Artigo Técnico

BALANÇO DE MASSA APLICADO A TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DO LEITE CONDENSADO: CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Mass balance applied to the sweetened condensed milk technology: theoretical considerations

Rodrigo STEPHANI[1]
Ítalo Tuler PERRONE[2]*

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi aplicar o balanço de massa à tecnologia de produção do leite condensado. Os cálculos teóricos foram realizados para as etapas de padronização do teor de gordura, para a relação entre o teor de gordura e de sólidos não gordurosos (RF) e para a determinação do rendimento de fabricação. As equações e exemplos apresentados são úteis para a padronização das tecnologias nas indústrias de leite condensado.

Palavras-chave: padronização, cálculos, produção

ABSTRACT

The aim of this work was to apply the mass balance in the sweetened condensed milk technology. Theoretical calculations were performed in milk fat standardization, in fat and non-fat solids relation (RF) and in yield determination. The equations and examples showed in this work can be useful in the standardization of sweetened condensed milk technology by the industry.

Keywords: standardization, calculations, production

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Art. 657 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) em seu parágrafo único, são fases de fabricação do leite condensado: seleção de leite, padronização dos teores de gordura e de sólidos totais, pré-aquecimento, adição de xarope (solução de sacarose ou glicose), condensação, refrigeração, cristalização e enlatamento (BRASIL, 1997).Em 1997, o Brasil realizou as primeiras exportações de leite condensado, quando foram exportadas 580 toneladas. Atualmente, esse produto vem ocupando lugar de destaque nas exportações de lácteos, sendo enviado para mais de 50 países. Possui como principal característica a agregação de valor em três matérias-primas, nas quais o país possui baixos custos de produção – embalagem de aço, açúcar e leite (ALVIM, 2009).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Realizaram-se cálculos baseados nos conceitos do balanço de massa e aplicou-se às etapas de padronização do teor de gordura do leite e darelação entre o teor de gordura e o teor de

1 Doutorando em Química. Gerente de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Gemacom Tech, Juiz de Fora, MG, Brasil. E-mail: rodrigo@gemacomtech.com
2 Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Professor Adjunto do DTA-UFV, Campus Universitário, CEP36570-000, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: italo.perrone@ufv.br
* Autor para correspondência: Universidade Federal de Viçosa- Departamento de Tecnologia de Alimentos, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: italo.perrone@ufv.br

Recebido / Received: 26/09/2011
Aprovado / Approved: 04/03/2012

sólidos não gordurosos, bem como, na determinação do rendimento industrial. Apresenta-se cada etapa e sua importância para a tecnologia do leite condensado anteriormente à realização dos cálculos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O balanço de massa pode ser definido como o estudo da transferência de massa que ocorre durante as operações unitárias industriais. No caso do processamento do leite condensado esta ferramenta de cálculo pode ser aplicada a padronização do teor de gordura do leite, a relação entre o teor de gordura e o teor de sólidos não gordurosos (conhecido como RF), a determinação da massa de água evaporada e a massa de produto final. A sua aplicação depende do conhecimento das massas de matéria prima e ingredientes que são empregadas nas tecnologias, bem como do conhecimento da composição do produto final. Como primeira etapa para a sua aplicação deve-se definir o volume de controle, que pode ser simplificado como a operação unitária ou parte do equipamento no qual deseja-se realizar o balanço de massa.

3.1. Padronização do leite

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 = 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 determinam-se as

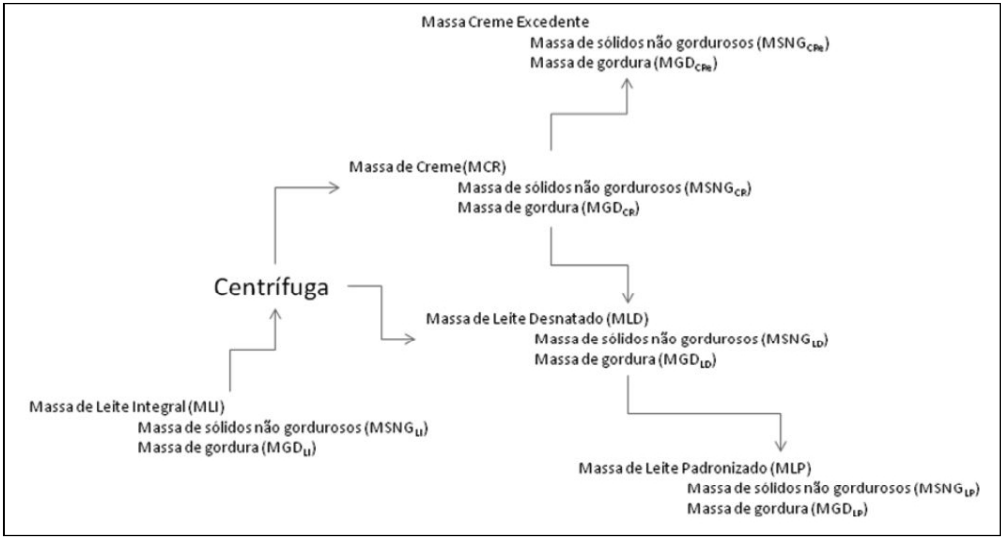

Figura 1 – Geometrização do processo de padronização do leite em centrífugas padronizadoras.

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.

Durante a padronização determinam-se 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.

De acordo com o quadrado de Pearson a proporção entre as massas de leite integral, creme e o leite desnatado obedece à seguinte relação:

44,9 partes de leite integral = 3,7 partes de creme + 41,2 partes de leite desnatado

Por meio desta relação e do conhecimento da capacidade de trabalho da centrífuga (massa ou litros de leite por hora) é possível estabelecer o tempo no qual o equipamento trabalha somente clarificando.

Alguns exemplos de aplicação são apresentados.

Exemplo1 – Deseja-se padronizar 5000 litros de leite integral com 3,8%m/v de gordura para 3,2%m/v utilizando leite desnatado com 0,1%m/v de gordura.

Resolução: emprega-se neste caso o quadrado de Pearson aditivo.

Leite integral	3,8%		3,1
		3,2%	
Leite desnatado	0,1%		0,6
Leite padronizado			3,7

Estabelece-se a relação:

3,7 partes de leite padronizado = 3,1 partes de leite integral + 0,6 partes de leite desnatado

Por meio de regra de três obtém-se os seguintes valores para leite desnatado e para leite integral:

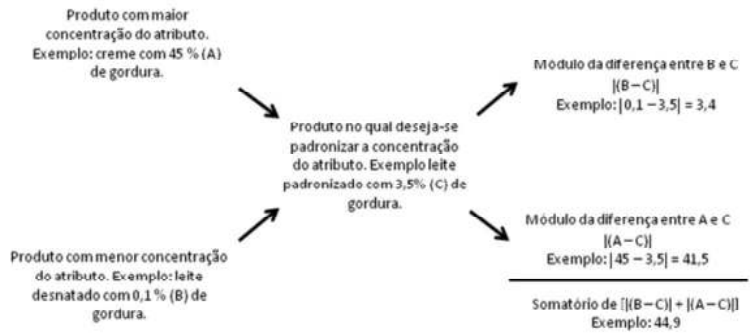

Figura 2 – Quadrado de Pearson aditivo

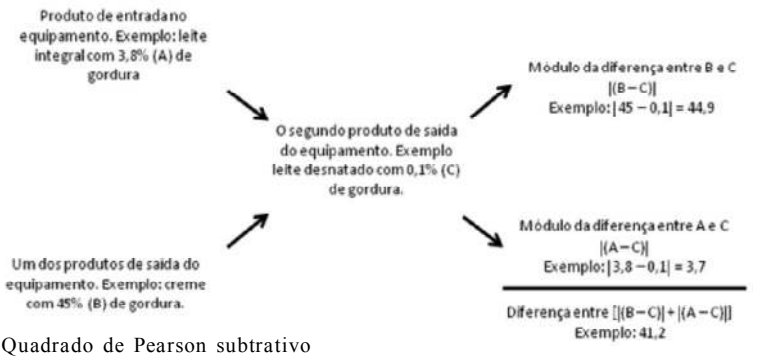

Figura 3 – Quadrado de Pearson subtrativo

3,7 partes de leite ..... 0,6 partes de leite
padronizado desnatado
5000 L X
X = 818,8 L de leite desnatado

Analogamente determina-se o volume de 4189,2 L para o leite integral.

Exemplo 2 – Deseja-se centrifugar 15.000 litros de leite integral com 3,7%m/v de gordura. O creme obtido do desnate deve ter 45% m/v de gordura e o leite desnatado 0,1% m/v de gordura.

Resolução: emprega-se neste caso o quadrado de Pearson subtrativo.

Leite integral	3,7%		44,9
		0,1%	
Creme	45%		3,6
Leite desnatado			41,3

Estabelece-se a relação:
44,9 partes de leite integral = 3,6 partes de creme + 41,3 partes de leite desnatado
Por regra de três obtém-se os seguintes valores para leite desnatado e para creme:
44,9 partes de leite ..... 41,3 partes de leite
integral desnatado
15000 L X
X = 13797,3 L de leite desnatado

Analogamente determina-se o volume de 1202,7 L para o creme.

Exemplo 3: Uma centrífuga tem capacidade para 8.000 litros de leite por hora. Parte-se de leite integral com 4,0%m/v de gordura, creme com 40% m/v e leite desnatado com 0,1% m/v de gordura. Qual o volume de leite desnatado e creme produzidos por hora?

Resolução: emprega-se neste caso o quadrado de Pearson subtrativo.

Leite integral	4,0%		39,9
		0,1%	
Creme	40%		3,9
Leite desnatado			36,0

Estabelece-se a relação:
39,9 partes de leite integral = 3,9 partes de creme + 36,0 partes de leite desnatado

Por regra de três obtém-se os seguintes valores para leite desnatado e creme:
39,9 partes de leite ..... 36,0 partes de leite
integral desnatado
8000 L X
X = 7218 L de leite desnatado

Analogamente determina-se o volume de782 Lpara o creme.

O processo de padronização do teor de gordura do leite pode ser realizado em fluxo contínuo, para tal faz-se necessário o controle do volume de creme que é continuamente incorporado ao leite desnatado. Este controle é feito por meio de duas válvulas para regulagem de creme e de dois medidores de fluxo de creme. A primeira válvula para regulagem encontra-se acoplada ao primeiro medidor de fluxo e localiza-se juntamente a tubulação de saída de creme da centrífuga (número 1 representado na Figura 4). A primeira válvula possui a função de regular o teor de gordura do creme. Após este controle existe uma válvula de 3 vias que possibilita o retorno de creme ao leite desnatado (número 2 na Figura 4), cuja intensidade de retorno é controlada pela segunda válvula reguladora de creme em associação com o segundo medidor de fluxo (número 3 na Figura 4). Desta forma, é possível padronizar o teor de gordura do leite ao se controlar a quantidade de creme que é incorporada ao leite desnatado.

Exemplo 4 – Uma centrífuga com capacidade para 8.000 litros de leite por hora recebe leite integral com 3,6%m/v de gordura. Deseja-se creme com 40%m/v de gordura, leite desnatado com 0,1%m/v de gordura e leite padronizado com 3,0%m/v de gordura. Determinar o fluxo de creme no primeiro e no segundo medidores de fluxo da centrífuga.

Resolução para o primeiro medidor de

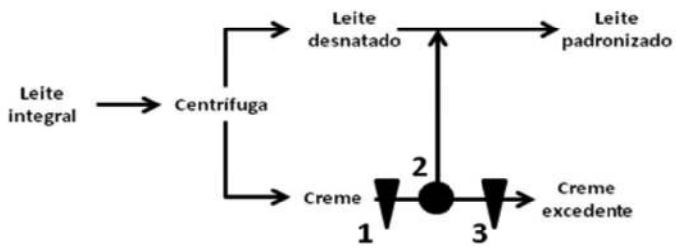

Figura 4 – Esquematização do processo de padronização em fluxo

fluxo: emprega-se neste caso o quadrado de Pearson subtrativo.

Leite integral	3,6%		39,9
		0,1%	
Creme	40%		3,5
Leite desnatado			36,4

Estabelece-se a relação:
39,9 partes de leite integral = 3,5 partes de creme + 36,4 partes de leite desnatado

Por regra de três determina-se o volume de leite desnatado.
39,9 partes de leite ..... 36,4 partes de leite integral desnatado
8000 L X
X = 7298 L de leite desnatado

Analogamente determina-se o volume de702 Lpara o creme que passará pelo primeiro medidor de fluxo.

Resolução para o segundo medidor de fluxo: emprega-se neste caso o quadrado de Pearson subtrativo.

Leite integral	3,6%		37,0
		3,0%	
Creme	40%		0,6
Leite padronizado			36,4

Estabelece-se a relação:
37,0 partes de leite integral = 0,6 partes de creme + 36,4 partes de leite padronizado

Por regra de três determinam-se os volumes de leite desnatado e de leite padronizado:
37,0 partes de leite ..... 0,6 partes de creme integral
8000 L X
X = 129,7 L de leite desnatado

Analogamente determina-se o volume de 7870,3 L para o leite padronizado. Desta forma 129,7 L de creme passarão pelo segundo medidor de fluxo.

A síntese do processo de padronização calculado no exemplo 4 é apresentada na Figura 5.

A padronização pode ser realizada também de forma descontínua por meio do controle de tempo no qual a centrífuga atua apenas clarificando e pelo tempo no qual atua produzindo creme e leite desnatado. Desta forma, o exemplo 5 ilustra uma padronização descontínua por controle de tempo de funcionamento da centrífuga.

Os cálculos anteriormente apresentados podem ser tabelados no intuito de facilitar o trabalho diário nas indústrias, desta forma, é apresentada na Tabela 1 uma relação entre o volume de leite desnatado com 0,05%m/v de gordura que deve ser adicionado ao leite integral com diferentes teores de gordura visando a obtenção de leite padronizado mantendo o volume final constante.

Exemplo de aplicação da Tabela 1:

Deseja-se obter 8000 litros de leite padronizado com 3,1%m/v de gordura. Tem-se leite integral com 3,8% m/v de gordura.

Fator retirado da tabela: 186,7

Quantidade de leite desnatado a adicionar: 186,7 x 8,0 = 1493,6 litros.

Quantidade de leite Integral = 8000 - 1493,6 = 6506,4 litros.

Desta forma, misturam-se 6506,4 litros de leite integral (3,8% m/v gordura) ao volume de 1493,6 litros de leite desnatado (0,05% m/v gordura) para obtenção de 8.000 litros de leite padronizado com 3,1% m/v.

3.2 Padronização da relação entre o teor de gordura e de sólidos não gordurosos.

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

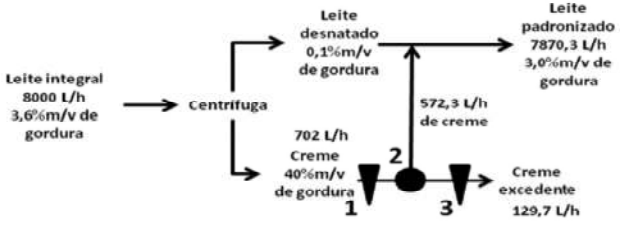

Figura 5 – Esquematização dos fluxos de leite integral, creme e leite padronizado durante a padronização do teor de gordura.

gor-durosos (%SNG). Na produção do leite condensado 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 processado. Caso o RF do leite a ser empregado na fabricação do leite condensado 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 leite condensado 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 0,4444 (adição de leite desnatado se $RF_{leite} > 0,4444$) 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 $RF_{leite} < 0,4444$). A quantidade de leite desnatado ou creme (MCLD) pode ser determinada pela equação 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 leite condensado; 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 leite condensado 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 leite condensado e do leite de partida. Desta forma, temos que o leite condensado 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.

Tabela 1 – Volume de leite desnatado com 0,05%m/v de gordura a ser adicionado a "Y" litros de leite integral para obtenção de 1000 litros de leite padronizado.

Teor de gordura do leite Integral (%m/v)	Teor de gordura do leite padronizado(%m/v)										
	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0
4,5	112,4	134,8	157,3	179,8	202,2	224,7	247,2	269,7	292,1	314,6	337,1
4,4	92,0	114,9	137,9	160,9	183,9	206,9	229,9	252,9	275,9	298,9	321,8
4,3	70,6	94,1	117,6	141,2	164,7	188,2	211,8	235,3	258,8	282,4	305,9
4,2	48,2	72,3	96,4	120,5	144,6	168,7	192,8	216,9	241,0	265,1	289,2
4,1	24,7	49,4	74,1	98,8	123,5	148,1	172,8	197,5	222,2	246,9	271,6
4,0	0,0	25,3	50,6	75,9	101,3	126,6	151,9	177,2	202,5	227,8	253,2
3,9		0,0	26,0	51,9	77,9	103,9	129,9	155,8	181,8	207,8	233,8
3,8			0,0	26,7	53,3	80,0	106,7	133,3	160,0	186,7	213,3
3,7				0,0	27,4	54,8	82,2	109,6	137,0	164,4	191,8
3,6					0,0	28,2	56,3	84,5	112,7	140,8	169,0
3,5						0,0	29,0	58,0	87,0	115,9	144,9
3,4							0,0	29,9	59,7	89,6	119,4
3,3								0,0	30,8	61,5	92,3
3,2									0,0	31,7	63,5
3,1										0,0	32,8
3,0											0,0

Consideremos creme com 50%m/v de gordura e com 5,5% de sólidos não gordurosos.

$$MC = \frac{[(0{,}4444 * 0{,}082) - 0{,}032]}{[0{,}5 - (0{,}4444 * 0{,}055)]} * 10000 = 93{,}1\ \text{L creme com 50\%}\ \frac{m}{v}\ \text{de gordura}$$

3.3 Determinação da massa final de leite condensado

A massa de leite condensado ao final de uma fabricação pode ser calculada por meio do conhecimento da composição centesimal do leite, da massa dos ingredientes empregados e com o conhecimento do teor de sólidos totais do produto no momento do ponto. A massa do leite condensado pode ser dividida entre a massa de sólidos totais e a massa de água. Os sólidos totais no leite condensado compreendem basicamente a massa de sacarose e a massa de sólidos de origem láctea. A equação 5 que determina a quantidade de leite condensado ao final de uma produção é a seguinte:

$$MLCD = \frac{[(MLP * \%SLLP) + MSC]}{\%STLCD} (5)$$

Sendo: MLCD = massa de leite condensado; MLP = massa de leite padronizado (kg) ou volume de leite (L); SLLP= sólidos láticos do leite padronizado expresso em (m/m) ou expresso em (m/v); MSC = massa se sacarose (kg); % STLCD = porcentagem de sólidos totais do leite condensado expresso em (m/m).

3.4 Fator de concentração

O fator de concentração é empregado para determinar em quantas vezes o volume do leite foi reduzido durante a fabricação do leite condensado, ou para determinar em quantas vezes a concentração de cada constituinte do leite foi aumentada. Ao em-pregarmos apenas leite na fabricação o fator de concentração iguala-se ao rendimento em massa de leite por massa de produto final. O fator de concentração é definido pela equação 6.

$$FC = \frac{TSLLCD}{TSLL} (6)$$

Sendo: FC = fator de concentração; TSLLCD = teor de sólidos láticos no leite condensado; TSLL = teor de sólidos láticos no leite.

Por meio da equação 6 é possível determinar a composição do leite condensado ao se conhecer a composição inicial do leite, bastando multiplicar os teores iniciais dos constituintes pelo fator de concentração.

3.5 Padronização do teor de sacarose do produto final

O objetivo de se padronizar o teor de sacarose é obter uma composição final e um sabor doce semelhante em todos os leites condensados produzidos. Para tal, utiliza-se a equação 7:

$$MS = \frac{(\%SDLCD * (ML * \%SLLP))}{\%SLLCD} (7)$$

Sendo:

SDLCD = sacarose desejada no leite condensado; ML = massa ou volume de leite;SLLP = sólidos láticos do leite padronizado; SLLCD = sólidos láticos desejados no leite condensado.

3.6 Cálculo da densidade do produto final

A determinação da densidade na produção do leite condensado configura importante ferramenta de determinação do término da evaporação, bem como para o controle do processo de envase do produto final. Por meio da equação número 8 é possível calcular a densidade do leite condensado, bastando conhecer a composição desejada no produto.

$$D15 = \frac{1}{\frac{\%GD}{0{,}93} + \frac{\%SNG}{1{,}608} + \frac{\%SAC}{1{,}589} + \%ALCD} (8)$$

Sendo:

D15 = densidade a 15 ºC; GD = gordura no leite condensado; SNG = sólidos não gordurosos no leite condensado; %SAC = percentual de sacarose no leite condensado; ALCD = água no leite condensado.

A equação 8 determina a densidade do leite condensado a 15 ºC, entretanto a sua determinação pode ocorrer a temperaturas diferentes, o que implica na necessidade de uma correção do valor. A equação 9 apresenta a correção que deve ser realizada.

$$DTD = D15 - [(TD - 15) * 0{,}0006] (9)$$

Sendo:

DTD = valor da densidade na temperatura desejada; D15 = densidade a 15 ºC; TD = temperatura desejada.

Exemplo de aplicação:

Deseja-se produzir leite condensado com 72%m/m de sólidos totais, 45% m/m de sacarose, 19%m/m de sólidos não gordurosos e com 8%m/m de gordura. Para tal partimos de 20000 kg leite

com 12,4%m/m de sólidos totais, 9,1%m/m de sólidos não gordurosos e com 3,3%m/m de gordura, e, creme com 48%m/m de gordura e com 5,5%m/m de sólidos não gordurosos. Determinar:

a) A massa de creme de leite a ser empregada.
b) A massa de leite padronizado.
c) A composição do leite padronizado.
d) A massa de sacarose a ser adicionada.
e) A massa de leite condensado final.
f) A densidade do leite condensado na temperatura de 45 ºC.

Inicialmente determina-se o RF do leite e do leite condensado. O RF do leite é de 0,3626, enquanto que o do leite condensado é de 0,4211. Desta forma, faz-se necessária a adição de creme ao leite (MCLD) visando à padronização da relação entre o teor de gordura e o teor de sólidos não gordurosos. A aplicação dos dados na equação 4 conduz a:

$$MCLD = \frac{[(0{,}4211 * 0{,}091) - 0{,}033]}{[0{,}48 - (0{,}4211 * 0{,}055)]} * 20000 = 232{,}9\ \text{kg de creme com 48\%}\ \frac{m}{m}\ \text{de gordura}$$

Portanto, a massa de leite padronizado será de 20232,7 kg, possuindo 3,81%m/m de gordura, 9,06%m/m de sólidos não gordurosos e 12,87%m/m de sólidos totais. A aplicação da equação 7 possibilita a determinação da massa de sacarose (MS) a ser adicionada.

$$MS = \frac{\left(0{,}45 * (20232{,}9 * 0{,}1287)\right)}{0{,}27} = 4340{,}0\ \text{kg}$$

Por meio da equação 5 é possível determinar a massa de produto final (MLCD).

$$MLCD = \frac{[(20232{,}9 * 0{,}1287) + 4340{,}0]}{0{,}72} = 9644{,}4\ \text{kg de leite condensado}$$

A aplicação das equações 8 e 9 possibilitam a determinação das densidades a 15 ºC e a 45 ºC.

$$D15 = \frac{1}{\frac{0{,}08}{0{,}93} + \frac{0{,}19}{1{,}608} + \frac{0{,}45}{1{,}589} + 0{,}28} = \frac{1{,}303\ \text{g}}{\text{mL}}$$

$$DTD = 1{,}303 - [(45 - 15) * 0{,}0006] = \frac{1{,}289\ \text{g}}{\text{mL}}$$

4 CONCLUSÃO

O balanço de massa é uma poderosa ferramenta para o controle a padronização das tecnologias industriais. Neste trabalho foram apresentadas aplicações importantes do balanço de massa a tecnologia de fabricação do leite condensado, o que pode contribuir para maior difusão deste conhecimento e para a qualificação de mão de obra para as industrias de laticínios.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, S.R. Oportunidades para a produção de leite no brasil. **CNA Brasil**. Brasília. Disponível em:<http://www.cna.org.br/site/down_anexo.php?q=E15_14579ArtigoOportunidadeparaaCriacaodeLeitenoBrasil.pdf>. Acesso em: 09 Fev. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 2.244 de 04 de junho de 1997. Altera dispositivos do Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, que aprovou o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, alterado pelos Decretos nº 1255, de 25 junho de 1962, nº 1.236, de 2 de setembro de 1994, e nº 1.812, de 8 de fevereiro de 1996. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 05 de junho de 1997. Seção 1 , p. 11555.