
EMBALAGEM PARA LEITE FLUIDO

Devido à rica composição do leite fluido este é um excelente meio para o crescimento de muitos microrganismos. Para evitar ou retardar o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos, o leite fluido é normalmente submetido a dois tipos de tratamentos térmicos: pasteurização e esterilização.

A pasteurização (72°C/15seg) visa eliminar todos os microrganismos patogênicos e como parte da flora deteriorativa não é eliminada, a estocagem e a comercialização do leite fluido pasteurizado têm que ser feita sob temperaturas de refrigeração, por curtos períodos.

O processamento térmico que objetiva eliminar toda a flora patogênica e a flora deteriorativa capaz de se desenvolver nas condições de comercialização do produto é denominado esterilização. Assim o leite fluido esterilizado é estocado e comercializado à temperatura ambiente.

O tratamento térmico de esterilização mais utilizado para leite fluido é a altas temperaturas (135-140°C) por 2-5seg ("UHT"). Este tratamento térmico é normalmente contínuo e envolve a esterilização da embalagem

separadamente e que a etapa de enchimento ocorra em condições assépticas. Um outro tratamento térmico de esterilização utilizado para leite fluido é a esterilização do produto após embalado, juntamente com a embalagem. Para tanto o leite fluido é submetido a temperaturas de cerca de 120°C por 12-20min.

Nos tratamentos térmicos a temperaturas acima de 75°C, grupos sulfidril da β -lactoglobulina, que é uma das proteínas do soro do leite, passam por reações principalmente de formação de compostos voláteis como sulfeto de hidrogênio e mercaptanas, iniciando um típico sabor de cozido.

Uma vez controlada a conservação sob o aspecto microbiológico, outros fatores podem interferir na vida útil de leite fluido. Os principais fatores mencionados na literatura é o efeito da luz, da presença de oxigênio e a absorção de sabor/odor estranhos ao produto.

Duas diferentes alterações no sabor/odor podem ocorrer: o desenvolvimento de sabor/odor denominado por "sunlight ou actived flavour", o qual aparece rapidamente quando exposto à luz e é devido a reações na fase protéica

do leite; e o sabor/odor típico de oxidado, o qual se desenvolve mais lentamente e é devido a reações na fase gordurosa do leite, na presença de oxigênio.

Estudos também mostraram que algumas vitaminas como a riboflavina (vitamina B₂) e o ácido ascórbico (vitamina C) também estão envolvidos nessas reações de alteração de sabor/odor. Assim, um outro efeito negativo da exposição à luz é a mudança no valor nutricional do leite, principalmente em relação à perda de riboflavina cujo leite é uma das principais fontes. As reações de fotodegradação também causam perda das vitaminas A, B₆, B₁₂ e ácido fólico, e decréscimo em aminoácidos como metionina, histidina, tirosina, triptofano, cisteína e lisina.

A intensidade das alterações no leite fluido devido à influência da luz depende de vários fatores como: intensidade de luz, tempo de exposição, comprimento de onda da luz ($\lambda < 500\text{nm}$), temperatura, susceptibilidade do produto (tipo de processamento que o leite foi submetido) e de quanto barreira à luz é o material de embalagem.

Outro aspecto muito abordado na literatura é o de que tendo o leite fluido um sabor suavemente adocicado e muito pouco odor, a presença de materiais estranhos resulta normalmente na alteração do sabor/odor do produto. Assim, a migração de constituintes do material de embalagem pode causar sérios problemas mesmo em mínimas quantidades. Além disso, sabor/odor estranhos podem ser introduzidos no leite se o material de embalagem não for suficiente barreira.

Além dos aspectos já mencionados que influenciam a vida útil de leite fluido, alguns outros são apontados especificamente para leite fluido esterilizado pelo processo UHT que são: formação de sedimentos que é causado pela desnaturação e coagulação de proteínas devido ao tratamento térmico; reação de Maillard cuja velocidade depende principalmente da temperatura de estocagem do leite fluido e a gelatinização que é resultado da ação de proteases de origem microbiana sobreviventes ao tratamento térmico.

EMBALAGEM PARA LEITE FLUIDO PASTEURIZADO

Leite fluido pasteurizado, devido às suas características intrínsecas, é um produto perecível que precisa ser conservado sob refrigeração e apresenta uma vida útil limitada por deterioração microbiológica.

Assim, embalagens adequadas para o acondicionamento de leite fluido pasteurizado devem ser livres de microrganismos patogênicos e de outros microrganismos deteriorantes que possam se desenvolver nas condições de estocagem e comercialização do produto, ser inerte e apresentar um desempenho físico-mecânico compatível com o sistema de manuseio, estocagem e distribuição sob refrigeração.

O desenvolvimento do "sunlight flavour" e a perda de valor nutricional devido à exposição à luz é largamente discutido na literatura para leite fluido pasteurizado no

exterior que apresenta um vida útil de cerca de 7-14 dias. No Brasil, nas condições atuais onde a grande maioria de leite fluido pasteurizado apresenta uma vida útil de 24h devido ao desenvolvimento microbiano que também altera o sabor/odor do produto, a barreira à luz como um dos requisitos da embalagem precisa ser melhor avaliado.

Outro fator importante é que as embalagens utilizadas para leite fluido pasteurizado não são suficiente barreira a odor estranho, mas isso pode ser minimizado com cuidados no ambiente de estocagem e comercialização do produto.

O leite fluido pasteurizado era tradicionalmente acondicionado em garrafas de vidro. Com o desenvolvimento de outros materiais e a procura de embalagens mais convenientes e econômicas, a embalagem de vidro passou a ser substituída gradualmente por outros tipos de embalagens, entre elas, a embalagem cartonada, garrafas de polietileno de alta densidade (PEAD) e sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD).

O vidro apresenta como vantagens ser inerte, não permeável a gases e em princípio não transmite odores/sabores estranhos ao leite. Atualmente devido às preocupações com o meio ambiente as embalagens de vidro estão ressurgindo no mercado europeu por ser "retornável" e "reciclável". Porém o vidro oferece pouca proteção à luz o que induz ao rápido desenvolvimento do "sunlight flavour". Outras desvantagens alegadas à embalagem de vidro é o fato de ser frágil, quebrar facilmente, ser pesada e que deve ser reutilizada para ser considerada econômica.

A garrafa soprada de PEAD foi introduzida comercialmente nos Estados Unidos na década de sessenta. Deste período até os dias de hoje houve um aumento considerável no seu uso em vista da preferência por embalagens não retornáveis para leite. Hoje se dispõe de uma larga variedade de tamanhos, formas, rigidez e peso de garrafas de PEAD. O fechamento utilizado é normalmente o selo de alumínio com revestimentos que permitem o fechamento por termossoldagem.

Em relação à transmissão de luz, as garrafas de PEAD, apesar de translúcidas, não oferecem a proteção adequada para o leite, de modo a evitar o desenvolvimento de "sunlight flavour" ou mesmo evitar a destruição de vitaminas, principalmente A, riboflavina e C.

Conforme já foi mencionado o leite é afetado principalmente por luz com comprimentos de onda abaixo de 500nm. "The International Dairy Federation (IDF)" recomenda que o material de embalagem para o leite deve ter no máximo 8% de transmitância a 500nm e 2% a 400nm.

Estudos mostram que a transmissão de luz através do PEAD é de 50 a 78% dependendo da espessura do material. O uso de 4% de dióxido de titânio resulta em uma substancial redução da transmissão de luz, enquanto 0,5, 1 e 2% de dióxido de titânio não se mostram eficientes. O uso de pigmento amarelo reduz consideravelmente a transmissão de luz abaixo de 600nm.

Como vantagem da garrafa de PEAD são citadas a facilidade no manuseio e a possibilidade de utilização de tampas abre-fecha.

Na década de setenta, o “saquinho” de leite de PEBD foi considerado uma inovação. Embora seja muito criticado por ser frágil, rasgar ou estourar com facilidade, ser difícil de carregar e não ser prático, é uma embalagem de baixo custo. É utilizado no Canadá e no Brasil, onde em menos de cinco anos substituiu a embalagem de vidro.

Em relação à proteção a luz é possível se ter um material adequado, boa barreira, com a utilização de pigmentos ou coextrusão com outros materiais como por exemplo, utilizando uma camada interna de PEBD preta.

Um grande fator a favor do “saquinho” é que utiliza menos energia na sua fabricação e reduz significativamente o resíduo sólido.

Recentemente outra opção em embalagem plástica para leite está sendo introduzida, é a garrafa de policarbonato (PC) retornável. Garrafas de PC tem o brilho e a transparência similar ao vidro, é rígida e mais leve. Quanto à resistência mecânica, fabricantes na Inglaterra informam que esta embalagem suporta em média 100 ou mais viagens.

A embalagem cartonada, cartão revestido com PEBD, têm sido utilizada a bastante tempo para leite fluido pasteurizado. Apresenta várias vantagens como: resistir a baixas temperaturas, selar com auxílio de calor, ter área disponível para impressão, baixo peso, resistência mecânica, ser viável em diversos tamanhos e eliminar o uso da tampa separada. É considerada a que melhor protege o sabor do leite e suas qualidades nutricionais visto que apresenta baixa transmissão de luz. É praticamente opaca abaixo de 400nm. A utilização de tintas amarela, laranja, vermelha, marrom e preta torna opaco o cartão abaixo de 500nm e as cores pretas, marrom e azul reduzem a transmissão de luz na região visível.

Como desvantagens desta embalagem são citados os fatos de que não tem sistema adequado para manuseio e não pode ser fechada após aberta.

Para contornar este último problema, a Tetra Pak apresenta a embalagem Tetra Top, onde o corpo e fundo são de cartão e no topo há uma tampa injetada de PEBD que pode ser usada como abre-fecha.

No Brasil, algumas empresas planejam introduzir o leite B em Tetra Rex, apesar do alto custo e mesmo o Tetra Brik, porém sem alumínio na estrutura. Uma empresa nacional já lançou no mercado o leite fluido pasteurizado tipo B em embalagem cartonada de fácil abertura (“glabe top”).

EMBALAGEM PARA LEITE FLUIDO ESTERILIZADO

Leite fluido esterilizado cujo sistema empregado é a esterilização do produto e posterior acondicionamento na embalagem em ambiente asséptico, requer uma embalagem compatível com o sistema de enchimento/

fechamento, resistente ao meio de esterilização do material e que permite um fechamento hermético de forma a evitar a recontaminação microbiológica do produto.

Se o leite fluido for esterilizado após embalado, a embalagem deve apresentar resistência térmica e mecânica para suportar as solicitações à temperatura de processo. Além disso, o sistema de fechamento deve ser hermético a fim de evitar a recontaminação microbiológica do leite fluido no processamento térmico e durante todo o período de estocagem e distribuição.

Como o leite fluido esterilizado é estocado e comercializado à temperatura ambiente por períodos mais longos, a cinética das reações de deterioração é favorecida em comparação ao leite fluido pasteurizado e, assim, a embalagem pode eliminar ou retardar essas reações deteriorativas sendo barreira à luz, ao oxigênio e a odores estranhos.

Além disso, a embalagem deve ser inerte de modo a não migrar sabor ou odor estranho ao produto e apresentar desempenho físico-mecânico compatível com o sistema de manuseio, estocagem e distribuição.

As embalagens mais utilizadas para leite fluido esterilizado são as cartonadas, que diferem da usada para leite fluido pasteurizado pela inclusão da camada de alumínio sendo sua estrutura, PEBD/cartão duplex/PEBD/Alumínio/PEBD. O alumínio é introduzido principalmente para conferir barreira ao oxigênio e a aromas, requisito essencial para vida útil do leite que é de três meses no Brasil.

No caso desta embalagem, o leite é esterilizado e a seguir acondicionado, em ambiente asséptico, na embalagem também previamente esterilizada.

As garrafas de PEAD são também utilizadas para leite fluido esterilizado sendo, porém, o tratamento térmico realizado após o acondicionamento do leite. As garrafas de PEAD para esterilização são mais rígidas que as usadas para leite fluido pasteurizado e apresentam maior espessura e peso. O fechamento é feito com laminado de alumínio/filme termosselante e a vida útil estipulada em seis meses. Esta embalagem também pode ser utilizada no sistema asséptico.

Sacos plásticos também são utilizados como embalagens para leite fluido esterilizado com enchimento asséptico. São utilizadas estruturas à base de PEAD, coextrusadas, barreira à luz e que podem conter um revestimento ou mesmo uma camada de um material plástico alta barreira como copolímero de cloreto de vinilideno (PVDC) ou copolímeros de etileno e álcool vinílico (EVOH). Estes são incluídos para aumentar a barreira ao oxigênio e aromas. A vida útil nesta embalagem é de três meses a 20°C. Como vantagem apresenta a redução de custos e possibilita um sistema de enchimento mais rápido, uma vez que utiliza equipamentos de embalagem do tipo forma, enche e fecha.

ALVES, R.M.V. & PADULA, M.