Artigo Técnico

ATRIBUTOS TECNOLÓGICOS DE CONTROLE PARA PRODUÇÃO DO DOCE DE LEITE

Technological control attributes for doce de leite production

*Ítalo Tuler Perrone[1]**
Rodrigo Stephani[2]
Braz dos Santos Neves[3]
Jaqueline Flaviana Oliveira de Sá[4]
Antônio Fernandes de Carvalho[5]

SUMÁRIO

Durante a produção do doce de leite alguns atributos tecnológicos devem ser controlados por motivos de regulamentação, de custos, de segurança operacional, de segurança alimentar e de padronização do produto final. Serão apresentados os principais atributos tecnológicos dentro de cada um dos cinco motivos apresentados que justificam o seu controle.

Termos para indexação: tecnologia, padronização, inocuidade.

SUMMARY

A few technological attributes should be controlled during the Doce de Leite production for different reasons: regulations, costs, operational security, food safety and standardization of the final product. This work shows the main technological attributes for the production of doce de leite.

Index terms: technology, standardization, safety.

1INTRODUÇÃO

Dados sobre a produção de doce de leite no Brasil são escassos, o que impossibilita a determinação da quantidade total produzida e consumida. Estima-se que sua produção represente aproximadamente 0,6 % da quantidade total de produtos em um laticínio. Minas Gerais, responsável por aproximadamente 30 % da produção nacional de leite, possui o maior parque industrial de laticínios do país com 34,4 % do total das empresas. Detém aproximadamente 50 % da produção brasileira de doce de leite, destacando-se como o principal produtor

1 Doutor em Tecnologia de Alimentos. Professor da Universidade Federal de Viçosa no Departamento de Tecnologia de Alimentos, Avenida Peter Henry Rolfs S/N, Campus Universitário, CEP36571-000, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: italo.perrone@ufv.br
2 Doutorando em Química. Gerente de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Gemacom Tech, Juiz de Fora, MG, Brasil. E-mail: rodrigo@gemacomtech.com
3 Administrador de Empresas. Consultor Técnico da Gemacom Tech e da São Caetano Projetos e Consultoria, Juiz de Fora, MG, Brasil. E-mail: braz@gemacomtech.com
4 Mestre em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados. Professora e Pesquisadora do Instituto de Laticínios Cândido Tostes – EPAMIG, Juiz de Fora, MG, Brasil. E-mail: jaquelinesa@epamig.br
5 Doutor em *Scienceset Techniques des Industries Agricoles et Alimentaire*. Professor da Universidade Federal de Viçosa no Departamento de Tecnologia de Alimentos, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: antoniofernandes@ufv.br
* Autor para correspondência: Departamento de Tecnologia de Alimentos, Avenida Peter Henry Rolfs S/N, Campus Universitário, CEP36571-000, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: italo.perrone@ufv.br

Recebido / Received: 23/11/2011
Aprovado / Approved: 02/03/2012

brasileiro. Segundo especialistas, apesar de existir um bom mercado em potencial para o consumo do doce de leite, alguns fatores limitam a evolução do negócio, como a necessidade da existência de centros urbanos de médio e grande porte, a pequena capacidade de produção das indústrias, concorrência acirrada, falta de padronização do produto e variação do preço de atacado. A produção do doce de leite em escala industrial requer o conhecimento e o controle de diversos atributos de tecnologia. Pequenas indústrias produtoras de doce de leite deparam-se com a necessidade de controle destes diferentes atributos quando buscam ampliar a escala de produção, transitando de um processo mais artesanal de produção para um processo mais industrializado. Os atributos a serem controladosiniciam-senaseleção do leite, passando pela pressão de trabalho do equipamento até o controle da temperatura e o tempo do envase. Estes controles visam atender exigências da legislação, dos custos de produção, da segurança operacional, da inocuidade alimentar e de padronização do produto final. Neste trabalho os principais atributos de controle serão abordados dentro de cada subitem apresentado.

2 Atributos de regulamentação

Dentro deste item deve-se observar quais os ingredientes e aditivos que são permitidos o uso durante a tecnologia de fabricação do doce de leite, bem como as respectivas concentrações de aplicação. Outro ponto de controle é a composição do produto final.

De acordo com o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Quali-dade de Doce de Leite aprovado pela Portaria n° 354, de 4 de setembro de 1997, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento do Brasil, entende-se por doce de leite o produto, com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor à pressão normal ou reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem láctea e/ou creme e adicionado de sacarose (parcial-mente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos). Desta forma, durante a produção do doce de leite devem-se empregar somente sólidos de origem láctea como complementos a matéria prima (leite ou leite reconstituído), não sendo permitido o emprego de outras fontes de proteínas ou gorduras não lácteas. O máximo de sacarose a ser adicionado é de 30% sobre o volume de leite, podendo esta ser parcialmente substituída em até 40% por mono ou dissacarídeos, da mesma forma permite-se a adição de amido ou amido modificado em concentração máxima de 0,5% sobre o volume de leite. São ingredientes opcionais: creme de leite, sólidos de origem láctea, cacau, chocolate, coco, amêndoas, amendoim, frutas secas, cereais e/ou outros produtos alimentícios isolados ou misturados em uma proporção entre 5 % e 30 % $m.m^{-1}$ do produto final.

É importante ressaltar que se admitirá também a presença dos aditivos através dos ingredientes opcionais de conformidade com o Princípio de Transferência dos Adi-tivos Alimentares (*CodexAlimentarius* Vol. 1A, 1995 Seção 5.3) e sua concentração no produto final não deverá superar a proporção que corresponda à concentração má-xima admitida no ingrediente opcional e, quando se tratar dos aditivos indicados no Regulamento Técnico específico, não deverá superar os limites máximos autorizados pelo mesmo.O doce de leite poderá denominar-se «Doce de Leite para Sorveteria» ou "Doce de Leite para Sorveteria com _____" segundo corresponda e quando for destinado à elaboração de sorvetes. Esta denominação de venda é obrigatória quando o produto é adicionado de corante Caramelo (INS 150 a,b,c,d).O doce que tenha sido adicionado de aditivos espessantes/ estabilizantes e/ou umectantes apresentados na Tabela 1, deve-se denominar "Doce de Leite para Confeitaria".

Quando o doce de leite for exclusivo para uso industrial como matéria-prima para elaboração de outros produtos alimentícios e contenham uma concentração de Ácido Sórbico e/ou seus sais de Na, K ou Ca maior que 600 $mg.kg^{-1}$ até 1000 $mg.kg^{-1}$(ambos expressos em ácido sórbico), deverá obrigatoriamente indicar no rótulo a ex-pressão "Exclusivo Para Uso Industrial".

A composição do produto final também é regulamentada e seu controle faz-se necessário nesta indústria. Na Tabela 2 são apresentados os valores exigidos para cada atributo.

O controle do teor de gordura no doce de leite é realizado por meio da padronização do teor de gordura do leite. Estima-se que para uma fabricação tradicional de doce de leite em pasta o teor mínimo de gordura no leite deve ser de aproximadamente 2,6 %m/m. O processo de padronização do leite ocorre nas centrífugas padronizadoras e consiste na incorporação controlada de parte do creme ao leite desnatado provenientes do processo de centrifugação. Uma geometrização deste processo é apresentada na Figura 1.Durante a centrifugação do leite integral ocorre a formação do creme e do leite desnatado, que pode ser adicionado de parte da massa do creme visando à obtenção de leite padronizado com o teor de gordura desejado. O somatório das massas de creme excedente e de leite padronizado deve

ser igual ao somatório das massas de leite desnatado e de creme, e este deve ser igual à massa de leite integral. O raciocínio anterior pode ser definido como o balanço de massa global do processo, entretanto o mesmo pode ser aplicado aos sólidos não gordurosos e a gordura. Estas análises não levam em consideração pequenas perdas de massa inerentes ao processo de centrifugação. Desta forma os raciocínios apresentados podem ser sintetizados nas equações 1,2 e 3.Sendo: MLI = massa de leite integral; MCR = massa de creme; MLD = massa de leite desnatado; MCRe = massa de creme excedente; MLP = massa de leite padronizado; MSNGli = massa de sólidos não gordurosos do leite integral; MSNGcr = massa de sólidos não gordurosos do creme; MSNGld = massa de sólidos não gordurosos do leite desnatado; MSNGcre = massa de sólidos não gordurosos do creme excedente; MSNGlp = massa de sólidos não gordurosos do leite padronizado; MGDli = massa de gordura do leite integral; MGDcr = massa de gordura do creme; MGDld = massa de gordura do

Tabela 1 – Aditivos permitidos para a produção de doce de leite para confeitaria.

ADITIVOS	FUNÇÃO	CONCENTRAÇÃO MÁXIMA NO PRODUTO FINAL
Ácido sórbico e seus sais de Na, K ou Ca	Conservador	600 $mg.kg^{-1}$ (em ac. sórbico) 1000 $mg.kg^{-1}$ em ac. sórbico em Doce de leite para uso industrial exclusivo
Natamicina em superfície livre	Conservador	$1mg.dm^{-2}$
Lactato de cálcio	Texturizante	b.p.f.
Aromatizante de baunilha, vanilina e/ou etil vanilina isolada ou em mistura	Aromatizante	b.p.f.
Citrato de sódio	Estabilizante	b.p.f.
Sorbitol	Umectante	5 $g.100^{-1}$ g
Caramelo (INS 150 a,b,c,d)	Corante	b.p.f.
Ácido Algínico	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Alginato de Amônio	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Alginato de Cálcio	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Carragenas incluídas furcelarana e seus sais de sódio e potássio	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Pectina e Pectina Amidada	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Alginato de Potássio	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Alginato de Propilenoglicol	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Alginato de Sódio	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Agar	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Carboximetilcelulose	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Carboximetilcelulose sódica	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Metilcelulose	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Metiletilcelulose	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Hidroxipropilcelulose	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Goma Arábica	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Goma Xantana	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Goma Garrofin	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Goma Caraia	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Goma Gellan	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Goma Tadragante	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Goma Konjak	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Gelatina	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$
Celulose microcristalina	Esp./Est.	5000 $mg.kg^{-1}$

Sendo: b.p.f. = segundo boas práticas de fabricação; Esp./Est. = espessante/estabilizante.Observação: O uso destes estabilizantes/espessantes quando utilizados em mistura não po-derá ser superior a 20000 $mg.kg^{-1}$ do produto final.

leite desnatado; MGDcre = massa de gordura do creme excedente; MGDlp = massa de gordura do leite padronizado. Massa de Leite Integral (MLI)

O controle do teor de umidade do produto final é realizado por meio da determinação do teor de sólidos solúveis ao se empregar um refratômetro. Esta determinação ocorre ao final da produção e caracteriza o ponto do processo, ou seja, momento no qual deve-seencerrar a evaporação da água do doce de leite ao se interromper o fornecimento de vapor ao tacho. Segundo Santiago (2009), a relação que existe entre o teor de sólidos solúveis e o teor de sólidos totais para o doce de leite em pasta é ex-pressa pela equação 1:

$$TSTD = 0{,}8891 \times (TSSD) + 8{,}5976 \quad (R^2=0{,}9847;\ P<0{,}0001) \mathbf{(1)}$$

Sendo: TSTD = teor de sólidos totais do doce de leite em pasta; TSSD = teor de sólidos solúveis do doce de leite em pasta; R^2= coeficiente de correlação linear; P = Signi-ficância estatística do modelo.

Na Tabela 3 é apresentado o resultado da aplicação da equação *1* em diferen-tes valores de sólidos solúveis no doce de leite em pasta.

O controle do teor de gordura no doce de leite é realizado por meio da padronização do teor de gordura do leite. Estima-se que para uma fabricação tradicional de doce de leite em pasta o teor mínimo de gordura no leite deve ser de aproximadamente 2,6 %m/m. O processo de padronização do leite ocorre nas centrífugas padronizadoras e consiste na incorporação controlada de parte do creme ao leite desnatado provenientes do processo de centrifugação. Uma geometrização deste processo é apresentada na Figura 1.

Durante a centrifugação do leite integral ocorre a formação do creme e do leite desnatado, que pode ser adicionado de parte da massa do creme visando à obtenção de leite padronizado com o teor de gordura desejado. O somatório das massas de creme excedente e de leite padronizado deve ser igual ao somatório das massas de leite desnatado e de creme, e este deve ser igual à massa de leite integral. O raciocínio anterior pode ser definido como o balanço de massa global do processo, entretanto o mesmo pode ser aplicado aos sólidos não gordurosos e a gordura. Estas análises não levam em consideração pequenas perdas de massa inerentes ao processo de centrifugação. Desta forma os raciocínios apresentados podem ser sintetizados nas equações 1,2 e 3.

$$MLI = MCR + MLD = MCRe + MLP \quad (1)$$

$$MSNGli = MSNGcr + MSNGld = MSNGcre + MSNGlp \quad (2)$$

$$MGDli = MGDcr + MGDld = MGDcre + MGDlp \quad (3)$$

Sendo: MLI = massa de leite integral; MCR

Tabela 2 – Atributos de composição centesimal permitidos para doce de leite

Requisito	Doce de leite	Doce de leite com creme	Método de análise
Umidade g/100 g	Máx. 30,0	Max. 30,0	FIL 15B: 1998
Matéria Gorda g/100 g	6.0 a 9,0	Maior de 9,0	FIL 13C: 1987
Cinzas g/100 g	Máx. 2,0	Máx. 2,0	AOAC 15ª Ed. 1990 - 930.30
Proteína g/100 g	Mín. 5,0	Mín. 5,0	FIL 20B: 1993

Tabela 3 – Relação entre o teor de sólidos solúveis e o teor de sólidos totais em doce de leite em pasta segundo a equação *1*.

Teor de sólidos solúveis no doce de leite em pasta (ºBrix)	Teor de sólidos totais no doce de leite em pasta calculado pela equação *1* (%m/m)
68,5	69,5
69,0	69,9
69,5	70,4
70,0	70,8
70,5	71,3
71,0	71,7
71,5	72,2
72,0	72,6
72,5	73,1

= massa de creme; MLD = massa de leite desnatado; MCRe = massa de creme excedente; MLP = massa de leite padronizado; MSNGli = massa de sólidos não gordurosos do leite integral; MSNGcr = massa de sólidos não gordurosos do creme; MSNGld = massa de sólidos não gordurosos do leite desnatado; MSNGcre = massa de sólidos não gordurosos do creme excedente; MSNGlp = massa de sólidos não gordurosos do leite padronizado; MGDli = massa de gordura do leite integral; MGDcr = massa de gordura do creme; MGDld = massa de gordura do leite desnatado; MGDcre = massa de gordura do creme excedente; MGDlp = massa de gordura do leite padronizado.

Durante a padronização pode-se buscar determinar as massas de leite desnatado, leite integral e creme que devem ser misturadas no intuito de obter o leite padronizado ao final do processo. Para tal, emprega-se o quadrado de Pearson aditivo como ferramenta de cálculo, apresentado na Figura 2.

De acordo com o quadrado de Pearson a proporção de misturas de massa entre o creme e o leite desnatado para a obtenção de leite padronizado obedece à seguinte relação:

3,4 partes de creme + 41,5 partes de leite desnatado = 44,9 partes de leite padronizado

Por meio desta relação é possível realizar a padronização mantendo-se um volume final de leite padronizado ou sem a manutenção deste volume.

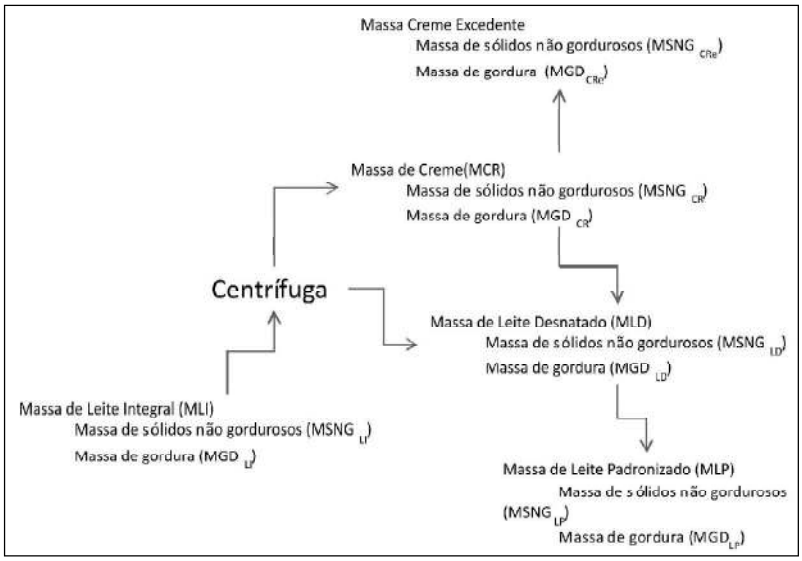

Figura 1 – Geometrização do processo de padronização da gordura.

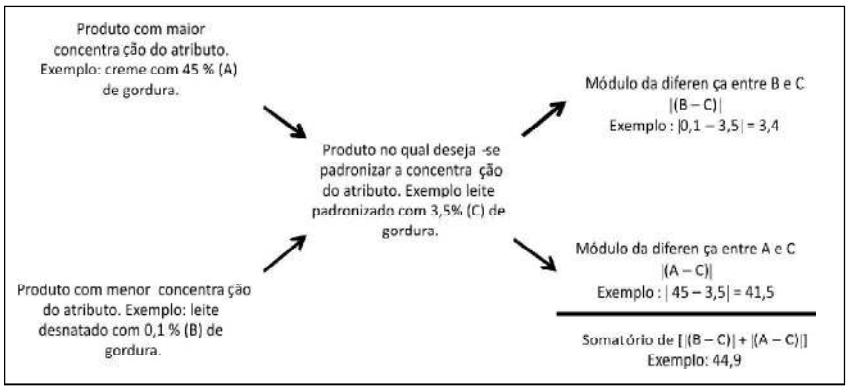

Figura 2 – Quadrado de Pearson aditivo

Durante a padronização pode-se buscar determinar as massas de leite desnatado e creme que são formadas a partir da massa de leite integral empregado no início do processo de centrifugação. Para tal, emprega-se o quadrado de Pearson subtrativo como ferramenta de cálculo, apresentado na Figura 3.

3 ATRIBUTOS DE CUSTOS

Importantíssimo ponto de controle industrial uma vez que está diretamente relacionado a viabilidade financeira da produção do doce de leite. Por meio da aplicação dos conceitos do balanço de massa é possível prever a quantidade de produto final, que deve ser maximizada objetivando a redução dos custos de produção. Durante o processo de fabricação do doce de leite os ingredientes são adiciona-dos ao evaporador e após a retirada da massa de água desejada, determina-se o final da fabricação, por meio da determinação do ponto. O somatório da massa de todos os ingredientes adicionados ao evaporador é igual à soma da massa de água evaporada e a massa de doce de leite obtida. A equação 2 relaciona a massa dos in-gredientes com a massa de água evaporada e a massa de doce:

$$MLI + MLD + MS + MSC + MG + MR + ME = MAE + MDL \quad (2)$$

A massa do doce de leite pode ser dividida entre a massa de sólidos totais e a massa de água. Os sólidos totais no doce compreendem a massa de sacarose, de glicose, de sólidos de origem láctea, de redutor de acidez e a massa de espessante. A equação 3 que determina a quantidade de doce de leite ao final de uma produção é a seguinte:

$$MDL = \frac{[(MLI \times \%SLLI)+(MLD \times \%SLLD)+(MS \times \%SLS)+(MSC+MR+ME)+(MG \times \%SG)]}{\%STDL} \quad (3)$$

Sendo: MLI = massa de leite integral (kg) ou volume de leite (L); %SLLI= porcentagem de sólidos láticos do leite integral expresso em (m/m) ou expresso em (m/v); MLD = massa de leite desnatado (kg) ou volume de leite desnatado (L); %SLLD = porcenta-gem de sólidos láticos do leite desnatado expresso em (m/m) ou expresso em (m/v); MS = massa de soro (kg) ou volume de soro (L); %SLS = porcentagem de sólidos lácti-cos do soro expresso em (m/m) ou expresso em (m/v); MSC = massa se sacarose (kg); MR = massa de redutor (kg); ME = massa de espessante (kg); MG = massa de glicose (kg); %SG = porcentagem de sólidos da glicose (kg); % STDL = porcentagem de sólidos totais do doce de leite expresso em (m/m).

A análise da equação *2* indica os pontos que devem ser controlados para um maior rendimento de fabricação, a saber:

1- O controle do teor final de umidade: quanto maior o teor final de umidade do doce de leite, menor será o denominador da equação e maior quantidade de produto será obtida. Entretanto, deve-se ressaltar que a legislação estipula um máximo de umidade (30%) e que depende das características desejadas no produto final (consistência por exemplo) teores elevados de umidade não são desejados.
2- Seleção de matérias primas: quanto maior for o teor de sólidos solúveis no leite, soro e leitelho maior será a quantidade de produto final obtida. Elevado teor de sólidos solúveis também impactam

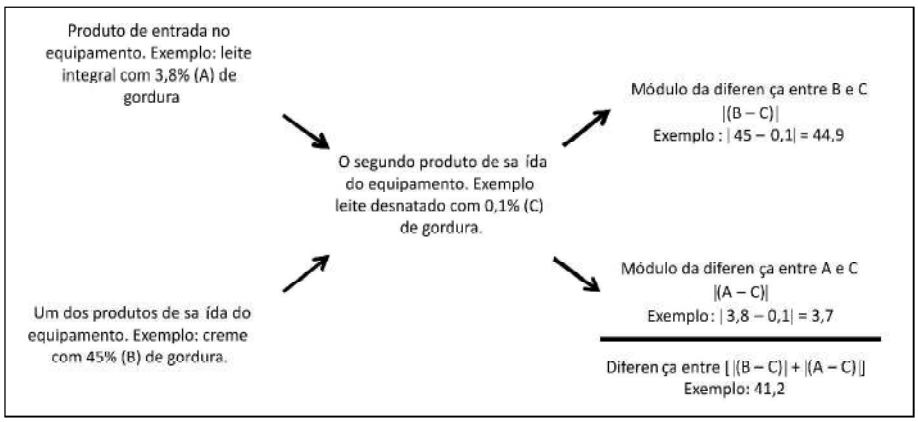

Figura 3 – Quadrado de Pearson subtrativo

favoravelmente na diminuição do tempo de evaporação e desta forma na redução dos gastos com vapor.

O tacho para fabricação do doce de leite é ponto crítico na qualidade do produto final e o seu correto funcionamento e operação são determinantes para o custo final do processamento. O estudo realizado por de Ramón Molina Valle em 1984, intitulado "Racionalização do uso do óleo de combustível nas indústrias de laticínios", apresenta importantes pontos de controle durante a fabricação do doce de leite. Nas Tabelas 4 e 5 são apresentadas as perdas energéticas decorrentes de diferentes espessuras de isolamento da camisa de vapor, perdida pela válvula de segurança e perdida no condensado.

Em muitas fábricas o condensado de vapor é reaproveitado como água quente para limpeza de utensílios e para a produção de vapor, acarretando economia de combustível na caldeira.

4 SEGURANÇA OPERACIONAL

A base da tecnologia de produção do doce de leite consiste na evaporação da água por meio da aplicação de energia na forma de calor em equipamentos denominados evaporadores. Os evaporadores mais empregados na indústria de doce de leite são os tachos. São equipamentos de utilização simples e de manutenção barata, entretanto requer controles no intuito de aumentar a sua vida útil e a segurança dos seus operadores. É possível realizar a fabricação de doce com o tempo de concentração vari-ando de 30 minutos a até 6 horas de duração com o mesmo volume de leite. Isto mostra o quão importante é a escolha do equipamento, pois este fator pode impactar na falta de competitividade de uma indústria produtora de doce de leite. As principais partes de um tacho e suas respectivas funções são:

1) MANÔMETRO: instrumento medidor da pressão do interior da camisa de vapor. Peça importante no controle do tempo de fabricação e obrigatória para a segurança do processo. Cada equipamento foi construído para uma capacidade máxima de pressão de vapor na qual trabalha de forma segura. Desta forma, é imperioso que os operadores controlem a pressão de trabalho visando evitar acidentes. Em algumas fábricas são instaladas válvulas na linha de vapor que alimenta os tachos para controle da pressão de entrada, o que aumenta a segurança de todo o processo.
2) PURGADOR: elimina o condensado da camisa de vapor, aumentando a eficiência do processo de troca de energia na forma de calor.
3) EIXO-AGITADOR: promove a movimentação da calda durante o processo de concentração, homogeneizando a temperatura, facilitando a evaporação da água e impe-dindo a queima do produto. Normal_mente a rotação dos tachos varia entre 74 e 80 rotações por minuto.
4) CAIXA REDUTORA: reduz a rotação do motor e transfere movimento para o eixo-agitador.
5) CAMISA DE VAPOR: promove o aquecimento indireto do leite, a partir da circulação do vapor. Está instalada em aproximadamente 1/3 da altura do tanque.
6) VÁLVULA DE SEGURANÇA: proteção contra sobrepressão na camisa de vapor; abre e expele vapor quando a pressão do tacho está acima da pressão segura de trabalho do equipamento. É importante que esta válvula esteja funcionando corretamente e que receba manutenção periódica.

Tabela 4 - Perdas energéticas para o ambiente através da parede externa da camisa do tacho

Espessura do isolamento(in)	Perda de energia na forma de calor(kcal/h)	Eficiência do isolante(%)	Temperatura da superfícieexterna (ºC)
Sem isolamento	1162,0	0,0	110
1"	177,0	84,7	53,5
1 ½"	139,0	88,0	47,0
2"	113,5	90,0	42,5

Tabela 5 - Perdas energéticas no tacho de fabricação de doce de leite.

Atributo avaliado	$kcal.h^{-1}$	%
Energia total fornecida na forma de calor pelo vapor	48352,5	100,0
Energia perdida no condensado	9435,0	19,5
Energia perdida pela válvula de segurança	6447,0	13,3
Energia perdida pela falta de isolamento	1048,5	2,2
	Total	**35**

7) VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO: mantém constante a pressão na camisa de vapor, evitando, principalmente, valores acima da pressão de segurança para trabalho do tacho.
8) EXAUSTOR: acelera o processo de concentração, visto que retira o evaporado proveniente do aquecimento, evitando sua condensação.
9) TAMPA: a tampa do tacho de doce de leite é geralmente um complemento do equi-pamento que todas as empresas fabricantes enviam, juntamente com o mesmo, no momento da compra.

5 INOCUIDADE DO ALIMENTO

De acordo com Timm et al. (2007), a possibilidade de bactérias patogênicas em doce de leite não pode ser excluída, apesar deste produto apresentar baixa atividade de água devido à alta concentração de carboidratos. Segundo Alais (1985), o doce de leite propicia além do desenvolvimento de fungos filamentosos e leveduras osmofílicas, a multiplicação de Staphylococcus resistentes a alta pressão osmótica do meio, sendo estes, potenciais produtores de enterotoxinas causadoras de intoxicação alimentar. Sousa (2002) analisou doces de leite produzidos a partir de leite de búfala na Ilha de Marajó e enumerou alta contagem de leveduras. Os fungos filamentosos e as leveduras são importantes indicadores das condições higiênicas do ambiente de produção de alimentos. Além disso, podem estar associados à produção de metabólitos tóxicos e deterioração de alimentos (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Segundo Evangelista (1994), as leveduras podem alterar muitos produtos lácteos, como queijos, manteiga, doces e leites condensados, por sua ação sobre a lactose, resultando na produção de CO_2, originando um offflavor pelo processo fermentativo além de estufamento da embalagem, entretanto, sua patogenicidade em alimentos é praticamente desconhecida. Timmet al. (2007) estudaram a qualidade microbiológica de 28 amostras de doce de leite fracionado em porções, para serem vendidos a granel, em supermercados na cidade de Pelotas e isolaram*Salmonella* de uma das amostras. Em um estudo com doces de leite artificialmente inoculados, Hentgeset al. (2010) recuperaram isolados de *L. monocytogenes, Salmonella* Thyphimurium*, E. coli* O157:H7 e S. aureus após 30, 30, 5 e 10 dias de inoculação, respectivamente. Desta forma, o ambiente de processamento, a temperatura e o tempo de envase e a higienização eficiente dos equipamentos empregados, principalmente os de envase, devem ser controlados. Os critérios microbiológicos para doce de leite, segundo a Portaria 354 do MAPA, são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Critérios Microbiológicos e tolerâncias para doce de leite segundo MAPA.

Micro-organismos	Critério de Aceitação (UFC/g)
Staphylococcus Coagulase Positiva/g	n=5 c=2 m=10 M=100
Fungos e Leveduras/g	n=5 c=2 m=50 M=100

Os critérios analisados para o doce de leite segundo a RDC Nº 12 de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001) são apresentados na Tabela 7.

6 PADRONIZAÇÃO DO PRODUTO FINAL

Na indústria de produtos lácteos concentrados e desidratados a padronização da composição final é determinante para a consolidação das tecnologias, uma vez que auxilia no controle de atributos sensoriais e reológicos, impactando também no processo de envase e acondicionamento em embalagens com massa de produto previamente definida. A padronização destas tecnologias ocorre por meio da utilização de fatores de padronização, sendo o fator de padronização (RF) o mais empregado. Consiste na porcenta-gem de gordura (%Gd) do produto final dividida pela sua porcentagem de sólidos não gor-durosos (%S.N.G.). Na produção do doce de leite com 8%m/m de gordura e com 18%m/m de sólidos não gordurosos o valor do RF desejado é de 0,4444. Para atingir este valor de RF pode-se adicionar leite desnatado ou creme ao leite a ser

Tabela 7 – Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos segundo a ANVISA.

Grupo de Alimentos	Micro-organismo	Tolerância para amostra indicativa (UFC/g)	Tolerância para Amostra Representativa nc m M
a) Doce de leite, com ou sem adições, exceto os acondicionados em embalagem hermética ou a granel.	Coliformes a45ºC/g	50	52 1050
	Staphylococcus CoagulasePositiva/g	100	52 10100
	*Salmonella*spp. / 25g	aus	50aus -

processado. Caso o RF do leite a ser empregado na fabricação do doce de leite seja numericamente inferior ao RF desejado no produto final então deve-se fazer uma adição de creme ao leite. Se o RF do leite a ser empregado na fabricação for superior ao RF do produto final então deve-se adicionar leite desnatado ao leite. Exemplificando para obtenção de um doce de leite com RF de 0,4444 deve-se adicionar leite desnatado toda vez de o RF do leite a ser empregado na fabricação for maior do que 0, 0,4444 (adição de leite desnatado se RFleite> 0,4444) e deve-se adicionar creme toda vez que o RF do leite a ser empregado na fabricação for menor do que 0,4444 (adição de creme se RFleite< 0,4444). A quantidade de leite desnatado ou creme (MCLD) pode ser determinada pela equação 4 de Van d' Berg.

$$MCLD = \frac{[(RF * SNGli) - Gdli]}{[Gdld - (RF * SNGld)]} * QLp \quad (4)$$

Sendo:

MCLD = Massa de creme ou de leite desnatado a ser adicionada (kg); RF = fator de padronização desejado no doce de leite; SNGli = teor sólidos não gordurosos do leite integral (% m/m); SNGld = teor sólidos não gordurosos de leite desnatado ou creme (% m/m); Gdli = teor de gordura do leite integral (% m/m); Gdld = teor de gordura do leite desnatado ou do creme (% m/m); QLp = quantidade de leite a ser padronizado.

Exemplo: Deseja-se produzir doce de leite com 8%m/m de gordura e 18%m/m de sólidos não gordurosos. O leite de partida é constituído por 10000L com 3,2%m/v de gordura e com 8,2%m/v de sólidos não gordurosos. Deseja-se determinar qual a quantidade leite desnatado ou creme de deve ser adicionado.

A primeira etapa para resolução deste problema consiste na determinação dos RF do doce de leite e do leite de partida. Desta forma, temos que o doce de leite possui RF igual a 0,4444 (8/18) e leite de partida possui RF igual a 0,3902. Como o RF do leite de partida é menor do que o RF desejado então deve-se fazer a adição de creme ao leite, calculada pela equação 4. Consideremos creme com 50%m/v de gordura e com 5,5% de sólidos não gordurosos.

$$MC = \frac{[(0{,}4444 * 0{,}082) - 0{,}032]}{[0{,}5 - (0{,}4444 * 0{,}055)]} * 10000 =$$

$$93{,}1 \text{ L creme com } 50\% \frac{m}{v} \text{ de gordura}$$

Outro fator empregado na tecnologia é o fator de concentração. O fator de concentração é empregado para determinar em quantas vezes o volume do leite foi reduzido durante a fabricação do doce de leite, ou para determinar em quantas vezes a concentração de cada constituinte do leite foi aumentada. Ao em-pregarmos somente leite na fabricação do doce de leite o fator de concentração iguala-se ao rendimento em massa de leite por massa de doce de leite. O fator de concentração é definido pela equação 5.

$$FC = TSLD / TSLL \quad (5)$$

Sendo: FC = fator de concentração; TSLD = teor de sólidos láticos no doce de leite; TSLL = teor de sólidos láticos no leite.

Por meio da equação 5 é possível determinar a composição do doce de leite ao se conhecer a composição inicial do leite, bastando multiplicar os teores iniciais dos constituintes pelo fator de concentração. Exemplos de aplicação são apresentados na Tabela 7.

7 CONCLUSÃO

Na tecnologia de produção do doce de leite diversos atributos podem ser controlados, desde a composição do leite, a pressão de trabalho do equipamento até a temperatura e o tempo do envase. Estes controles visam atender exigências da legislação, dos custos de produção, da segurança operacional, da inocuidade alimentar e de padronização do produto final. O conhecimento e o controle destes atributos contribuem decisivamente para a competitividade das indústrias produtoras de doce de leite.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAIS, C. **Ciencia de La leche. Principio de técnica lechera**. 4. ed Barcelona: Editorial Reverte, 1985.873p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria n° 354, de 04 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Doce de Leite. **Diário Oficial daRepública Federativa do Brasil**. Brasília, 8 de set. de1997. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/legislacao>. Acesso em: 26 setembro 2011.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001, dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos, revogando a portaria SVS/MS 451, de 19 de setembro de 1997, publicado no DOU de 2 de julho de 1998. **Diário Oficial da República**

Federativa do Brasil. Brasília, 2 de jan. de 2001. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01.rdc.htm Acesso em: 6 agosto 2001.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1994, 652p.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos.** 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 196p.

HENTGES, D. et al.Pathogenic microorganism survival in dulce de leche.**Food Control**, v.21, p.1291–1293, 2010. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/09567135/21/9.> Acesso em: 08 novembro de 2011. doi: 10.1016/j.foodcont.2010.02.014

SANTIAGO, B. C. F. Correlaçãoentre sólidos solúveis, umidade e atividade de água e determinação de amiláceos em doce de leite. In: **Congresso Nacional de Laticínios**, 26, 2009, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EPAMIG, 2009.1 CD-ROM.

SOUSA, C. L. **Avaliação microbiológica e físico-química de doce de leite e requeijão produzidos com leite de búfala na Ilha de Marajó – PA.** Curitiba: Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, 2002. 373p. (Boletim do Técnico, 20).

TIMM, C. D. et al.Avaliação microbiológica de doce de leite pastoso.**Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.66, n. 3, p. 275–277, 2007.

VALLE, R.M. **Racionalização do uso do óleo de combustível nas indústrias de laticínios.** 1984. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Tabela 7 – Composição final calculada para o doce de leite a partir de diferentes tecnologias de fabricação.

Ingredientes e aditivos	%	Unidades	Formulação					
			1	2	3	4	5	6
Leite		kg	300	300	300	255	225	195
• EST	12,2	kg	36,6	36,6	36,6	31,1	27,5	23,8
• Lactose	4,8	kg	14,4	14,4	14,4	12,2	10,8	9,4
• Gordura	3,5	kg	10,5	10,5	10,5	8,9	7,9	6,8
• Proteínas	3,1	kg	9,3	9,3	9,3	7,9	7,0	6,0
• Sais	0,8	kg	2,4	2,4	2,4	2,0	1,8	1,6
Soro		kg	0	0	0	45	75	105
• EST	6,7	kg	0	0	0	3,0	5,0	7,0
• Lactose	5,3	kg	0	0	0	2,4	4,0	5,6
• Gordura	0,3	kg	0	0	0	0,14	0,23	0,32
• Proteínas	0,8	kg	0	0	0	0,36	0,6	0,84
• Sais	0,3	kg	0	0	0	0,14	0,23	0,32
Ingredientes								
• Sacarose		kg	60	60	90	60	60	60
• Redutor de acidez		kg	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
• Espessante		kg	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Doce de Leite		kg	138,4	140,6	183,4	137,0	134,7	132,3
• Teor de sólidos láticos na mistura leite e soro		kg	12,2	12,2	12,2	11,4	10,8	10,3
• Fator de concentração do processo			2,17	2,13	1,64	2,19	2,23	2,27
• Massa de água evaporada no processo		kg	221,9	221,2	208,4	224,8	227,1	229,5
• Teor de sólidos solúveis		°Brix	69	69	69	69	69	69
• Teor de sólidos totais		%	70	70	70	70	70	70
• Teor de sacarose		%	43,3	42,7	49,1	43,8	44,6	45,3
• Teor de sólidos láticos		%	26,4	26,0	19,9	24,9	24,1	23,3
• Teor de lactose		%	10,4	10,2	7,9	10,7	11,0	11,3
• Teor de gordura		%	7,6	7,5	5,7	6,6	6,0	5,4
• Teor de proteínas		%	6,7	6,6	5,1	6,0	5,6	5,2
• Teor de sais		%	1,7	1,7	1,3	1,6	1,5	1,4

MILAINOX®

A dose certa
de tecnologia
para sua indústria.



M-22 PLUS
Envasadora, seladora, datadora e colocadora de sobre-tampas automática com sistema de assepsia da embalagem para copos e potes.
2800 unidades/hora

M22
Envasadora, seladora, datadora e colocadora de sobre tampas automática para copos e potes.
2200 unidades/hora



DSM2
Envasadora e seladora semi-automática para copos e potes.



S
• Seladora manual de mesa para copos e portes.

Piracicaba - SP - Brasil | (19) 3447-8950 / (19) 3422-3051 / (19) 3433-3051 / (19) 9756-7361
www.milainox.com.br /atendimento@milainox.com.br