Alim. Nutr., Araraquara
v.19, n.2, p. 207-217, abr./jun. 2008

ISSN 0103-4235

PERDAS DE VITAMINAS EM LEITE E PRODUTOS LÁCTEOS E POSSÍVEIS MEDIDAS DE CONTROLE

Monise Viana ABRANCHES*
Ceres Mattos DELLA LUCIA*
Marco Antônio SARTORI**
Helena Maria PINHEIRO-SANT'ANA***

■RESUMO: Objetivou-se investigar na literatura científica artigos que versassem sobre perdas de vitaminas e seu controle em leite, incluindo o leite humano, e produtos lácteos. Buscou-se também realizar uma análise crítica a respeito dos mesmos e propor medidas viáveis para o controle de perdas de vitaminas nesses alimentos. Verificou-se que as perdas de vitaminas foram variáveis de acordo com os produtos analisados e ao longo da cadeia produtiva. As etapas que mais contribuíram para a ocorrência de tais perdas foram o processamento térmico e a estocagem. Poucos estudos foram encontrados sobre as perdas vitamínicas durante a coleta e transporte do leite. Medida de controle simples, como transporte em ambiente refrigerado; prática de granelização do leite; utilização de equipamentos adequados ao processamento; controle do tempo e temperatura de pasteurização e esterilização; envase em embalagens assépticas e protegidas da luz e, sempre que possível, com a utilização de CO_2; entre outras, podem minimizar as perdas nutricionais, com ênfase no conteúdo de vitaminas. Verifica-se a necessidade da incrementação de estudos nesta área, que demonstrem as possíveis perdas de vitaminas em leite e produtos lácteos e que referenciem medidas de controle eficazes.

■PALAVRAS-CHAVE: Leite; derivados do leite; vitaminas hidrossolúveis; vitaminas lipossolúveis; estabilidade; processamento; estocagem.

INTRODUÇÃO

Até 1999 o Brasil mostrou-se, no mercado internacional, como um grande importador de leite, sendo necessário adquirir um volume equivalente a 2,3 bilhões de litros, ou seja, 12% da produção total do país naquele ano. Com uma taxa de crescimento significativa da produção, dado principalmente pelos ganhos na produtividade, o volume equivalente em litros de leite importado pelo Brasil em 2004 foi de apenas 326 milhões de litros, o que correspondeu a 1,4% da produção total. Em 2005, o Brasil exportou 633 milhões de litros, equivalente a um aumento de 57,65% em relação a 2003. Assim, em 2005, o país assumiu uma importante posição de exportador de leite e derivados.[30] Entretanto, o consumo *per capita* de leite no país, continua muito aquém do índice recomendado pelo Ministério da Saúde, que é de 600 mL/dia para adultos ou 219 litros/ano. A Argentina, por exemplo, tem um consumo próximo de 200 litros per capita/ano. [27, 44]

O leite é considerado um excelente alimento, composto por uma mistura de nutrientes essenciais para a alimentação, como água, proteínas, carboidratos, lipídios, minerais e vitaminas, que juntos, fornecem elementos importantes à manutenção da saúde. [20]

As vitaminas são micronutrientes essenciais que contribuem para o desenvolvimento normal e manutenção da homeostase. [21] Entre as carências nutricionais de maior importância epidemiológica, a deficiência de vitaminas, ainda hoje, assume graves proporções no contexto da saúde pública em todo o mundo. O enriquecimento do leite com vitaminas é uma prática comum, que pode ser aplicada tanto para compensar as perdas ocorridas durante o processo de desengorduramento parcial ou simplesmente para aumentar o seu valor nutritivo. Programas de enriquecimento de alimentos e políticas educativas sobre a importância desses nutrientes têm sido implementados por alguns governos. Alimentos como cereais, farinhas, leite, biscoitos, achocolatados, entre outros, estão sendo enriquecidos com vitaminas em suas formas mais estáveis e bioativas. [21, 23]

Tratando-se especialmente do conteúdo vitamínico, ressalta-se que o leite, embora contenha a maioria das vitaminas, só pode ser considerada uma boa fonte de vitamina A, riboflavina (B_2) e cianocobalamina (B_{12}), classificando-se como deficiente em vitaminas C e D e nas demais vitaminas do complexo B.[22]

Atualmente, as pesquisas envolvendo vitaminas estão direcionadas, em maior parte, aos aspectos médicos e nutricionais, e muito pouco se encontra na literatura sobre as perdas ocorridas durante o processamento dos alimentos, em especial de produtos lácteos, e suas possíveis medidas de controle.

* Nutricionista – Curso de Pós-Graduação – Mestrado em Ciência da Nutrição – Departamento de Nutrição e Saúde – Universidade Federal de Viçosa – 36570-001 – Viçosa – MG – Brasil.
** Engenheiro de Alimentos – Curso de Pós-Graduação – Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Departamento de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Viçosa – 36570-001 – Viçosa – MG – Brasil.
*** Departamento de Nutrição e Saúde – Universidade Federal de Viçosa – 36570-001 – Viçosa – MG – Brasil.

Desta forma, a análise de vitaminas é importante, particularmente na indústria de alimentos, tanto para assegurar a qualidade dos produtos quanto para garantir o cumprimento da legislação vigente sobre produtos enriquecidos com estes nutrientes.

Alguns pesquisadores já procuraram determinar possíveis perdas nos teores de vitaminas do leite e produtos lácteos após diferentes tratamentos térmicos, bem como verificar a manutenção destes teores durante a estocagem. [4,5,20,21] As perdas observadas variaram de acordo com o produto, o tipo de processamento e as condições de armazenamento.

O monitoramento da qualidade química, microbiológica, sensorial e nutricional do leite e seus derivados são de extrema necessidade. Entretanto, estudos avaliando a qualidade desses produtos, principalmente quanto ao aspecto nutricional, são escassos. Neste sentido e buscando subsidiar informações para o desenvolvimento de futuros estudos nesta área, o objetivo deste trabalho foi investigar na literatura científica artigos que versassem a respeito das perdas de vitaminas e seu controle em leite e produtos lácteos. Além disso, buscou-se realizar uma análise crítica a respeito dos mesmos e propor medidas viáveis para o controle de perdas de vitaminas nesses alimentos.

METODOLOGIA

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica utilizando-se as bases de dados Pubmed, Science Direct, Scielo, HighWire Press e periódicos da Capes, além de outras fontes bibliográficas consideradas relevantes. Os descritores utilizados foram: leite, produtos lácteos, vitaminas hidrossolúveis, vitaminas lipossolúveis, controle de perdas, estabilidade, processamento, estocagem e seus correspondentes em inglês e espanhol.

DISCUSSÃO

Perdas de Vitaminas em Leite e Derivados na Cadeia Produtiva

Muito pouco se conhece a respeito da resistência de vitaminas frente às condições de coleta, transporte, processamento e estocagem do leite (Figura 1). Fatores como temperatura, luz, pH, presença de catalisadores e agentes oxidantes são responsáveis pela degradação desses componentes.[20]

Coleta e Transporte do Leite

Como estabelecido pela Instrução Normativa nº 51 de 18 de setembro de 2002 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, [6] depois da ordenha, o leite deve ser resfriado e armazenado em tanques de resfriamento na fazenda ou no laticínio. Entretanto, ainda hoje, verifica-se por parte de alguns produtores inadequação do transporte do leite, realizado muitas vezes em más condições higiênico-sanitárias e nutricionais, sem o controle de tempo e

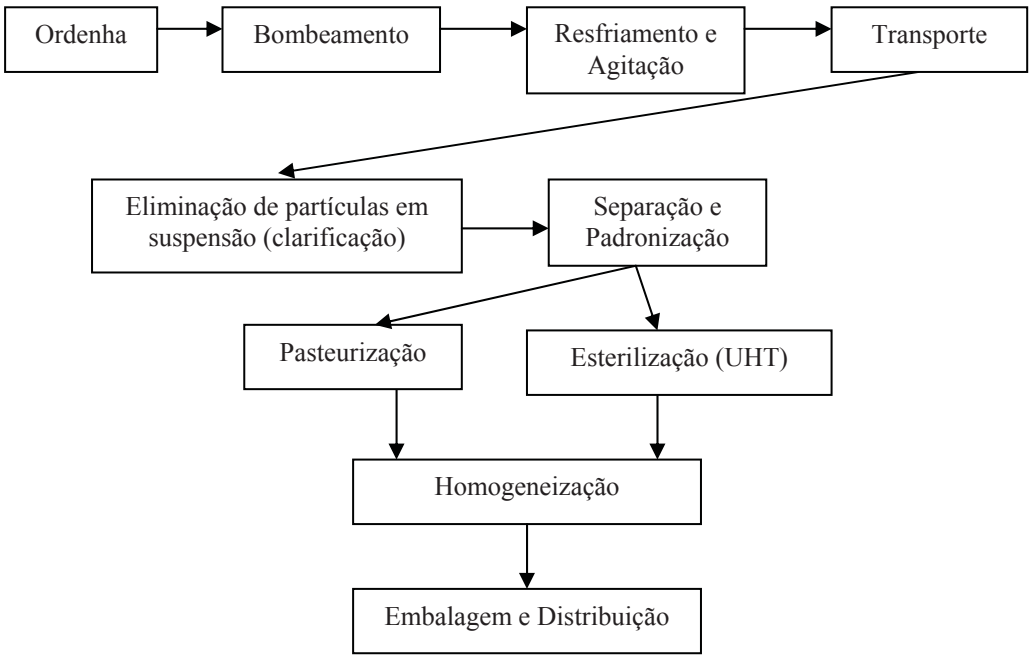

FIGURA 1 – Fluxograma das etapas de processamento do leite.

Fonte: modificado de USAID.[39]

temperatura de estocagem, o que pode ocasionar perdas substanciais de vitaminas. [13]

Neste aspecto, os dados disponíveis na literatura são escassos, o que demonstra a necessidade de estudos nessa área.

Processamento do Leite

Uma vez que o leite é fonte de vitaminas, torna-se necessário monitorar os efeitos que as técnicas de processamento exercem sobre esses nutrientes. Duas técnicas têm sido empregadas: a pasteurização e a esterilização *Ultra High Temperature* (UHT). Ambas envolvem o tratamento térmico, o qual tem sido utilizado desde o início de 1900. A pasteurização é aplicada a muitos produtos lácteos por remover os microrganismos patogênicos presentes no leite, permanecendo, entretanto, células vegetativas viáveis. Já o processamento UHT, também conhecido como esterilização comercial, envolve o aquecimento a uma temperatura a qual promove a destruição de quase todas as formas de microrganismos. [11]

Em relação ao processamento do leite, foram encontrados na literatura apenas estudos que analisaram as perdas de vitaminas hidrossolúveis.

Dong & Oace[9] mostraram que amostras de leite submetidas à esterilização e subseqüente estocagem apresentaram variada taxa de retenção de folatos (0 a 80%), dependendo da raça e tipo de alimentação do animal, das condições do processamento, da presença de vitamina C e da concentração de oxigênio durante e após essa etapa. Provavelmente, as amostras que apresentaram maior teor da vitamina passaram por um processamento mais favorável à preservação do folato.

Karlin[16] e Favier et al.[10] avaliaram a resistência de folatos em leite submetido a processos de esterilização e pasteurização, concluindo que ambos os processos eram responsáveis por perdas da vitamina, inferiores a 20%. No entanto, Favier et al.[10] observaram que o leite UHT mostrou diminuição significativa do conteúdo de folatos após 4 meses de estocagem, o que fez com que os autores sugerissem a fortificação com o ácido fólico, para leite esterilizado, a fim de compensar as perdas.

Em estudo realizado por Lima et al., [21] com objetivo de avaliar as possíveis perdas de ácido fólico durante o processamento industrial e a vida-de-prateleira de amostras de leite enriquecido, foram observadas perdas tanto nas etapas de adição e homogeneização da vitamina, quanto após o tratamento térmico. Não foi detectada a presença do ácido fólico nas amostras de leite cru, avaliadas nesse trabalho. Observou-se uma perda média de 54% devido, em parte, à decantação no fundo do tanque homogeneizador, visualmente verificada. Esses dados mostram a importância de estudos referentes à melhor forma de adição de vitaminas ao leite, com a utilização de equipamentos mais adequados para esse fim. Nesse mesmo estudo, o simples aquecimento do leite até a fervura, simulando o que ocorre em nível domiciliar, praticamente não promoveu a perda de ácido fólico, que, em média, foi inferior a 1%. Essa observação indica que apesar dessa vitamina ser considerada instável a altas temperaturas, o aquecimento doméstico não acarretou a perda da vitamina. Concluiu-se que o leite esterilizado pode ser considerado bom veículo para o enriquecimento, dada a estabilidade ao processo térmico de esterilização.

Segundo estudo realizado por Silva et al.[37] não foram observadas perdas no conteúdo de vitamina B_2 no leite após o processo de pasteurização e esterilização UHT, mesmo quando o leite esterilizado foi armazenado por 3 meses. A vitamina B_2 é moderadamente instável à exposição à luz, calor e a perdas por lixiviação. Entretanto, é considerada estável após processo de esterilização UHT, sendo as perdas insignificantes, podendo estas aumentar à medida que o produto for exposto à luz.

Considerando que o leite e seus derivados são boas fontes de vitamina B_{12}, Arkbage et al.[2] avaliaram a retenção dessa vitamina em seis produtos lácteos fermentados (duas marcas de leite fermentado, uma marca de queijo *Cottage*, duas marcas de queijo curado, uma marca de queijo gorgonzola), um leite controle (pasteurizado) e um material de referência (CRM 421). No leite fermentado, a concentração de vitamina B_{12} reduziu em torno de 40 a 60%, quando comparado ao leite pasteurizado, durante a estocagem a 4°C por 14 dias, sendo essa perda atribuída ao consumo da vitamina pela cultura de bactérias fermentadoras. Nos queijos, 18-56% da vitamina B_{12} originalmente presente no leite foram retidos. A remoção do soro foi o principal fator para a redução da retenção de vitamina B_{12} nos queijos, enquanto a fermentação pelas culturas bacterianas apresentou menor efeito.

Condições de Estocagem

Ford et al.[12], Favier et al.[10] e Renner[31] relataram que a estabilidade de vitaminas, durante o período de estocagem de leite processado, depende principalmente das quantidades de ácido ascórbico e oxigênio presentes, sendo o ácido ascórbico protetor e o oxigênio um agente que atua na degradação dessa vitamina. De acordo com esses autores, quanto maior a quantidade de oxigênio incorporado ao alimento e maior a temperatura durante o processamento industrial a que ele foi submetido, menor será a estabilidade vitamínica.

Perdas de Vitaminas A e E

Na tentativa de reduzir a degradação de vitaminas em decorrência da presença de oxigênio residual, Ruas-Madiedo et al.[34] estudaram a aplicação de atmosfera modificada com CO_2 sobre o conteúdo de vitaminas lipossolúveis, visando o prolongamento da vida-de-prateleira de leites cru e pasteurizado. A adição de CO_2 inibiu o crescimento microbiano nas amostras sem afetar a estabilidade de vitaminas A e E.

O efeito da temperatura e tempo de estocagem sobre o conteúdo de retinol em leite UHT integral foi avaliado por Vidal-Valverde et al.,[42] que encontraram perdas signifi-

cantes dessa vitamina após um mês de estocagem a 30°C. Os autores relataram que as perdas aumentaram com o aumento do tempo de estocagem. Além disso, o aumento da temperatura de armazenamento de 30 para 40°C demonstrou efeito variável dependendo da marca do leite. Curtos períodos de congelamento (até 60 dias) não tiveram efeito sobre o conteúdo de retinol. No entanto, o congelamento por 4 a 8 meses acarretou perdas significantes. A atividade de água também foi estudada pelos autores, havendo aumento da degradação quanto maior esse parâmetro, quando associado a maiores temperaturas.

Perdas de Folato

Wigertz et al.[43] investigaram os efeitos das condições de estocagem sobre a vida-de-prateleira de leite UHT, iogurte e queijo cottage em relação ao conteúdo de folato e verificaram que não houve mudanças significantes na concentração de 5-metiltetrahidrofolato (5-MTHF), isômero detectado em maior quantidade nas amostras. Os autores também avaliaram a concentração de oxigênio dissolvido no leite UHT, uma vez que recentes avanços no processamento de leite e produtos lácteos têm propiciado redução da concentração de oxigênio presente nesses alimentos. Assim, verificaram que esta variável, quando comparado o leite UHT fresco e após 4 meses de armazenamento a 5°C, não sofreu mudanças significantes, o que, provavelmente, contribuiu para o maior teor de 5-MTHF nesses produtos. Os efeitos da maturação do queijo também foram investigados, revelando uma pequena, porém significante redução no conteúdo de 5-MTHF após um período de 6 meses. Foram detectadas alterações na concentração desse isômero de folato entre as estações do ano, em leite pasteurizado contendo 15 e 30 g de gordura/L ao longo de um período de 12 meses, sendo os valores mais altos no verão. Já em relação aos iogurtes, foram encontradas diferenças quanto ao conteúdo de 5-MTHF dependendo das culturas iniciadoras da fermentação lática. Os autores supõem que duas culturas podem substancialmente competir pelo folato disponível no meio, resultando em prejuízo do crescimento de uma delas, o que eleva de forma drástica a acidez do produto e contribui para a degradação dessa vitamina.

Influência da Embalagem

Os produtos que são indevidamente embalados e subseqüentemente transportados por longas distâncias e sob condições de altas temperaturas e umidade tendem a sofrer degradação de micronutrientes. Dessa forma, a seleção da embalagem é fortemente influenciada pelo tempo de estocagem do produto e pelo custo. A vitamina A, por exemplo, deve ser protegida da luz e do oxigênio; a vitamina C, do oxigênio; e a riboflavina e a piridoxina, da luz. Em produtos líquidos, tais como bebidas, leite e óleos, o oxigênio pode rapidamente degradar as vitaminas A e C. Para evitar tal processo, embalagens de vidro é a melhor escolha para envase de produtos fortificados, uma vez que esse material não é permeável ao oxigênio; no entanto é pesado, frágil, caro e permite a passagem de luz, sendo as embalagens plásticas as mais freqüentemente utilizadas. Todavia, o oxigênio rapidamente atravessa o plástico e pode entrar em contato com o produto. [39]

O tipo de embalagem utilizada para envase de leite e produtos lácteos também pode afetar substancialmente as características de qualidade desses alimentos, por meio do controle direto da quantidade de luz e oxigênio disponíveis para interagir com o produto. [3] Tais embalagens incluem, principalmente, as de polietileno e as cartonadas, sendo estas constituídas de por no mínimo três camadas, a saber: polietileno, alumínio e cartão.[3]

Perda de Vitamina A

Schröder et al. [35] verificaram manutenção do teor de vitamina A em leite envasado em embalagens de polietileno, na forma de garrafa ou cartonadas, após 4 dias de estocagem. Nas garrafas, a perda dessa vitamina induzida pela luz foi de 15%.

Perdas de Riboflavina e Vitamina C

Vassila et al.[41] reportaram perdas médias iguais a 19,5% de riboflavina após 7 dias de estocagem, em leite envasado em diferentes embalagens. Entretanto, de forma inesperada, as menores perdas ocorreram em embalagens transparentes, incapazes de bloquear comprimentos de onda da ordem de 400 a 500 nm, responsáveis pela degradação da vitamina, o que não pôde ser explicado pelos autores. O mesmo não foi encontrado por Moyssiadi et al.[26] que, após 7 dias de estocagem de leite pasteurizado semi-desnatado em embalagens diversas, encontraram perdas de riboflavina variando entre 28 e 43%, sendo que o leite presente na embalagem transparente (tipo "PET") apresentou perdas de 40%. Isso pode, em parte, explicar a variação do conteúdo de riboflavina encontrado em leite envasado em embalagem cartonadas e de plástico. Semelhantemente ao encontrado para a vitamina A, Schröder et al.[35] verificaram manutenção do conteúdo de vitamina B_2 em leite envasado em embalagens de polietileno, na forma de garrafa ou cartonadas, também após 4 dias de estocagem. Nas garrafas, a perda dessa vitamina induzida pela luz foi de 35%. As perdas de vitamina C no 4° dia de estocagem foram de cerca de 50% quando a embalagem foi mantida no escuro, independente do material utilizado. Nas embalagens cartonadas expostas à luz, 66% da vitamina C foram perdidos, enquanto aparentemente nenhuma vitamina C foi mantida no leite envasado nas garrafas sob as mesmas condições.

Em decorrência das perdas de vitamina C pela permeabilidade da embalagem ao oxigênio, Gliguem & Birlouez-Aragon[14] avaliaram a estabilidade desse nutriente em amostras de fórmulas infantis fortificadas. Os autores observaram que o uso de garrafas opacas de polietileno com três camadas foi associado à completa oxidação da vitamina C (99%) após um mês de armazenamento, enquanto que as garrafas opacas com seis camadas (que fornecem maior barreira ao oxigênio) conduziram ao menor decrés-

cimo dessa vitamina após 4 meses de estocagem (75% de perdas). Vale ressaltar que, ainda assim, as perdas foram elevadas em ambas as embalagens.

As reações de degradação induzidas pela luz criam sérios problemas para a indústria de alimentos devido ao desenvolvimento de ranço, redução da qualidade nutricional e gravidade e velocidade nas quais esses fenômenos ocorrem. Os materiais utilizados para embalagem são essenciais para impedir essa deterioração do leite. Portanto, esforços têm sido feitos para permitir o desenvolvimento de embalagens de tereftalato de polietileno (PET). No estudo de Mestdagh et al.[24] várias garrafas PET foram comparadas a respeito do seu potencial para prevenir a fotoxidação em leite UHT. O leite foi envasado em três tipos de garrafas PET: uma garrafa transparente, composta por uma camada de tinta ligadora de oxigênio; uma garrafa com perfeita barreira contra a luz e uma garrafa formada por uma camada absorvente de raios ultravioleta. O leite foram estocados por dois meses e parâmetros como oxidação, degradação de vitaminas e proteínas, consumo de oxigênio e modificações na cor foram avaliados por um painel sensorial treinado. Os resultados demonstraram que embalagens com camadas de proteção contra a luz foram eficazes para prevenir a degradação vitamínica, enquanto as embalagens formadas somente por barreiras de oxigênio não se mostraram tão viáveis, quando avaliado esse aspecto.

Processamento de Leite Humano

O leite humano é o alimento ideal para recém-nascidos. Ele fornece todos os nutrientes necessários, tais como proteínas, carboidratos e lipídios e contém micronutrientes (vitaminas e minerais), essenciais para o desenvolvimento da criança durante os primeiros meses de vida.[7]

O leite humano é a única fonte de vitaminas para o lactente alimentado exclusivamente ao seio, e a capacidade da criança de alcançar suas necessidades nutricionais depende da concentração e do volume consumido. O conteúdo nutricional do leite humano depende de dois fatores: composição do leite doado e efeito do processamento. Sua composição é relativamente constante, embora alguns nutrientes variem de maneira significativa ao longo da lactação, durante o dia e até mesmo ao longo de uma mesma mamada.[28] O leite materno proveniente do banco de leite humano (BLH) é uma alternativa nutricional para crianças prematuras, de baixo peso, vítimas de doenças infecciosas, diarréia e imunodeprimidas, quando o leite de suas mães não é disponível. Esse serviço coleta, processa e armazena o leite de mulheres saudáveis, constituindo-se em importante estratégia de política governamental em prol da alimentação saudável. O leite coletado é submetido ao processamento nas seguintes etapas: descongelamento, reenvase, pasteurização a 62,5°C por 30 minutos, resfriamento, coleta de amostra para controle de qualidade microbiológica e estocagem em freezer a -20°C por até 6 meses. Nos bancos de leite, este alimento pode ser estocado a 4°C em refrigerador por 1-8 dias, congelado a -20°C por 3-12 meses ou congelado a -70°C por períodos mais longos.[33] O descongelamento, a pasteurização e o congelamento são procedimentos que podem afetar diversos nutrientes presentes no leite humano.[28]

Perdas de Tiamina e Vitamina E Durante o Descongelamento

As perdas de muitas vitaminas durante o processamento provavelmente são resultantes da exposição dos frascos à luz durante o descongelamento e reenvase, já que esses nutrientes são, em sua maioria, fotossensíveis e a técnica de processamento ocorre em ambiente iluminado. Além disso, as vitaminas presentes no leite podem sofrer influência das microondas do forno durante o descongelamento. [36] Entretanto, Lassen & Ovessen[18] avaliaram o efeito do tratamento por microondas sobre as perdas de tiamina e vitamina E em leite de BLH e encontraram que os níveis dessas vitaminas se mantiveram estáveis na faixa de temperatura entre 37 e 77°C.

Perdas Vitaminas C e E Durante a Pasteurização

A pasteurização é um método eficaz para garantir a qualidade microbiológica do leite humano coletado. [32] Entretanto, medidas de controle devem ser tomadas para se evitar as perdas de vitaminas nesse processo.

São raras as pesquisas sobre o efeito do processamento sobre os nutrientes do leite ordenhado e armazenado em bancos de leite humano.

O efeito da pasteurização sobre o conteúdo de vitaminas do leite humano foi avaliado por Romeu-Nadal et al.[33] Estes autores avaliaram diferentes métodos de pasteurização (62,5°C/30 minutos – baixa temperatura por longo tempo - e 100°C/5 minutos - alta temperatura por curto tempo) sobre a composição de vitamina C total e isômeros da vitamina E (α- e γ-tocoferol). Os dois tratamentos térmicos resultaram em perdas de vitamina C de 12% (pasteurização em baixa temperatura por longo tempo) e 29% (pasteurização em alta temperatura por curto tempo), sendo o mesmo comportamento verificado quanto à degradação dos tocoferóis, que variou de 13 a 17% (baixa temperatura, longo tempo) e 32 a 34% (alta temperatura, curto tempo). A maior preocupação dos autores foi quanto à capacidade antioxidante desse leite, que sofre maior redução durante o processo de pasteurização quando comparado ao leite fresco. Vale ressaltar que as crianças que fazem uso do banco de leite compõem um grupo mais vulnerável a doenças, sendo que o conteúdo pleno de vitaminas no leite é de extrema importância. Entretanto, a pasteurização é uma prática necessária, principalmente sob o ponto de vista microbiológico.

Romeu-Nadal et al.[33] investigaram as diferenças nas concentrações de vitaminas antioxidantes (C e E) entre leites frescos e armazenados em três diferentes temperaturas: refrigeração (4°C) e congelamento (-20 e -80°C). Os autores observaram que não houve redução do conteúdo de vitamina E no leite armazenado em ambas as temperaturas

de congelamento. A vitamina C, no entanto, sofreu perdas consideráveis (63%) após 96 horas de estocagem sob refrigeração. Essas perdas foram menores quando o leite foi armazenado a -20 e -80°C, diminuindo em 24% e 12% após 12 meses, respectivamente. Não foram observadas diferenças quanto ao conteúdo de vitaminas entre o leite fresco e o estocado a -20°C ao longo de 5 meses ou naquele que foi congelado a -80°C por 8 meses.

Leite e Produtos Lácteos Enriquecidos

O enriquecimento de leite com vitaminas (Figura 2) é uma prática comum para se compensar perdas durante o processamento e estocagem ou simplesmente para aumentar seu valor nutritivo. Dessa forma, a indústria de alimentos comumente adiciona maior quantidade de vitaminas do que o descrito no rótulo.[8]

Estudos científicos têm apresentado dados que apontam uma ingestão insuficiente de vários nutrientes por parte da população mundial. Para tentar amenizar esse quadro e atender às recomendações nutricionais para a manutenção da saúde, além dos padrões de identidade e regulamentos referentes a alimentos já existentes, tem sido realizado o enriquecimento de produtos alimentícios. Produtos lácteos, leite, farinhas, cereais, biscoitos, enfim, produtos com expressivo consumo pela população em geral têm sido os mais utilizados.[20]

Fortificação com Vitaminas Hidrossolúveis

Em estudo realizado por Papastoyiannidis et al.,[29] foi avaliado o efeito da fortificação com vitaminas do complexo B em quatro tipos de leite fermentado. Nesse experimento, as perdas de vitamina B_1 foram consideradas negligenciáveis, devido, provavelmente, à temperatura de processamento relativamente baixa, ao pH próximo à neutralidade e ao controle da passagem de luz durante a manipulação. As perdas de vitamina B_2 foram iguais a 3%, as quais os autores atribuíram como causa a incidência (mesmo que pequena) de luz durante o aquecimento, e não o próprio aquecimento. A maior perda foi observada para a vitamina B_6 (21%), provavelmente devido à conversão do piridoxal para outro isômero menos bioativo. As perdas de ácido fólico, por sua vez, foram iguais a 6%, sendo estas

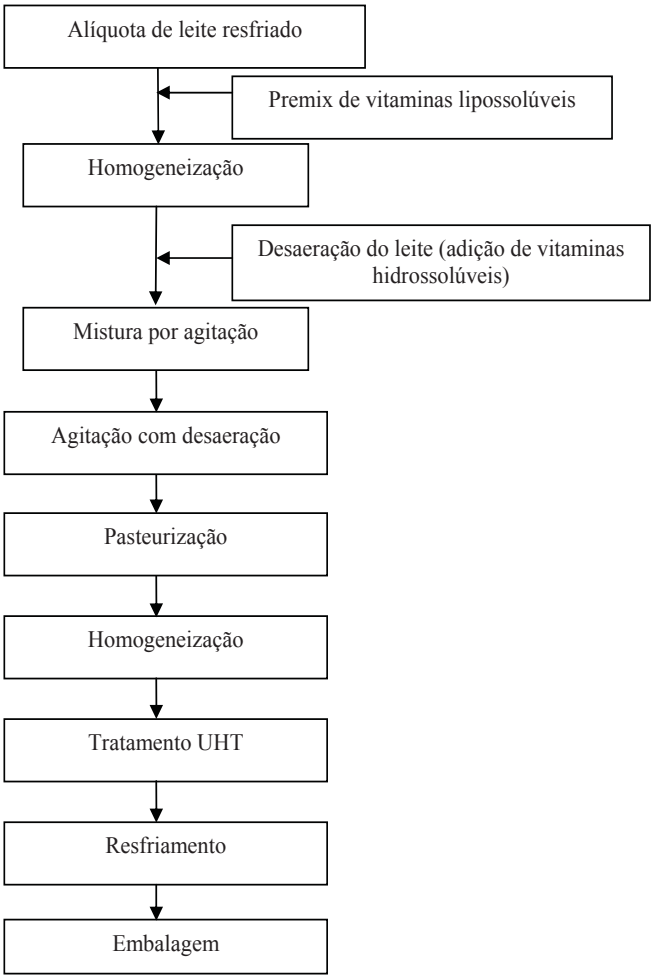

FIGURA 2 – Adição de vitaminas ao leite.

Fonte: Modificado de USAID.[40]

mais dependentes do nível de oxigênio dissolvido no leite do que ao próprio tratamento térmico. Nesse mesmo estudo, o processo de fermentação também foi responsável por perdas de vitaminas, sendo que, no primeiro dia, apenas o piridoxal e a piridoxamina haviam permanecido estáveis. As perdas variaram de 6% (para vitamina B_1) a 22% (para piridoxina), sendo decorrentes, provavelmente do crescimento microbiano.

A extensão da fotodegradação da riboflavina em leite fluido depende de numerosos fatores, como comprimento de onda e intensidade da luz, tempo de exposição, tipos de embalagem e área de superfície do leite em relação ao volume e à temperatura. A riboflavina promove a coloração amarelo-esverdeada do leite, sendo que as mudanças desencadeadas pela exposição à luz são relacionas à fotodecomposição dessa vitamina. Entretanto, a degradação da riboflavina induzida pela iluminação pode não ser a única razão para as modificações na coloração do leite, estando estas também relacionadas à decomposição do triptofano e da tirosina pelas espécies reativas de oxigênio, formadas a partir da fotodestruição da riboflavina. O ácido ascórbico é reconhecido como forte agente quelante dos ânios superóxido e oxigênio *singlet*, diminuindo a oxidação do triptofano. Assim, estudo de Lee et al.[19] avaliou os efeitos da adição de diferentes concentrações (0,025; 0,05 e 0,1%), de ácido ascórbico sobre a proteção da degradação da riboflavina e mudanças na coloração de leites integral e desnatado, quando submetidos à iluminação fluorescente durante 10 horas. Foi observado que, à medida que o tempo de iluminação aumentava, o conteúdo de riboflavina reduzia (30,1 e 59,1% em leites integral e desnatado, respectivamente). Os autores relataram que o tratamento com ácido ascórbico protegeu a fotodegradação da riboflavina em ambos os leites e sua efetividade foi dependente da concentração. A concentração de 0,1% de ácido ascórbico resultou em 50 e 25,5% de inibição da degradação de riboflavina nos leites integral e desnatado, respectivamente, além de ser efetiva quanto às alterações na coloração.

O ácido fólico é a forma mais estável entre os folatos, sendo a escolhida para o enriquecimento, entretanto, durante os processos de fabricação e estocagem podem ocorrer perdas, até mesmo da vitamina adicionada.[40]

Lima et al.[20] estudaram diversas marcas de leite em pó, leite esterilizado e bebidas lácteas achocolatadas durante 12 meses (correspondente ao prazo de validade dos produtos). Os autores verificaram uma diminuição do teor de ácido fólico, mais acentuada nos primeiros 6 meses, sendo que a partir do quarto mês de estocagem, nenhum dos lotes de leite em pó continha o teor de vitamina declarado na embalagem. Este fato pode ser devido, provavelmente, à maior exposição do ácido fólico, adicionado ao leite em pó e a processos de oxidação. O comportamento do ácido fólico no leite esterilizado e bebidas lácteas achocolatadas foi o mesmo, devido à similaridade das características da matriz. Foram observadas perdas gradativas ao longo do período de validade (120 dias), variando de 20 a 29% para leite e bebidas achocolatadas, respectivamente. No entanto, após 60 dias de estocagem, o teor de ácido fólico não correspondia ao teor declarado na embalagem em nenhum desses produtos. A degradação do ácido fólico nessas matrizes pode ser explicada, provavelmente, pela atividade de água, que por ser maior nesses alimentos, proporcionaria a ocorrência de reações químicas que poderiam ocasionar a perda da vitamina. Observa-se pelos resultados obtidos que, embora o enriquecimento esteja sendo realizado, em alguns produtos, as concentrações de ácido fólico foram muito inferiores em relação às declaradas nos rótulos, mesmo pouco tempo após a fabricação.

Fortificação com Vitaminas Lipossolúveis

Os tocoferóis e o retinol são adicionados a fórmulas infantis para aumentar o conteúdo vitamínico e prevenir a oxidação lipídica durante o processamento e armazenamento, auxiliando no aumento da vida-de-prateleira do produto. Entretanto, é importante quantificar o conteúdo real desses nutrientes após essas etapas, sob diferentes temperaturas, visando garantir a ingestão adequada e a acurácia das informações do rótulo.

Neste sentido, Chávez-Servín et al.[7] verificaram o conteúdo e a estabilidade dessas vitaminas em duas fórmulas infantis, armazenadas a 25°C (simulando a temperatura ambiente, normalmente verificada em postos de venda) e a 40°C (simulando uma temperatura extrema, mensurada em dias quentes de verão, em ambientes sem condicionamento de ar). Os autores encontraram perdas significativas de vitamina A, variando de 18 a 21% sob temperatura de estocagem de 25°C e 27,5 a 29% quando as fórmulas foram armazenadas a 40°C, sendo essas perdas referentes a um período de 18 meses de estocagem. A adequação do conteúdo de vitamina A em relação ao rótulo variou de 99 a 114,5%, sendo que as formas de acetato e palmitato de retinol apresentaram estabilidade semelhante. Para vitamina E, verificou-se variação no percentual de perdas de 9,3 a 18,7% e 20,7 a 35,3% nas fórmulas, armazenadas a 25 e 40°C, respectivamente. Enquanto uma das fórmulas apresentou percentual de adequação de 84% com relação ao rótulo após o período de estocagem, a outra mostrou 142% de adequação, estando esta em nível bem superior ao descrito pelo fabricante.

Cháves-Servín et al.[8] encontraram percentual de adequação para vitamina A igual a 134% (mínimo de 98% e máximo de 162%) com relação à informação do rótulo e para vitamina E de 185% (mínimo de 101% e máximo de 286%), levando em consideração a estocagem de fórmulas infantis durante 0, 30 e 70 dias.

As fórmulas infantis contêm tocoferóis presentes em óleos vegetais, utilizados como ingredientes, além de acetato de α-tocoferol adicionado durante o processamento. Em vista de sua estabilidade quando exposto ao ar e à luz, o acetato de α-tocoferol é a forma mais utilizada da vitamina E, funcionando, portanto, como uma fonte estável desta vitamina nesses produtos.

A estabilidade dos tocoferóis pode ser afetada por fatores ambientais, tais como luz, oxigênio e temperatura, além do conteúdo de umidade do alimento e oxidação lipídica. No estudo de Miquel et al.[25], quatro fórmulas infantis foram desenvolvidas e avaliadas quanto à estabilidade do α-, γ- e δ-tocoferol e do acetato de α-tocoferol, além da verificação da influência que o conteúdo de ferro (na forma de lactato ou sulfato ferroso) exercia sobre o conteúdo vitamínico. As fórmulas foram armazenadas por 17 meses e estocadas a temperaturas de 22 e 37ºC. Notou-se que o conteúdo de acetato de α-tocoferol não foi afetado pela temperatura ou tempo de estocagem, enquanto os conteúdos de α-, γ- e δ-tocoferol foram significantemente inferiores a 37°C. O tipo de sal de ferro adicionado influenciou de forma significante os conteúdos de α-tocoferol, sendo o lactato ferroso a forma preferencial para enriquecimento, uma vez que a média do conteúdo deste isômero da vitamina E foi superior na amostra contendo lactato ferroso (73,4 mg de α-tocoferol/kg), em comparação à amostra acrescida de sulfato ferroso (57,1 mg de α-tocoferol/kg). Os autores inferem que este resultado é possivelmente devido às interações entre o binômio tempo/temperatura, o tipo de sal de ferro adicionado e os demais componentes do leite. Ao final do período de estocagem, todos os tocoferóis sofreram redução de aproximadamente 50%.

A hipovitaminose D tem sido diagnosticada em crianças pré-escolares e idosos, ao mesmo tempo em que o consumo de leite e, conseqüentemente de vitamina D, tem diminuído.[1] Mudanças demográficas e de padrões de consumo sugerem a necessidade de se expandir a variedade de alimentos que podem fornecer quantidades favoráveis de vitamina D na dieta. O leite em si não fornece a quantidade diária de vitamina D necessária a indivíduos idosos, devido ao reduzido consumo desse alimento. Por sua vez, o queijo pode ser um importante veículo em decorrência do maior alcance para todas as faixas etárias. A fortificação de queijos naturais, como o *Cheddar*, por exemplo, com teores consideráveis dessa vitamina, é difícil, mas a fortificação de queijos processados constitui uma boa alternativa, desde que não haja degradação da vitamina durante o processamento e que ela se distribua uniformemente pela massa. Por outro lado, o alto consumo de vitamina D pode levar a quadros de toxidez, devendo-se, assim, atentar para a quantidade a ser utilizada para fortificação. Embora essa vitamina possa sofrer oxidação pela luz, ela é estável a condições ácidas e básicas.[17]

Em estudo realizado por Upreti et al.[38] a vitamina D foi considerada estável durante a fortificação de queijos processados, indicando que esses alimentos podem ser considerados importantes veículos para o enriquecimento, devido à maior estabilidade e consumo pela parcela da população considerada de risco.

Tendo em vista o tipo de ingrediente utilizado para fortificação com vitamina D em queijos, iogurtes e sorvetes, Kazmi et al.[17] verificaram que as perdas de vitamina D em queijos foram de 7 a 9%. Durante o armazenamento dos queijos, a estabilidade da vitamina diferiu: ao longo de três meses, a forma emulsificada da vitamina D foi mais estável que a forma cristalina. Todavia, ambas as formas foram estáveis em iogurtes e sorvetes durante a vida-de-prateleira desses produtos. Dessa forma, esses alimentos parecem ser adequados para a fortificação com esse nutriente.

Medidas de Controle de Perdas de Vitaminas

Para prevenir a degradação de vitaminas durante o transporte do leite, muitas medidas de controle podem ser adotadas. Para o transporte do leite até o laticínio, especialmente se houver muitos pequenos produtores, é preferível levar primeiro o leite a um ponto de coleta com tanque comunitário. É importante advertir sobre a importância do uso de isoladores ou caminhões refrigerados para transportar o leite por longas distâncias e em locais quentes e, ou sob o sol.

O leite disponível a granel, proveniente, por exemplo, de tanques de resfriamento da fazenda, também deve ser coletado a granel. A utilização de latões para transporte desse leite não é uma prática adequada, devido ao risco de contaminação e de perdas de vitaminas, uma vez que o leite já se encontra em tanques de armazenamento. Além disso, a temperatura do leite em latões é mais difícil de ser controlada que o leite a granel. Podem ser usados tanques adaptados em caminhões ou caminhões-tanques para o transporte de leite a granel. Os tanques devem ter isolamento térmico e podem ser cobertos por uma proteção contra o sol. Na fazenda, ou no centro de coleta, a mangueira de alimentação de um caminhão de transporte de leite é conectada à válvula de saída do tanque de armazenamento, e o leite é bombeado. O bombeamento é interrompido assim que o tanque de resfriamento estiver vazio, evitando que o ar se misture ao leite e promova a degradação de vitaminas pela oxidação. A Portaria nº 51 de 18 de setembro de 2002, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento,[6] estabelece as condições sob as quais o leite cru deve ser coletado na propriedade rural e transportado a granel, visando promover a redução geral de custos de obtenção e, principalmente, a conservação de sua qualidade sanitária e nutricional até a recepção no laticínio.

Quanto ao tipo de equipamento utilizado, verificou-se nos trabalhos encontrados a necessidade de maior adequação dos mesmos quanto ao tipo de processamento. Nesse sentido, Lima et al.[21] sugerem o aumento da dimensão e da velocidade de funcionamento da hélice do tanque homogeneizador de leite, que proporcionaria maior eficiência ao processo. Além disso, o procedimento de homogeneização não deve ocorrer em sistema aberto, uma vez que isso favorece a oxidação de vitaminas pelo oxigênio do ar, que, em muitos estudos, mostrou ser o principal promotor de degradação. Precauções também devem ser tomadas quanto ao conteúdo de oxigênio residual, presente em embalagens de leite UHT, uma vez que altas concentrações resultam em perdas consideráveis de nutrientes.[43]

Para produtos fermentados, assim como verificado por Wigertz et al.[43] e Arkbage et al.[2], a adição de culturas

láticas iniciadoras da fermentação deve receber atenção especial quanto à sua relação ecológica, visto que pode ocorrer competição entre culturas diferentes, resultando em aumento da acidez do meio, redução do substrato e consumo de vitaminas pelas bactérias, com conseqüente diminuição do conteúdo desses nutrientes. Uma estratégia para aumentar o conteúdo de vitaminas em produtos lácteos, seria a reintrodução do soro, rico em vitaminas hidrossolúveis e compostos bioativos, normalmente perdido durante o processamento de queijos, a outros derivados, como bebidas lácteas.

Quanto à embalagem, o problema da degradação vitamínica pode ser solucionado pela utilização apropriada de revestimentos, tais como vidros ou plásticos escuros, latas e caixas assépticas, as quais minimizam a exposição à luz e ao oxigênio. Devido ao alto custo e à menor disponibilidade de materiais nos países em desenvolvimento, a embalagem assume grande importância e deve ser um fator considerado para manutenção do conteúdo vitamínico,[40] haja vista que nestes países são observadas as maiores prevalências de carências nutricionais.

De acordo com Ruas-Madiedo et al.[34] é interessante a modificação da atmosfera por CO_2 durante o período de armazenamento, a qual tende a aumentar a vida-de-prateleira do produto em decorrência da redução da taxa de oxidação, principalmente relacionada ao conteúdo vitamínico e a compostos insaturados.

Visando a garantir que a concentração de vitaminas, disponíveis para a ingestão em leite e produtos lácteos enriquecidos, esteja de acordo com os valores declarados no rótulo, recomenda-se uma alteração na quantidade das vitaminas adicionadas, considerando-se que a degradação ocorre durante o processamento e armazenamento[21] e devido também a existência de interação entre nutrientes, causando diminuição da biodisponibilidade. Todavia, vale ressaltar que o conteúdo adicionado a uma porção do produto não deve ultrapassar o nível máximo tolerável (*Upper Level-UL*), a fim de se evitar o risco de toxidez.[15]

Como verificado pelos estudos realizados em escala industrial, menores temperaturas estão associadas à maior preservação de vitaminas ao longo do período de estocagem.[7] Neste sentido, Romeu-Nadal et al.[33] inferiram que devem ser realizadas mudanças quanto à recomendação de temperaturas de estocagem, freqüentemente utilizadas em bancos de leite humano, as quais devem ser baseadas não somente nos aspectos microbiológicos, mas também na estabilidade das vitaminas presentes. Assim, os autores propõem estocagem do leite por até 3 horas em refrigerador, por até 5 meses em freezer (-20°C) e por até 8 meses sob congelamento a -80°C. Além disso, a vitamina C poderia ser considerada como um marcador da estabilidade vitamínica do leite materno, tendo em vista sua alta sensibilidade. Com relação ao tratamento térmico, verifica-se a necessidade de adequação do tempo e da temperatura, sugerindo-se o binômio 62,5°C/30 minutos como a melhor alternativa para controle microbiológico e da degradação vitamínica.[33] Adicionalmente, recomenda-se a proteção do leite estocado em frascos de vidro contra a luz, adotando medidas preventivas, como a simples embalagem dos frascos com papel alumínio, visto que as vitaminas presentes no leite são fotossensíveis.[36, 33]

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O leite e seus derivados, devido ao seu conteúdo vitamínico e por serem considerados importantes veículos de fortificação, são de grande relevância no combate a carências específicas, como por exemplo, a de vitaminas. Assim, seu consumo deve ser estimulado, de forma a atingir todas as parcelas da população.

Estudos sobre as perdas de vitaminas ao longo da cadeia produtiva do leite ainda são escassos, de modo que a degradação destes nutrientes pode estar sendo ainda mais acentuada do que o relatado na literatura. Todavia, o controle destas perdas consiste em estratégias de possível implementação, desde que haja subsídio governamental para pequenos produtores, interesse por parte da indústria de alimentos e principalmente maior cobrança por parte dos consumidores, os quais cada vez mais buscam alimentos nutritivos, essenciais para a manutenção da saúde.

Sugere-se que o aspecto nutricional, e não apenas o microbiológico e o sensorial, seja considerado para o estabelecimento da vida-de-prateleira de leite e seus derivados.

ABRANCHES, M.V.; DELLA LUCIA, C.M.; SARTORI, M.A.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Vitamins losses in milk and dairy products and possible control measures. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.19, n.2, p. 207-217, abr./jun. 2008.

■ABSTRACT: This work aimed to investigate in the scientific literature papers about vitamins losses and their control in milk, including human milk, and dairy products. Besides, we tried to do a critical analysis about them and to propose viable measures for the vitamin losses control in those foods. It was verified that the losses of vitamins were variable depending of the analyzed products, and along the productive chain. The stages that more contributed to the occurrence of such losses were the heat tratament and the storage. Few studies were found about vitamin losses during milking and milk transportation. Simple control measures, as transport in refrigerated atmosphere; practice of to barn the milk; use of appropriate equipments to processing; control of pasteurization and sterilization time and temperature; storage in aseptic and protected against the light packing and, whenever possible, the use of CO_2; among others, can act decreasing the nutritional losses of those foods, with emphasis in their vitamin content. The importance of the accomplishment of studies is verified in this area since that they can demonstrate the possible vitamin losses in milks and dairy products and suggest effective control measures.

■KEYWORDS: Milk; dairy products; hydrosoluble vitamins; liposoluble vitamins; stability; processing; storage.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTUNES, V. C. **Visão de estudantes do ensino fundamental sobre nutrição, higiene dos alimentos e consumo de produtos lácteos.** 2006. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
2. ARKBAGE, K. et al. Retention of vitamin B12 during manufacture of six fermented dairy products using a validated radio protein-binding assay. **Int. Dairy J.,** v. 13, p. 101-109, 2003.
3. BELLUOMINI, R. H. O polietileno linear em embalagens flexíveis para leite. **Rev. Leite Deriv.**, n. 11, p. 18-21, 1993.
4. BIANCHINI, R.; PENTEADO, M. V. C. Teores de retinol, beta-caroteno e alfa-tocoferol em leites bovinos comercializados na cidade de São Paulo. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 19, n. 3, 1999. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611999000300010&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 03 nov. 2007.
5. BIANCHINI, R.; PENTEADO, M. V. C. Thiamin, riboflavin and pyridoxin amounts in cow milk comercialized in the city of Sao Paulo. **Ciênc.Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 20, n.3, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612000000300003&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 nov. 2007.
6. BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade do leite tipo a, do leite tipo b, do leite tipo c, do leite pasteurizado e do leite cru refrigerado e o regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=893. Acesso em: 07 nov. 2007.
7. CHÁVEZ-SERVÍN, J.L.; CASTELLOTE, A.I.; LÓPEZ-SABATER, M.C. Analysis of vitamins A, E and C, iron and selenium contents in infant milk-based powdered formula during full shelf-life. **Food Chem.,** 2007. No prelo.
8. CHÁVEZ-SERVÍN, J.L.; CASTELLOTE, A.I.; LÓPEZ-SABATER, M.C. Vitamins A and E content in infant milk-based powdered formulae after opening the packet. **Food Chem.,** v. 106, p.299-309, 2008.
9. DONG F. M.; OACE, S.M. Folate concentration and pattern in bovine milk. **J. Agr. Food Chem.,** v.23, n.3, p. 60, 1975.
10. FAVIER, J. C. et al. Folic acid content of foods. III. Folic acid content of different categories of milk. **Sci. Alim.**, v. 7, n. 1, p. 23-40, 1987.
11. FELLOWS, P. J. Pasteurização. In: _____. **Tecnologia do processamento de alimentos:** princípios e prática. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 251-259.
12. FORD, J.E. et al. Effects of ultrahigh-temperature (UHT) processing and of subsequent storage on the vitamin content in milk. **J. Dairy Res.**, v. 36, p. 447-452, 1969.
13. GILLIS, E. The effect of heat treatment on the nutritional value of milk. **NTRS 519**, p. 1-15, 2005.
14. GLIGUEM, H.; BIRLOUEZ-ARAGON, I. Effects of sterilization, packaging, and storage on vitamin C degradation, protein denaturation, and glycation in fortified milks. **J. Dairy Sci.**, v. 88, n 3, p.891-899, 2005.
15. INSTITUTE OF MEDICINE. National Research Council. **Dietary reference intakes (dris):** tolerable upper intake levels (ul), vitamins for vitamin D, thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin, and choline, vitamin C, vitamin E, and carotenoids, vitamin A, vitamin K. Washington, DC: National Academy, 2001. Disponível em: http://www.nap.edu. Acesso em: 27 ago. 2006.
16. KARLIN, R. Sur la teneur en folates es laits de grand melange. **J. Int. Vitamin.**, v. 39, p. 359-366, 1969.
17. KAZMI, S. A.; VIETH, R; ROUSSEAU, D. Vitamin D3 fortification and quantification in processed dairy products. **Int. Dairy J.,** v. 17, p. 753–759, 2007.
18. LASSEN, A.; OVESEN, L. Nutritional effects of microwave cooking. **Nutr. Food Sci.**, n. 4, p. 8-10, 1995.
19. LEE, K. H.; JUNG, M. Y.; KIM, S. Y. Effects of Ascorbic Acid on the Light-Induced Riboflavin Degradation and Color Changes in Milks. **J. Agr. Food Chem.,** v. 46, p. 407-410, 1998.
20. LIMA, J. A.; CATHARINO, R. R.; GODOY, H. T. Ácido fólico em leite e bebida láctea enriquecidos – estudo da vida-de-prateleira. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, n. 24, v. 1, p.82-87, jan.-mar. 2004.
21. LIMA-PALLONE, J. A.; CATHARINO, R. R.; GODOY, H. T. Avaliação do comportamento do ácido fólico no processamento de leites enriquecidos. **Braz. J. Food Technol.**, v.9, n.1, p. 57-62, 2006.
22. LOBATO, V. **Tecnologia de fabricação de derivados do leite na propriedade rural.** Lavras/MG: Ufla, 2000. 37 p. (Boletim Técnico). Disponível em: http://www.editoraufla.br/Boletim/pdfextensao/ bol_33.pdf. Acesso em: 03 nov. 2007.
23. MARTINS, M. C. et al. Panorama das ações de controle da deficiência de vitamina A no Brasil. **Rev. Nutr.**, v. 20, n. 1, p. 5-18, 2007.

24. MESTDAGH, F. et al. Protective influence of several packaging materials on light oxidation of milk. **Am. Dairy Sci. Assoc.**, v.88, p. 499-510, 2005.

25. MIQUEL, E. et al. Stability of tocopherols in adapted milk-based infant formulas during storage. **Int. Dairy J.**, v. 14, p. 1003-1011, 2004.

26. MOYSSIADI, T. et al. Effect of light transmittance and oxygen permeability of various packaging materials on keeping quality of low fat pasteurized milk: chemical and sensorial aspects. **Int. Dairy J.,** v.14, p.429-436, 2004.

27. NALESSO, R.Z . Leite Brasil sai em defesa do produtor brasileiro. **Rev. Leite Deriv.**, n. 79, p. 6-10, 2004.

28. NEVILLE, M.C.; MORTON, J.; UMEMURA, S. Lactogenesis: the transition from pregnancy to lactation. **Ped. Clin. North Am**.,v.48, p. 35-52, 2001.

29. PAPASTOYIANNIDIS, C. et al. Fermented milks fortified with B-group vitamins: vitamin stability and effect on results products. **Food Sci. Technol. Int.**, v. 12, n. 6, p. 521-529, 2006.

30. PONCHIO, L.A.; GOMES, A.L.; PAZ, E. Perspectivas de consumo de leite no Brasil. **CEPEA.**, 2005. Disponível em: http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/artigo_leite_04.pdf. Acesso em: 03 nov. 2007.

31. RENNER, E. **Micronutrients in milk and milk-based food products**. New York: Elsevier Science, 1989. 311p.

32. ROMEU-NADAL, M.; CASTELLOTE, A.I.; LÓPEZ-SABATER, M.C. Effect of cold storage on vitamins C and E and fatty acids in human milk. **Food Chem.**, v. 106, p. 65-70, 2008.

33. ROMEU-NADAL, M. et al. Effect of pasteurisation on ascorbic acid, dehydroascorbic acid, tocopherols and fatty acids in pooled mature human milk. **Food Chem.,** 2007. No prelo.

34. RUAS-MADIEDO, P. et al. Influence of carbon dioxide addition to raw milk on microbial levels and some fat-soluble vitamin contents of raw and pasteurized milk. **J. Agr. Food Chem.**, v. 46, n. 4, p. 1552-1555, 1998.

35. SCHRÖDER, M. J.A. et al. Flavour and vitamin stability in pasteurized milk in polyethylene-coated cartons and in polyethylene bottles. **Int. J. Dairy Technol.**, v. 38, n. 2, p. 48-52, 1985.

36. SIEBER, R. et al. Effect of microwave heating on vitamins A, E, B1, B2 and B6 in milk. **J. Dairy Res.**, v.63, p.169-172, 1996.

37. SILVA, E. G. T. R. E. et al. Leite UHT integral: avaliação de alguns parâmetros de qualidade do leite cru e processado. In: CONGRESO LATINOANAMERICANO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS, 7, 2002, Santiago, Chile. **Anais...** Santiago, Chile: Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos, 2002. p.60.

38. UPRETI, P.; MISTRY, V.V.; WARTHESEN, J.J. Estimation and fortification of vitamin D_3 in pasteurized process cheese. **Am. Dairy Sci. Assoc.**, v.85, p. 3173-3181, 2002.

39. USAID FROM THE AMERICAN PEOPLE. **Fortification basis:** milk. Disponível em: www.usaid.gov/our_work/global_health/nut/techareas/fortification.html. Acesso em: 06 nov 2007.

40. USAID FROM THE AMERICAN PEOPLE. **Fortification basis:** stability. Disponível em: http://www.usaid.gov/our_work/global_health/nut/techareas/fortification.html. Acesso em: 06 nov 2007.

41. VASSILA, E. et al. Chemical and microbiological changes in fluid milk as affected by packaging conditions. **Int. Dairy J.**, v.12, p.715-722, 2002.

42. VIDAL-VALVERDE, C; RUIZ, R.; MEDRANO, A. Stability of retinol in milk during frozen and other storage conditions. **Z. Lebensm. Unters. Forsch.**, v.195, n. 6, p. 562-565, 1992.

43. WIGERTZ, K.; SVENSSON, U.; JAGERSTAD, M. Folate and folate-binding protein content in dairy products. **J. Dairy Res.**, v. 64**,** p. 239-252, 1997.

44. ZOCCAL, R. Agência de Informação Embrapa – agronegócio do leite: estatísticas de consumo. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/ arvore/AG01_168_21720039245.html. Acesso em: 21 fev. 2008.