por um fermentador (a 41-43°C) durante 60-90 minutos, e após o abaixamento do pH a 5,40-5,50 é picada e salgada, sendo, então, levada em processo pneumático para um torre de prensagem, onde são formados blocos retangulares de até 20 kg. Uma vez que já estão salgados, são resfriados rapidamente em túneis de rajada ("Blast freezers"), embalados e paletizados para maturação em câmaras (5 a 10°C). Posteriormente, antes da comercialização esses blocos podem ser fracionados em porções de variados tamanhos.

-Prensagem: de acordo com o seguinte esquema:

- 20 min. com 40 lbs / pol²
- Viragem
- 30 min. com 50 lbs / pol²
- Viragem
- 60 min. com 60 lbs / pol²

-Quando os queijos atingirem um pH em torno de 5,6 são transferidos para a salmoura (20% de sal, pH 5,1-5,3, entre 8-10°C);

-Tempo de salga: varia de acordo com o peso e formato do queijo. Por exemplo, queijos Prato de:

- 0,5 kg: cerca de 4 hs
- 1 kg: cerca de 8 hs
- 2 kg: cerca de 12 hs
- 3 kg: 18 a 24 hs

-Secagem: secar os queijos por 24 horas, em câmara fria a 8-10°C;

-Embalagem: à vácuo, em filme plástico termo-encolhível;

-Maturação: os queijos são maturados de diversas formas, por exemplo, em prateleiras de madeira ou em caixas de papelão, ou em caixas plásticas que podem ser colocadas em "pallets", em câmaras, cuja temperatura varia de 8 a 10°C. O tempo mínimo de maturação recomendado para que se desenvolva boa textura e sabor típico é de no mínimo 60 dias. Na prática, o queijo Prato tem sido maturado por períodos muito mais curtos, às vezes, entre 3 e 4 semanas. Se mantido entre -5 e 0°C, o queijo Prato pode ser estocado por até 1 ano sem alterações sensíveis de suas características e funcionalidade.

Pontos críticos



- Uso de culturas mistas, contendo espécies mesófilas e termófilas;
- Presença de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* para acelerar a fermentação;
- Lavagem e cozimento da massa (composição final e pH);
- Teor de umidade adequado para um bom fatiamento;
- Teor de gordura do queijo, que não pode ser alto demais para evitar problemas no fatiamento;
- Bons equipamentos de pré-prensagem e de prensagem para evitar a formação de olhaduras mecânicas.

LANCHE E COBOCÓ

Estes queijos são apenas variedades do queijo Prato, apresentadas sob diferentes tamanhos e formatos. A tecnologia de fabricação é a mesma. Como são queijos destinados ao consumo direto, ditos queijos "de mesa", geralmente, são fabricados com teor de umidade um pouco mais alto (até 47%), já que não se destinam ao fatiamento em supermercados ou padarias.

Os tempos de salga em salmoura devem ser, naturalmente, ajustados de acordo com o formato e peso destas variedades do queijo Prato.

O Lanche geralmente pesa de 0,8 a 1 kg e tem formato retangular. Existe ainda uma variedade Lanchinho, de mesmo formato, porém pesando apenas cerca de 0,5 kg.

O Cobocó tem formato cilíndrico e pesa em torno de 1,0 a 1,2 kg, sendo consumido exclusivamente em ambientes de família, sobretudo como lanche ou no café da manhã.

MAASDAM

Introdução



O Maasdam (ou também Maasdammer) é o equivalente, na Holanda, ao queijo Emmental suíço, ao Jarslberg norueguês ou ao Samsoe (ou Samso) dinamarquês. Trata-se de um queijo mais macio e de maior teor de umidade do que o Emmental. Tem um período de maturação mais curto e apresenta sabor suave, tendendo ao adocicado devido à fermentação propiônica. Apresenta olhaduras grandes, numerosas, lisas e redondas. Pode ser parafina-

do, como o Gouda, ou resinado. A casca é lisa, amarelada e bastante flexível. Sua maturação completa-se com 12 semanas. O Maasdam foi introduzido na Holanda depois de 1984, para substituir no mercado o queijo Leerdammer, que se tornou uma marca registrada exclusiva de um grupo queijeiro europeu.



Em alguns países da América do Sul, tem sido fabricado um queijo com olhaduras muito parecido ao Maasdam, de peso similar e com um bom número de olhaduras grandes e lisas. Assim, a tecnologia aqui apresentada para o Maasdam pode também servir de base para a fabricação desses queijos: o Colonia, fabricado no Uruguai, o Gruyero, na Argentina e o Gruyère, elaborado no Brasil (estes dois últimos nada tem a ver com o Gruyère original Suíço e não passam de queijos muito similares ao Emmental, porém de pequeno porte). Pequenas modificações podem ser necessárias, mas os fundamentos e as etapas do processo são os mesmos.

Composição média esperada (maturado)

PARÂMETRO	VALORES MÉDIOS
Sólidos totais	61-63%
Gordura	28-29%
GES-Gordura no Extrato Seco	44-57%
Sal (cloreto de sódio)	1,0-1,3%
pH	5,35-5,45



Elaboração

- Leite pasteurizado ou com cerca de 3,6 % de gordura;
- Adicionar uma pequena dose de corante natural de urucum (3 a 5 ml por 100 litros de leite);
- Cloreto de cálcio: adicionado na dosagem regular, cerca de 40-50 mL (sol. à 50%) por 100 L de leite;
- Cultivos: uma das principais características do queijo Maasdam é a presença de olhaduras grandes, resultante da fermentação do lactato de cálcio por *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*. O ácido cítrico também é fermentado por microrganismos dos cultivos LD (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* e *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris*). Assim é usada uma mistura de cultivo propiônico com cultivo LD, mais uma pequena dose de *Lactobacillus helveticus*, nunca superior em 10% ao total das demais culturas;
- Os fermentos podem ser concentrados diretos (de preferência) ou repicados;
- Prematuração do leite com fermentos: por 40 minutos, a 32-35°C;
- Coagulação: a 32-35°C, por 25 a 35 minutos, em média, com o uso

de coalho de quimosina pura, em doses recomendadas pelo provedor e de acordo com sua atividade (IMCU por g ou ml);

-Corte: a coalhada é cortada em pequenos cubos (menores do que grãos de milho) e, após repouso de 3 minutos, inicia-se a primeira agitação, lentamente, por cerca de 15 minutos;

-Dessoragem parcial: deixar decantar a massa por alguns minutos e eliminar cerca de 35% do soro;

-Lavagem da massa e semicozimento: reiniciar a agitação com maior rapidez e, ao mesmo tempo, adicionar a água quente (70 a 75°C) lentamente, como se fosse um chuveiro, para melhor distribuição. A quantidade de água quente deve ser entre 20 e 25% em relação ao volume inicial de leite. É um ponto fundamental para obter o pH desejado no Maasdam nas 24 horas, por volta de 5,30 a 5,35;

-Fazer o aquecimento até 43-45°C para firmar bem o grão e baixar o teor de umidade do queijo (cerca de 40%, após a salmoura). Como o Maasdam é um queijo que passa por um período de "câmara quente", a massa tem que estar firme para evitar deformação do queijo e das olhaduras. Caso seja necessário, complementar o aquecimento na parede dupla do tanque;

-Manter a agitação mais rápida até o ponto da massa, que deve ser com grãos bem enxutos e individualizados. Os grãos tornam-se bem menores no ponto, em relação ao tamanho observado no corte da coalhada. O ponto deve ocorrer cerca de 80 a 90 minutos após o corte, para "enxugar" bem o grão;

-Dessorar a massa, tentando evitar muita agitação na transferência do tanque para a dreno-prensa, para evitar oclusão de ar na massa. Manter o soro na dreno-prensa suficiente apenas para cobrir a massa, e pré-prensar por 15 minutos com 80-90 lbs/pol²;

-Enformagem: cortar a massa rapidamente em grandes blocos (cerca de 13-14 kg) e colocar em formas cilíndricas. Para um queijo como o Maasdam, que necessita uma casca bem feita e sem ranhuras ou trincas, é recomendável o uso de formas microperfuradas;

Prensagem: deve ser feita rapidamente (evitar refriamento da massa) como se segue:

- 20 minutos com 50 lbs/pol²
- viragem
- 40 minutos com 60 lbs/pol²
- viragem
- 60 minutos com 70 lbs/pol²

-Quando os queijos atingirem um pH entre 5,5 e 5,6 podem ser retirados da prensa e ser levados à salga em salmoura. Este pH deve ser atingido entre 4 e 5 horas após a adição do fermento ao leite. Como há presença de cultivos que fermentam o ácido cítrico (LD), o queijo deve ser resfriado rapidamente para evitar formação precoce de gás;

-Transferir os queijos para a salmoura a 8-10°C, com 19°Bé (20% de sal), por cerca de 48 horas (forma de aproximadamente 12 kg). Virar o queijo regularmente na salmoura, para tornar a absorção de sal mais homogênea;

-O teor de sal do queijo deveria ser inferior a 1,0% para não inibir a flora propiônica e ressaltar o sabor suave e ligeiramente adocicado típicos do Maasdam (tolerável até 1,2%);

-Ao final da salga, o pH do queijo não deve ser inferior a 5,30, sob risco de provocar lentidão na fermentação propiônica;

-Secagem: por 24 horas, em câmara fria a 8-10°C.

-Maturação em câmara fria: por um período de até 2 semanas, entre 8 e 10°C, com umidade relativa do ar em cerca de 80%. Eventualmente, os queijos podem ser mantidos a 5°C nesse período para evitar a germinação de esporos butíricos, enquanto o sal se difunde no queijo, em direção à sua parte mais central.

-Virar os queijos diariamente e, a cada 3 dias, passar um pano úmido nas faces lateral e superior do queijo, para limpar e tratar a casca. Este pano deve ser imerso em uma solução com cerca de 5-10% de sal, mais um agente anti-fúngico (recomenda-se uma solução de natamicina, com 3-4 g/



litro). Neste período, deve-se formar casca no queijo, um ponto importante como barreira para evitar excesso de perda de gás, na "câmara quente".

-Maturação em "câmara quente": passar os queijos a esta câmara, com 18 a 20°C, umidade relativa do ar entre 80 e 85%. Os queijos serão mantidos neste ambiente por várias semanas (de 3 a 6 semanas, dependendo da rapidez e da intensidade da fermentação propiônica). Virar os queijos com frequência, a cada 3 dias, e limpar sua superfície com um pano ligeiramente úmido.

-Nesse período, os queijos mudam visivelmente seu aspecto externo, tornando-se mais abaulados, em um sinal claro da formação de gás no interior. Quando tocados com os nós dos dedos ou com um pequeno martelo, o som "oco" denuncia a presença de gás no interior do queijo (podendo ser as desejadas olhaduras regulares ou, igualmente, trincas e crateras);

-Maturação final em câmara fria: retornar os queijos à câmara fria, entre 8 e 10°C, com umidade relativa do ar em cerca de 80%, para completar a proteólise e peptidólise e a formação final de aroma e sabor. A produção de gás nessa fase não é desejável (fermentação secundária). Nessa câmara, os queijos podem ficar mais 4 a 6 semanas, ou até que sejam comercializados;

-Eventualmente os queijos podem ser pintados com resinas especiais (polímeros) transparentes e ter o rótulo colado em sua superfície;

Pontos críticos

-Qualidade do leite (no queijo Maasdam, é item de grande importância)

-pH do queijo nas 24 horas, por volta de 5,30 a 5,35 (é outro item fundamental e decisivo)

-Composição dos fermentos lácticos;

-Grau de mineralização da massa (flexibilidade, "massa longa");

-Boa presença da flora propiônica, ativa e em quantidade suficiente;

-Baixo teor de sal no queijo (para não inibir a flora propiônica e o sabor típico);

-Leite de vacas não-alimentadas com silagem, para evitar esporos de bacilos butíricos;

-Pré-prensagem e prensagem rápida e eficiente, para controle da quantidade de micronúcleos (um ponto crítico, que determina se haverá ou não um excesso de olhduras pequenas e mal distribuídas na massa);

-Teor de umidade do queijo nas 24 horas (não mais do que 41%;

- Período inicial de câmara fria (estabilização, distribuição do sal e solubilização parcial da massa, conferindo-lhe flexibilidade);
- Período de "câmara quente" (formação das olhaduras) .

CHANCO



O Chanco é típico do Chile e é um dos queijos maturados mais populares do país. Chanco é o nome genérico, que vem de uma cidade no Chile com o mesmo nome, localizada na sétima região do país. O Chanco é um queijo gordo devido principalmente à gordura que lhe dá mais

textura. É elaborado com leite de vaca. Trata-se de um queijo semi-duro, amanteigado, com sabor ligeiramente ácido e tem olhaduras biológicas e mecânicas abundantemente distribuídas na massa. Costuma ser maturado por algumas semanas sem embalagem e apresenta casca amarelada. O Chanco é, geralmente, um queijo laminável, ainda que apresente numerosas olhaduras, devido ao uso de fermentos LD, que contêm microrganismos que fermentam o ácido cítrico (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* e *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris*). Sua textura aberta remete aos queijos dinamarqueses Havarti e Maribo. É fabricado em formato quadrado ou retangular, com dimensões de aproximadamente 35 x 25 x 12 cm e peso de cerca de 8 a 9 kg.

No Chile, é também fabricado um queijo muito similar ao Chanco, conhecido por Mantecoso. Porém há pequenas diferenças entre eles. O Mantecoso tem um teor de gordura (leite com até 4,0% de gordura) e de umidade ligeiramente mais altos, o que o torna mais macio, de fatiabilidade mais difícil. No Chile, é comum referir-se ao Mantecoso como um "queso tipo de campo".



Composição média esperada (maturado)

PARÂMETRO	VALORES MÉDIOS
Sólidos totais	56-60%
Gordura	27-31%
GES-Gordura no Extrato Seco	44-55%
Sal (cloreto de sódio)	1,0-1,4%
pH	5,20-5,40

Elaboração

- Leite pasteurizado (72°C/15 seg) com cerca de 3,2 a 3,4% de gordura;
- Temperatura de coagulação: 32-34°C;
- Adicionar corante natural de urucum (5 a 10 ml por 100 litros de leite);
- Cloreto de cálcio: adicionado na dosagem regular, cerca de 40-50 mL (sol. à 50%) por 100 L de leite.

-Cultivos: uma das principais características do queijo Chanco é a presença de numerosas olhaduras pequenas, resultantes da fermentação de citratos, que produz diacetil e acetaldeído (sabor) e CO₂, que também pode ser proveniente da descarboxilação de componentes intermediários, como alguns aminoácidos.

-Os cultivos devem apresentar os seguintes microrganismos, em proporções variadas:

- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*
- *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*
- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*
- *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*

O cultivo LD apresenta essas 4 espécies juntas e é denominado como um fermento de "espécies indefinidas" (ou cultivos "selvagens"), já que a cada produção em um fermentador, as porcentagens de cada uma das espécies pode variar bastante, o que pode igualmente gerar variabilidade na textura do queijo;

-Dose de cultivo: adicionar a dose correspondente (unidades) de um fermento concentrado de uso direto;

- Prematurar os fermentos no leite por cerca de 40 minutos a 32-34°C;
- Coagulação: a 32-34°C, por 30 a 35 minutos, em média, com o uso de coalho de quimosina pura, em doses recomendadas pelo provedor e de acordo com sua atividade (IMCU por g ou ml);

-Corte: a coalhada é cortada em pequenos cubos (grãos de milho) e após repouso de 3 minutos, inicia-se a primeira agitação, lentamente, por cerca de 15 minutos;

-Dessoragem parcial: deixar decantar a massa por alguns minutos e eliminar cerca de 30% do soro;

-Lavagem da massa e semicozimento: reiniciar a agitação com maior rapidez e, ao mesmo tempo adicionar a água quente (70 a 75°C) lentamente, como se fosse um chuveiro, para melhor distribuição. A quantidade de água quente deve ser entre 20 e 25% em relação ao volume inicial de leite;

-Fazer o aquecimento até 38-40°C. Caso seja necessário, complementar o aquecimento na parede dupla do tanque;

-Manter a agitação mais rápida até o ponto da massa, que deve ser com grãos bem enxutos e individualizados. Os grãos tornam-se bem menores no ponto, em relação ao tamanho observado no corte da coalhada. Em alguns processos mais tradicionais, ainda é comum a adição de cerca de 0,3% de sal ao soro;

- O ponto deve ocorrer cerca de 50 a 60 minutos após o corte, para "enxugar" bem o grão;

-Dessoragem final: deixar decantar a massa e retirar quase todo o soro;

-Geralmente, a massa passa através de um filtro que a separa do soro.

Os grãos são transferidos para uma dreno-prensa, mas não são pré-prensados. A massa, ainda com um pequeno volume de soro, é agitada enquanto se enchem as formas (dotadas de dessoradores). Esse processo facilita a obtenção de olhaduras mecânicas na massa, uma característica essencial do queijo Chanco;

Prensagem: deve ser feita como se segue:

- 20 minutos com 30 lbs/pol²
- viragem
- 45 minutos com 40 lbs/pol²

-Os queijos são mantidos nas formas até um pH em torno de 5,6 a 5,8;

-Transferir os queijos para a salmoura a 8-10°C, com 19°Bé (20% de sal), por cerca de 24 horas. Virar o queijo regularmente na salmoura, para tornar a absorção de sal mais homogênea;

-Secagem: por 24 horas, em câmara fria a 8-10°C;

-Maturação: normalmente o queijo Chanco é maturado sem embalagem em câmaras a uma temperatura entre 12-14°C e umidade relativa do ar entre 85 e 95%. Nessa fase, os microrganismos do cultivo LD seguem fermentando o ácido cítrico e eventuais resíduos de lactose;

-Após 3 semanas, os queijos são pintados com uma resina amarelada, contendo substâncias antifúngicas (natamicina), que os protege contra o crescimento de fungos (mofos e leveduras);

-O período mínimo de maturação é 4 semanas, mas os queijos podem ser curados por até 4 meses para intensificar a proteólise e o sabor.

Pontos críticos



- Teor de ácido cítrico no leite (para formação de olhos biológicos);
- Cultura aromática ativa e bem balanceada em suas diferentes linhagens;
- Enformagem sem pré-prensagem para a formação intensa de olhos mecânicos;
- Maturação em câmaras a uma temperatura entre 12-14°C para estimular o metabolismo do ácido cítrico e formação de CO₂;
- Maturação sem embalagem para formação de casca típica e "troca" de gases com o ambiente.

Alais, C. Science du Lait : principes des techniques laitières. Edition Sepaïc, Paris, França, 1984

Coudé, B. e B. Wendorff .2013. Future uses of wooden boards for aging cheeses. CDR Dairy Pipeline. 25(1): 1-2

Davis, J. G. Cheese - Vol. III - Manufacturing methods. 1977, Elsevier North-Holland, Inc., Nova Iorque, USA.

Eck, A. 1984. Le fromage. Diffusion Lavoisier, Paris, França

Fox, P.F. 1987. Cheese: chemistry, physics and microbiology. Vol 2. Major cheese groups. Elsevier Applied Science, Londres, Inglaterra.

Furtado, M.M. A arte e a ciência do queijo. Editora Globo, São Paulo, Brasil, 1990.

Furtado, M.M. 2017. Principais Problemas dos Queijos: causas e prevenção. 3ª Edição. 255 p. Setembro Editora, São Paulo, SP, Brasil

Furtado, M.M. 2013. Queijos Especiais. 1ª Edição. 275 p. Setembro Editora, São Paulo, SP, Brasil

Furtado, M.M. 2019. Produção de gás por *Streptococcus thermophilus* em Mussarela. Disponível em: http://www.guialat.com.br/?p=detalhar_noticia&id=4307&fbclid=IwAR23bSDdi8RWwiAxfB2ZbtXrjTJ5v-4DgoBhgwZlgAhThMX_mxRSyM7oYgAs

Furtado, M.M. 2019. Uso de madeira na maturação de queijos: uma tradição secular a ser respeitada. Disponível em: https://www.guialat.com.br/?p=detalhar_noticia&id=4420&fbclid=IwAR35_JTqMIFXbcSA-B9x_eZoi1_iw3_JpOj8zGnQyRB7pOb_xl4NKd1zEUGM

Guillier, R., G. Portelli, e P. Campo (2008). Modelling the competitive growth between *Listeria monocytogenes* and biofilm microflora of sme-

ar cheese wooden shelves. *International Journal of Food Microbiology*. 128: 51-57

Hong, C.M., W.L. Wendorff e R.L. Bradley. 1995. Factor affecting light-induced discoloration of annatt-colored cheese. *Journal of Food Science*. 60: 94-97

Kosikowski, F. 1978. *Cheese and Fermented Milk Foods*. 2nd Edition. 711 p. Edward Brothers, Inc. , Ann Arbor, Michigan, USA.

Kozelková, M., M. Juzl, T. Luková, K. Sustová e A. Bubenicková. 2012. Changes of quality of rennets during storing. *Acta Universitatis Agriculturae et Silvicultura Mendeliana Brunensis*. 60 (6); 189-201

Kristensen, J.M.B. 1999. *Cheese Technology- A Northern European Approach*. 1ª Edição. 218 p. International Dairy Books, Aarhus, Dinamarca.

Lortal, S., A. di Blasi, M-N. Madec, C. Pediliggieri, L. Tuminello e G. Tanguy. (2009). Tina wooden vat biofilm: a safe and highly efficient lactic acid bacteria delivering system in PDO Ragusano cheese making. *Int, Journal of Food Microbiology*. 132: 1-8

Mariani, C. , N. Oulahal, J.F. Chamba, e F. Dubois-Brissonnet (2011). Inhibition of *Listeria monocytogenes* by resident biofilms present in wooden shelves used for cheese ripening. *Food Control* . 21: 1357-1362

McSweeney, P.L.H. 2007. *Cheese problems solved*. CRC Press: EUA

McSweeney, P.L.H. 2004. Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*. 57: 127

Mora, D., C. Monnet, C. Parini, S. Guglielmetti, A. Mariani e P. Pintas. 2005. Urease biogenesis in *Streptococcus thermophilus*. *Research in Microbiology*. 156 : 897-903

Mucchetti, G. e E. Neviani. 2006. *Microbiologia e tecnologia lattiero-casearia: qualità e sicurezza*. Editora Tecniche Nuove, Milão, Itália

Plumed-Ferrer et al (2013). The antimicrobial effects of wood-asso-

ciated polyphenols on food pathogens and spoilage organisms. *International Journal of Food Microbiology*. 164: 99-107

Segel, I.H. 1976. *Biochemical calculations*. 2nd Edition. 441 p. John Wiley & Sons. New York, USA

Suchet, S. *Technologie de fromages à pâte molle et mi-dure*. 1975, École de Laiterie de Grangeneuve, Grangeneuve, Suíça.

Tunick, M. 2014. *The Science of Cheese*. 1a. Edição, p281, Oxford University Press , New York, USA.

Vassal, L. e J. C. Gripon. 1984. L'amertume des fromages à pâte molle de type Camembert: rôle de la présure et de *Penicillium caseicolum*, moyens de la contrôler. *Le Lait* 64: 397.

Veisseyre, R. 1975. *Technologie du Lait*. 3a Edição, La Maison Rustique, Paris, França.

Zalazar, C., C. Meinardi e E. Hynes. 1999. *Quesos típicos argentinos*. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fé, Argentina.

Zanger, P. , C. Matlschweiger, K. Dillinger, e F. Eliskases-Lechner (2009). Survival of *Listeria monocytogenes* after cleaning and sanitation of wooden shelves used for cheese ripening. *European Journal of Wood Products*. 68: 415-419

Zotta, T., A. Ricciardi, R. Rocco e E. Parente. 2008. Urease Production by *Streptococcus thermophilus*. *Food Microbiology*. 25: 113-119

