



Liofilização de produtos lácteos: Uma revisão

Freeze-drying of dairy products: A review

Shana Kimi Farias YAMAGUCHI [1](#); Carolina de Souza KREBS [2](#); Sávio Leandro BERTOLLI [3](#); Lisiane Fernandes de CARVALHO [4](#)

Recibido: 11/11/16 • Aprobado: 12/12/2016

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
 - [2. Produtos lácteos](#)
 - [3. Bactérias lácticas](#)
 - [4. Liofilização](#)
 - [5. Liofilização de produtos lácteos](#)
 - [6. Conclusão](#)
- [Agradecimentos](#)
- [Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

A crescente preocupação dos consumidores com a qualidade dos alimentos e principalmente sua qualidade de vida faz com que as indústrias invistam constantemente em produtos mais saudáveis. Os produtos lácteos são alimentos funcionais que possuem bactérias lácticas, as quais são inativadas pelo calor. A liofilização, processo de secagem que retira a água do produto por sublimação à baixa temperatura e pressão, mantém as bactérias probióticas viáveis, bem como as características sensoriais e nutricionais. Esta revisão tem por objetivo apresentar a liofilização de produtos lácteos, que além das vantagens nutricionais, utilizam menos espaço no transporte e armazenamento, sem necessitar de refrigeração.

Palavras-chave: alimentos funcionais, probióticos, bactérias lácticas.

ABSTRACT:

The growing concern of consumers with the quality of food and especially the quality of life, causes the industry to invest constantly on healthier products. Dairy products are functional foods that have lactic acid bacteria, which are inactivated by heat. The freeze-drying process that removes the water by sublimation with low temperature and pressure, keeps bacteria viable probiotic, as well as the sensory and nutritional characteristics. This review aims to present the freeze-drying of dairy products, which in addition to the nutritional advantages, use less space on transportation and storage, without refrigeration.

Keywords: functional foods, probiotics, lactic acid bacteria.

1. Introdução

O uso dos alimentos como veículo de promoção do bem estar e saúde e, ao mesmo tempo,

como redutor dos riscos de algumas doenças, tem incentivado as pesquisas de novos componentes naturais e o desenvolvimento de novos ingredientes, possibilitando a inovação em produtos alimentícios e a criação de novos nichos de mercado (THAMERS; PENNA, 2006). Em vista disso, as indústrias têm investido constantemente no desenvolvimento de produtos mais saudáveis (GRACE et al., 2002).

Especificamente na área de laticínios, a produção de derivados como iogurtes, bebidas lácteas e leites fermentados funcionais, vem se destacando. Isto porque, além destes produtos possuírem grande aceitação pelo público em geral, são veículos em potencial para o consumo de probióticos (KRÜGER et al., 2008).

O consumo de produtos contendo microrganismos probióticos, os quais são considerados alimentos funcionais, como *L. acidophilus* e *B. bifidum* têm a potencialidade de melhorar os movimentos peristálticos do intestino, aumentando a absorção de nutrientes, prevenindo ou controlando infecções intestinais, bloqueando os receptores dos patógenos, inativando os efeitos das enterotoxinas e favorecendo o desenvolvimento de microrganismos resistentes a patógenos, especialmente contra *Escherichia coli* (LEE et al., 1999).

As bactérias probióticas são sensíveis ao calor, com isso, a utilização do processo de liofilização apresenta como principal vantagem a estabilidade das bactérias probióticas, as quais permanecem viáveis após este processo. Além disso, as atividades das enzimas são inativadas porque não há água no meio e as reações químicas oxidativas ou não-oxidativas ocorrem em pequena quantidade, trazendo um resultado satisfatório (BOSS, 2004).

Outra vantagem são as mínimas perdas de nutrientes e a rápida reidratação do produto seco. Por este motivo, mostra-se aplicável à indústria de alimentos já que proporciona a obtenção de produtos de alto valor agregado (CELESTINO, 2010).

A liofilização é um processo diferenciado da secagem, pois ocorre em condições especiais de pressão e temperatura, possibilitando que a água previamente congelada passe diretamente ao estado gasoso, ocorrendo a mudança de estado físico por sublimação, com o objetivo de estabilizar produtos através da diminuição da atividade de água (GARCIA, 2009).

O produto seco obtido, de aspecto poroso, friável, possui caráter liófilo, apresentando, uma avidéz pela água que possibilita sua rápida reconstituição. Sendo assim este processo pode ser aplicado em alimentos lácteos, que poderão ser transportados sem a necessidade de refrigeração para o seu comércio e consumo. Além disso, possibilita o aumento da vida de prateleira, agregando valor ao produto (JALES, 1999).

Esta revisão tem por objetivo apresentar as etapas do processo de liofilização e sua utilização em produtos lácteos. Também serão apresentadas as vantagens da liofilização, como a estabilidade nutricional e sensorial dos produtos lácteos, além da viabilidade das bactérias lácticas probióticas mantidas nos produtos por não haver a utilização de calor na execução deste método.

2. Produtos lácteos

2.1. Iogurte

O iogurte, obtido a partir da fermentação láctica do leite, está presente na dieta alimentar humana desde os tempos remotos, quando a fermentação já era utilizada como forma de preservação do leite (RODAS et al., 2001). A origem do iogurte deve situar-se no Oriente Médio ou na Índia. Os pastores nômades, ao armazenar o leite sempre nos mesmos recipientes, foram selecionando uma microbiota que fermentava o leite produzindo um alimento de sabor agradável. Além disso, o alto grau de acidez conseguido não permitiria o desenvolvimento de bactérias patogênicas (ORDÓÑEZ, 2005).

De acordo com a legislação brasileira, iogurte, yogur ou yoghurt é um produto cuja fermentação se realiza com cultivos protosimbióticos de *Streptococcus salivarius subsp.*

thermophilus e *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, aos quais podem acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final (BRASIL, 2007).

Os constituintes do leite sofrem uma série de alterações durante a fabricação do iogurte, principalmente as proteínas, vitaminas, gorduras, entre outros. Durante o processo de fabricação do iogurte, o teor de aminoácidos livres e peptídeos aumenta, em relação aos teores presentes no leite "in natura". A gordura do leite é quebrada através das lipases produzidas pelas bactérias lácticas liberando ácidos graxos e glicerol, podendo ser degradados em outros compostos. Durante o processamento, os teores de alguns ácidos graxos aumentam e outros diminuem (SALADO; ANDRADE, 1989)

De acordo com Moreira; Abraham; De Antoni (1999), o consumo do iogurte pode ser atribuído aos benefícios que o iogurte traz ao organismo, tais como: facilitar a ação das proteínas e enzimas digestivas, melhorar a absorção de cálcio, fósforo e ferro; ser fonte de galactose, bem como ser forma indireta do consumo de leite. Além disso, Rocha et al. (2005) salientam que o leite fermentado apresenta melhor digestibilidade que o leite fresco, pois seus principais constituintes são pré-digeridos devido ao processo fermentativo. Tratando-se de produto de fácil digestão e devido sua riqueza proteica tem sido introduzido no tratamento da inapetência, da alimentação pós-operatória e no caso de transtornos digestivos.

Martin (2002) cita que a digestibilidade das proteínas no iogurte é aumentada devido a diversos fatores como: tratamento térmico mais intenso; alta acidez e conseqüente menor coagulação das proteínas; secreção de enzimas digestivas das glândulas salivares, estimulada pelas partículas de proteínas coaguladas; homogeneização; aumento do teor de peptídeos e aminoácidos livres.

2.2. Bebida láctea

Bebida láctea é o produto lácteo resultante da mistura do leite (in natura, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado ou em pó) adicionado ou não de produto(s) alimentício(s) ou substância alimentícia, gordura vegetal, leite(s) fermentado(s), fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos. A base láctea representa pelo menos 51% (m/m) do total de ingredientes do produto, fermentado mediante a ação de cultivo de microrganismos específicos e/ou adicionado de leite(s) fermentado(s) e que não poderá ser submetido a tratamento térmico após a fermentação. A contagem total de bactérias lácticas viáveis deve ser no mínimo de 10⁶ UFC/g no produto final, para o(s) cultivo(s) láctico(s) específico(s) empregado(s), durante todo o prazo de validade (BRASIL, 2004).

As bebidas lácteas podem conter em sua formulação, além do soro, do leite e dos cultivos de bactérias lácticas já tradicionais, acidulantes, aromatizantes, reguladores de acidez, estabilizantes, espessantes, emulsificantes, corantes, conservantes, pedaços, polpa ou sucos de frutas e mel. As bebidas lácteas contêm proteínas, gorduras, lactose, minerais e vitaminas, sendo consideradas nutritivas. A importância da porcentagem de gordura no produto final está relacionada ao fato de que as pessoas cada vez mais estão à procura de uma alimentação mais saudável, incluindo os alimentos diet e light. Além dos cuidados com a saúde (alimentos funcionais), existem os cuidados e preocupações com a estética corporal, assunto tão explorado nos últimos anos (THAMER; PENNA, 2006).

3. Bactérias lácticas

As bactérias lácticas são utilizadas para aumentar a vida-de-prateleira do leite, devido à formação de componentes metabólicos como ácido láctico, ácido propiônico, diacetil e substâncias antagonísticas que exercem efeito inibitório nas bactérias Gram-negativas responsáveis pela deterioração do produto (MARTINS; LUCHESE, 1988; VEDAMUTHU, 1991). Na produção dos iogurtes, normalmente emprega-se cultura mista de *Lactobacillus delbrueckii*

ssp. bulgaricus e *Streptococcus thermophilus* (BRASIL, 2007).

Estas bactérias se mantêm em crescimento associado ou culturas separadas que são inoculadas no leite em proporções definidas (ALAIS, 1985; VEISSEYRE, 1988). Geralmente, utiliza-se a proporção de 1:1 (cocos para bacilos), que definem as características reológicas e aromáticas ideais (PORTER, 1981).

As bactérias lácticas, em convívio simbiótico estimulam-se mutuamente, complementando o crescimento uma da outra. No início da fermentação, a baixa acidez do leite (<20°D) favorece o desenvolvimento do *Streptococcus thermophilus*, estimulado por alguns aminoácidos livres (especialmente a valina), produzidos pelo *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, provocando um aumento da acidez. Nessa fase, o *S. thermophilus* libera ácido fórmico, que é estimulado do desenvolvimento do *L. bulgaricus*. Ao se atingir aproximadamente 46°D, o meio se torna pouco propício ao *S. thermophilus*, favorecendo o rápido desenvolvimento do *L. bulgaricus* com produção de acetaldeído, principal responsável pelo aroma característico do iogurte (BORZANI et al., 2001).

Procura-se manter o equilíbrio adequado das bactérias, para que o produto permaneça suficientemente ácido e aromático. A acidez torna os iogurtes alimentos relativamente estáveis por inibir o crescimento de bactérias Gram-negativas, onde o pH pode variar de 3,6 a 4,2, podendo atingir pH final de até 4,5 (HOFFMANN et al., 1996).

Diversos fatores afetam a viabilidade de bactérias probióticas em leite fermentado (DAVE et al., 2000). Kailasapathy e Rybka (1997), Hatting e Viljoen (2001) e Shah (2001) salientam que a população de bactérias lácticas depende da linhagem utilizada, da interação entre as espécies, das condições de cultura, composição do meio (fonte de nutrientes), acidez final e do conteúdo de sólidos do leite, disponibilidade de nutrientes, promotores e inibidores de crescimento, concentração de açúcar (pressão osmótica), oxigênio dissolvido (especialmente para a *Bifidobacterium*), quantidade inoculada, temperatura de incubação, tempo e temperatura de estocagem.

Outro fator que pode influenciar a viabilidade das bactérias lácticas é a alta concentração de sacarose adicionada ao leite antes da fermentação, podendo por exemplo, inibir as bactérias do iogurte provocando tempos de fermentação prolongados e um baixo desenvolvimento de acidez (SHAH; RAVULA, 2000). Isso se deve aos efeitos osmóticos dos solutos no leite e à baixa atividade de água (VINDEROLA; REINHEIMER, 2000).

3.1. Alimentos funcionais e probióticos

Alimento funcional é "todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica" (BRASIL, 1999). No entanto, Jones (2002) relata que estes alimentos não podem ser destinados ao tratamento de doenças agudas ou à utilização de cuidados paliativos.

Para a determinação de um alimento funcional é preciso estabelecer alguns critérios, tais como: exercer ação metabólica ou fisiológica, contribuindo para a saúde física e para a diminuição de morbidades crônicas; criar efeitos positivos obtidos em quantidades não tóxicas, perdurando mesmo após suspensão de sua digestão. Os alimentos funcionais não são destinados ao tratamento ou cura de doenças (BORGES, 2000).

Os alimentos funcionais são classificados quanto à fonte: origem animal ou vegetal; ou quanto aos benefícios que oferecem referentes às seis áreas do organismo: sistema gastrointestinal; sistema cardiovascular; metabolismo de substratos; crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular; comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes (SOUZA; SOUZA NETO; MAIA, 2003).

Segundo Roberfroid (2002), os alimentos funcionais apresentam algumas características: devem ser alimentos convencionais, consumidos na dieta normal; devem ser compostos por

componentes naturais, em elevada concentração ou presentes em alimentos que naturalmente não os continham; devem ter efeitos positivos, além do valor básico nutritivo, promovendo benefícios à saúde, aumentando a qualidade de vida, incluindo desempenho físico, psicológico e comportamental; a alegação de propriedade funcional deve ter embasamento científico; podem ser alimentos nos quais a bioatividade de um ou mais componentes tenha sido modificada.

Os alimentos funcionais podem assumir diversas tipologias. Alguns podem ser enriquecidos, especialmente criados para reduzir o risco de doença para um determinado grupo de pessoas, outros podem ser alimentos convencionais com componentes bioativos adicionados, que são relacionados com resultados positivos à saúde, por exemplo, produtos obtidos pela adição de uma série de ingredientes nutracêuticos, dentre os quais, os ácidos graxos poli-insaturados, antioxidantes, fibras alimentares, fitoesteróis, probióticos, vitaminas, entre outros (WILDMAN; KELLEY, 2007).

Cepas probióticas são amplamente estudadas e exploradas comercialmente em diferentes produtos ao redor do mundo (SOCCOL et al., 2010). Estes microrganismos representam grande parte das vendas mundiais de alimentos funcionais.

Probióticos são “microrganismos vivos que quando administrados em quantidades adequadas conferem um benefício à saúde do hospedeiro” (FAO, 2001). Os probióticos mais utilizados envolvem os gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, entretanto leveduras, como o *Saccharomyces boulardii*, também têm sido exploradas pelo seu potencial probiótico (SZAJEWSKA; MRULOWICZ, 2005). Para que um microrganismo possa ser empregado como probiótico, vários estudos devem ser conduzidos para a avaliação de sua capacidade de resistência, eficácia e aptidão tecnológica (DE DEA LINDNER et al., 2007).

A influência benéfica dos probióticos sobre a microbiota intestinal humana inclui fatores como: efeitos imunológicos, controle das infecções intestinais, o estímulo da motilidade intestinal, melhor absorção de determinados nutrientes, melhor utilização de lactose e o alívio dos sintomas de intolerância a esse açúcar, a diminuição dos níveis de colesterol, o efeito, pelo estímulo da produção de anticorpos contra patógenos no intestino e em outros tecidos do hospedeiro, além da produção de compostos antimicrobianos resultando em um aumento da resistência contra patógenos. Assim, a utilização de culturas bacterianas probióticas estimula a multiplicação de bactérias benéficas, em detrimento à proliferação de bactérias potencialmente prejudiciais, reforçando os mecanismos naturais de defesa do hospedeiro (PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2002; SANDINE et al., 1972; GILLILAND; SPECK, 1977; KIM; GILLILAND, 1983; LEE et al., 1999; GOMES; MALCATA, 1999; SHORTT, 1999; SREEKUMAR; HOSONO, 2000; NAIDU; CLEMENS, 2000).

Segundo a FAO/OMG (2001), um microrganismo probiótico deve ser residente ao trato gastrointestinal sobrevivendo a passagem pelo estômago, mantendo a viabilidade e a atividade no intestino, além de apresentar boas propriedades tecnológicas, promovendo características sensoriais adequadas ao produto e se manter estável e viável durante o armazenamento, de modo que a quantidade mínima necessária para ser considerado um probiótico é de pelo menos de $10^6 - 10^7$ UFC.g⁻¹.

4. Liofilização

A liofilização é uma técnica de desidratação que não afeta os alimentos como outras técnicas tradicionais, as quais utilizam processos térmicos. Apesar de apresentar alto custo, o uso deste método é justificado quando o produto é sensível ao calor ou quando se deseja preservar características originais do alimento. Um produto liofilizado torna-se ainda mais competitivo quando analisa-se sua praticidade no transporte e armazenamento, dado que o produto desidratado ocupa menos espaço, é mais leve e dispensa o uso de câmaras de refrigeração, desde que esteja adequadamente vedado em uma embalagem a vácuo para não absorver a umidade presente no ar e atmosfera livre de oxigênio (FELLOEWS, 2000).

4.1. Etapas do processo de liofilização em produtos lácteos

4.1.1. Congelamento

Antes da liofilização o produto é congelado a temperaturas abaixo de -18°C de modo que toda a água presente esteja no estado sólido e abaixo do ponto triplo da água, para que não haja formação de espuma aquando da aplicação do vácuo (GONÇALVES, 2015).

O modo como o congelamento acontece depende do produto com que se está trabalhando e da estrutura que se espera obter. Congelamentos rápidos implicam em cristais pequenos, e conseqüentemente, poros pequenos e numerosos. Já se o processo se der lentamente, os poros serão maiores, facilitando a saída do vapor d'água na segunda etapa da liofilização (KING, 1971; TRESSLER; VAN ARSEL; COPLEY, 2000).

4.1.2. Sublimação

A primeira etapa consiste em sublimar o gelo formado na etapa anterior. Para isso, o alimento é colocado em uma câmara, à qual é aplicado vácuo. Como o produto se encontra a uma temperatura abaixo do ponto triplo da água, a queda de pressão e aumento da temperatura para o valor ambiente faz com que parte da água evapore, sem passar pelo estado líquido (FELLOEWS, 2000).

Nesta etapa busca-se a otimização do processo de desidratação, o qual reside na minimização da etapa da sublimação, aumentando a velocidade da remoção da água sublimada na interface e prevenindo a formação de cristais de gelo no interior do alimento que poderiam romper as estruturas moleculares. (MEDEIROS, 2014).

Caso, por alguma falha do processo, ainda exista alguma quantidade de água residual no estado líquido, haverá a formação de bolhas e a aparência do produto será comprometida. Nesta etapa, elimina-se cerca de 80% - 90% da umidade presente (CHARM, 1971), umidade esta que é acumulada no condensador.

4.1.3 Dessorção

A dessorção é a etapa secundária eliminando os 10% de água que resulta num produto com cerca de 2% de umidade. A etapa de sublimação retira praticamente toda a água sólida presente no alimento. Porém, a umidade residual está na forma de água combinada, fortemente ligada ao substrato. Esta representa uma parte significativa da umidade total do alimento, e portanto, deve ser retirada para que o produto final apresente valores abaixo de 2% de umidade, valor suficiente para que não haja atividade microbiana (CHARM, 1971).

Isso é feito fornecendo calor lentamente para o alimento no liofilizador e mantendo o vácuo, de modo que a água ligada evapore. Como a pressão na câmara é baixa e o alimento continua abaixo do ponto triplo da água, a temperatura a qual o alimento deve ser submetido não precisa ser muito elevada. Dessa forma, os nutrientes não são destruídos e as características sensoriais também se mantêm.

4.2. Vantagens e desvantagens da liofilização

Há algumas desvantagens em relação ao método de liofilização para alimentos. O processo é muito mais caro do que métodos convencionais de desidratação, os quais utilizam calor como fonte de energia, tanto pelo investimento inicial, pois o equipamento apresenta custos elevados, quanto pelo custo de operação, dado que as câmaras frias para congelamento (primeira etapa) e as bombas de vácuo consomem muita energia. Porém, atrelado ao alto custo, está a alta qualidade do alimento produzido. O produto que se deseja conservar apresenta, no fim do processo, características que não seriam possíveis de serem alcançadas com outras técnicas (FELLOEWS, 2000).

Conforme o mesmo autor, uma vantagem da liofilização é a não restrição de produtos que

podem passar por esse processo. Normalmente, alimentos sensíveis ao calor não apresentam resultados satisfatórios quando são desidratados por métodos tradicionais, pois o aquecimento à altas temperatura modifica o sabor, textura, formato e ainda destrói os nutrientes. Com a liofilização, essa restrição não é um empecilho dado que o processo acontece a baixas temperaturas.

Outro ponto positivo dessa técnica reside na diminuição de espaço no transporte e armazenamento do produto. Não há necessidade do uso de câmaras frias, porém deve-se dar atenção às embalagens do produto, as quais devem garantir total isolamento hermético a fim de que o alimento não reabsorva umidade. Por causa da ausência de água, o alimento apresenta elevada vida de prateleira (CHARM, 1971), podendo durar até anos, ao contrário de alimentos congelados. A ausência de água ainda torna o produto mais leve, reduzindo custos com transporte, e sendo uma boa solução para viagens longas, em que o peso transportado deve ser o menor possível, como é o caso de viagens espaciais (VENIR et al., 2007). Além disso, os alimentos desidratados por liofilização podem ser completamente reidratados de forma rápida e fácil pela simples adição de água (FELLOEWS, 2000).

A Tabela 1 apresenta a comparação entre o processo de liofilização e os processos convencionais, os quais utilizam calor para secagem.

Tabela 1: Comparação entre a liofilização e a desidratação convencional

Desidratação convencional	Liofilização
Apropriada para alimentos de fácil desidratação (vegetais e grãos)	Aplicável para a maioria dos alimentos, mas limitada àqueles de difícil desidratação por outros métodos.
Geralmente mal sucedida para carnes	Apropriada para carne cozida e crua
Faixa de temperatura: 37 – 93 °C	Temperaturas abaixo do ponto de congelamento
Pressão atmosférica	Baixa pressão (27-133 Pa)
Evaporação da água contida na superfície	Sublimação da água congelada
Movimento de solutos e ocasional incrustação da superfície	Movimento de solutos mínimo
Compressão em alimentos sólidos provocam danos estruturais e encolhimento	Mínimas mudanças estruturais ou encolhimento.
Reidratação lenta e incompleta	Reidratação rápida e completa
Partículas sólidas ou porosas cuja densidade é maior à daquelas do alimento original frequentemente são encontradas	Partículas porosas possuem densidade menor do que à daquelas do alimento original.
Odor e sabor frequentemente diferentes do alimento original	Odor e sabor conservados
Coloração mais escura	Coloração conservada
Valor nutricional reduzido	Valor nutricional conservado

Baixo custo	Custos geralmente altos, variando até 4x os custos da desidratação convencional.
-------------	--

Fonte: Gonçalves, O. M. A. R (2015).

5. Liofilização de produtos lácteos

Considerando o fato do iogurte ser um produto termosensível, a liofilização se torna um processo útil para sua desidratação. Matos et al. (2015) estudaram a estabilidade físico-química e microbiológica de iogurte natural liofilizado durante o armazenamento. Os resultados mostraram que os parâmetros de umidade, cinzas, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, atividade e água e teor de lipídeos se mantiveram estáveis após o processo de liofilização e após 2 meses de armazenamento alguns parâmetros foram alterados, porém ainda se encontraram dentro da faixa estabelecida pela legislação vigente que estabelece o mínimo de 10^{-6} UFC/g. Pelo fato dos autores terem desidratado o iogurte em bandejas rasas, o produto se apresentou na forma de flocos, os quais foram moídos a fim de diminuir sua granulometria para homogeneizar o produto na forma de um pó fino.

Spagnol (2005), liofilizou amostras de três tipos de cultura: iogurte natural e leite fermentado adquiridos no comércio local e cultura selecionada obtida através de uma empresa. Os iogurtes foram elaborados, centrifugados e liofilizados por um período de 24 horas. Em seguida foram submetidos a determinação de extrato seco, densidade e teste de reconstituição. O resultado do rendimento do extrato seco do iogurte natural e do leite fermentado foi de 11,86% e 9,38% respectivamente, tendo uma diferença de 2,48%. A reconstituição do iogurte a partir do produto liofilizado tem por objetivo verificar a viabilidade/sobrevivência das bactérias lácticas após o processo.

As bactérias viáveis fermentam a lactose produzindo ácido láctico, o que resulta em uma queda no pH do produto. Os resultados obtidos nesse teste demonstrou que na reconstituição do iogurte natural liofilizado, a queda de pH ocorreu mais rapidamente do que nas outras amostras, indicando uma maior atividade das bactérias ácido lácticas. O liofilizado proveniente do iogurte obtido a partir de uma cultura selecionada também proporcionou uma queda satisfatória do pH, embora não tão expressiva como iogurte natural. Já a constituição do leite fermentado a partir do seu liofilizado não foi bem sucedida, pois não apresentou a queda de pH esperada, tendo por consequência uma menor atividade das bactérias lácticas (SPAGNOL, 2005).

Os produtos lácteos contribuem com diversos benefícios para a saúde, além de serem bem aceitos por todas as idades. Por serem sensíveis ao calor, nas quais as características nutricionais são degradadas e as bactérias lácticas destruídas, o processo de liofilização se mostra eficiente para a desidratação deste tipo de produto mantendo todas as características do produto. Além disso, os produtos lácteos desidratados por liofilização possuem as vantagens de um produto em pó, os quais incluem não necessitar de refrigeração e ocupar menos espaço no transporte e armazenamento.

6. Conclusão

A presente revisão exhibe que os produtos lácteos, além de serem saborosos e nutritivos, são produtos consumidos por pessoas de todas as faixas etárias e possuem as características de um produto proteico com bactérias probióticas, as quais trazem benefícios à saúde dos seres humanos.

Por serem sensíveis ao calor, os produtos lácteos não podem ser desidratados por processos convencionais, os quais geralmente utilizam calor como fonte de energia, sendo assim, a liofilização se mostra eficiente por manter as características físico-químicas, sensoriais e as

bactérias lácticas viáveis após o processo.

Os produtos lácteos liofilizados possuem diversas vantagens, como a praticidade de um alimento pronto para o consumo, pois é necessária apenas a adição de água para a reidratação do produto; facilidade no transporte e armazenamento por não necessitar de refrigeração; além de ocupar menos espaço na estocagem do produto.

Agradecimentos

À FURB – Universidade Regional de Blumenau e à CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Referências bibliográficas

ALAIS, C. H. (1985). *Ciência de la leche – Principios de Técnica Lechera*. Ed. Revertè. Trad. D.A.L. GODINA, Barcelona (España), p. 763-7.

BORGES, V. C. *Alimentos funcionais: probióticos, prebióticos, fitoquímicos e simbióticos*. In Waitzberg, D. L. (2000). *Nutrição oral, enteral e parental na prática clínica*. 3 ed. São Paulo: Atheneu.

BORZANI, W.; AQUARONE, E.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. (2001). *Biotecnologia industrial*. Biotecnologia na produção de alimentos. v. 4, Ed. Edgard Blucher, São Paulo.

BOSS, E. A. (2004). *Modelagem e otimização do processo de liofilização: aplicação para leite desnatado e café solúvel*. 107f. Tese (Doutorado). Universidade de Campinas. Faculdade de Engenharia Química, São Paulo.

BRASIL, Ministério da Saúde. (1999). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 398, de 30 de abril de 1999. *Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos*. Brasília, DF.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. (2007). Instrução Normativa n. 46 de 23 de outubro de 2007. *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados*. Brasília, DF.

BRASIL, Ministério da Saúde. (2002). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n.2, de 07 de janeiro de 2002. *Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedade Funcional e/ou de Saúde. Rotulagem*. Brasília, DF.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2004). Portaria 71. *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas*. Diário Oficial da União de 21/09/2004.

CELESTINO, S. M. C. (2010). *Princípios de Secagem de Alimentos*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. p. 33-46.

CHARM, S. E. (1971). *The Fundamentals of Food Engineering*. 2nd ed. Westport: Avi.

DAVE, R. I.; SHAH, N. P. (1997). Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starters cultures. *Int. Dairy J.*, v. 7, p. 31-41.

DE DEA LINDNER, J.; CANCHAYA, C.; ZHANG, Z.; NEVIANI, E.; FITZGERALD, G. F.; SINDEREN, D. V.; VENTURA, M. (2007). Exploiting Bifidobacterium genomes: The molecular basis of stress response. *In International Journal of Food Microbiology*, v. 120, n. 1-2, p. 13-24.

FELLOEWS, P. J. (2000). *Food Processing Technology: Principles and Practice*. 2nd Edition. Woodhead Publishing, Limited.

FAO, Food and agriculture organization of the united nations, world health organization. (2001). *Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria*. Córdoba, 34p.

GARCIA, L. P. (2009). *Liofilização aplicada a alimentos*. 46 f. Monografia (Química em

Alimentos). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

GILLILAND, S. E., SPECK, M. L. (1977). Instability of *Lactobacillus acidophilus* in yogurt. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.60, p.1395-1398.

GOMES, A. M. P., MALCATA, F. X. (1999). *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. *Trends Food Sci. Technol.*, Amsterdam, v.10, p.139-157, 1999. In SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* vol. 42, n. 1, jan./mar., 2006.

GONÇALVES, O. M. A. R. (2015). *Estudo comparativo de processos de desidratação por liofilização e secagem*. 120f. Instituto Politécnico de Tomar.

GRACE, M. F. C; WILLE, S. A. C; WILLE, H. (2004). Práticas de desenvolvimento de novos produtos alimentícios na indústria paranaense. *Revista FAE*. v. 7, p. 33-45.

GRUNERT, K. G. (2002). Current issues in the understanding of consumer food choice. *Trends in Food Science & Technology*, v. 13, n. 8, p. 275-285.

HATTING, A.L., VILJOEN, B. C. (2001). Yogurt as probiotic carrier food. *Int. Dairy J.*, Barking, v. 11, n. 1-2, p. 1-17.

HOFFMANN, F. L.; PAGNOCCA, F. C.; FAZIO, M. L. S.; VINTURIM, T. M. (1996). Iogurte: Falta de cuidados altera qualidade microbiológica. *Revista do Instituto Laticínios Cândido Tostes*, v. 1, n. 4, p. 32-34.

JALES, S. T. L. (1999). *Avaliação da atividade microbiológica e tecnologia de obtenção das formas farmacêuticas cápsulas e flaconetes à base de *Zymomonas mobilis**. 103p. Dissertação (Mestrado - Área de Concentração em Produção e Controle de Medicamentos) - Departamento de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

JONES, P. (2002). Clinical Nutrition: 7. Functional foods – more than just nutrition. *Clinical Basics*, v. 166, n. 12, p. 1555-1563.

KIM, H. S.; GILLIAND, S. E. (1983). *Lactobacillus acidophilus* as a dietary adjunct for milk, to aid lactose digestion in humans. *Journal Dairy Science*, v. 66, n. 3, p. 53-59.

KAILASAPATHY, K.; RYBKA, S. (1997). *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* sp – their therapeutic potential and survival in yogurt. *Austr. Journal Dairy Technol.*, Highett, v. 52, n. 1, p. 28-35.

KING, C.J. (1971). *Freeze-drying of foods*. London: Butterworths.

KRÜGER, R. L.; KEMPKA, A. P.; OLIVEIRA, D.; VALDUGA, E.; CANSIAN, R. L.; TREICHEL, H.; DI LUCCIO, M. (2008). Desenvolvimento de uma bebida láctea probiótica utilizando como substratos soro de leite e extrato hidrossolúvel de soja. *Revista Alimentos e Nutrição*, v. 19, n. 1, p. 43-53.

LEE, Y. K.; NOMOTO, K.; SALMINEN, S.; GORBACH, S. L. (1999). *Handbook of probiotics*. New York: Wiley, 211p.

MARTIN, A. F. (2002). *Armazenamento do iogurte comercial e o efeito na proporção das bactérias lácticas*. Tese (mestrado); Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARTINS, J. F. P.; LUCHESE, R. H. (1988). Determinação da compatibilidade de crescimento associativo entre cepas de *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*. *Revista do Instituto Laticínios Cândido Tostes*, 43 (256), p. 11-13.

MATOS, C. M. S.; JESUS, M. S. DE; SILVA, G. S.; NUNES, T. P.; PAGANI, A. A. C. (2015). Estudo da estabilidade físico-química e microscopia de iogurte natural liofilizador durante o armazenamento. *Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados*. Universidade Federal de São Carlos.

MEDEIROS, A.B. (2014). *Liofilização celular e sua aplicação na reprodução animal*. Monografia em medicina veterinária, Faculdade de agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de

Brasília.

MOREIRA, M.; ABRAHAM, A.; DE ANTONI, G. (2000). Technological properties o milks fermented with thermophilic lactic acid bactéria at suboptimal temperature. *Journal Dairy Sci.*, v. 83, p. 395-400.

MOREIRA, S. R.; SCHWAN, R. F.; CARVALHO, E. P.; FERREIRA, C. (1999). Análise microbiológica e química de iogurtes comercializados em lavras – MG. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 19, n.1, Campinas – SP.

NAIDU, A.S., CLEMENS, R. A. (2000). Probiotics. In: NAIDU, A.S. *Natural food antimicrobial systems*. Boca Raton: CRC, p.431-462.

ORDÓÑEZ, J. A. (2005). *Tecnologia de Alimentos, Alimentos de Origem Animal*; trad. Fátima Murad, v. 2, Porto Alegre-RS.

PORTER, J. W. G. (1981). *Leche y productos lácteos*. Trad. J.L.B. ESCALADA, Ed. Acribia, Zaragoza (España), p. 71-74.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; AURA, A.M.; OKSMANCALENTEY, K.M.; MYLLÄRINEN, P.; SAARELA, M.; MATTILA-SANHOLM, T.; POUTANEN, K. (2002). Development of functional ingredients for gut health. *Trends Food Sci. Technol.*, Amsterdam, v.13, p.3-11.

ROBERFROID, M. B. (2002). Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. In *British Journal of Nutriotion*, v. 87, n. 2, p. 139-143.

ROCHA, E. M.; AGUIAR, S. F.; ARAÚJO, V. S.; DUARTE, W. K. C.; MAGALHÃES, M. M. A. (2005). Elaboração e caracterização de sobremesa láctea à base de frutas tropicais. *Revista: Higiene Alimentar*, v.19, n. 129, p. 12-14.

RODAS, M. A. B.; RODRIGUES, R. M. M. S.; SAKUMA, H.; TAVARES, L. Z.; SGARBI, C. R.; LOPES, W. C. C. (2001). Caracterização físico-química, histológica e viabilidade de bactérias lácticas em iogurtes com frutas. *Ciênc. Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 21(3), p. 304-309.

SALADO, G. A.; ANDRADE, M. O. (1989). Processamento e qualidade nutricional do iogurte. *Boletim Cultural*, v.7, p. 1-35.

SANDINE, W.E., MURALIDHARA, K.S., ELLIKER, P.R., ENGLAND, D.C. (1972). Lactic acid bacteria in food and health: a review with special reference to enteropathogenic *Escherichia coli* as well as certain enteric diseases and their treatment with antibiotics and lactobacilli. *J. Milk Food Technol.* Orange, v.35, n.12, p.691-702.

SHAH, N. P. (2001). Functional foods from probiotics and prebiotics. *Food Technol.*, Chicago, v. 55, n. 11, p. 46-52.

SHAH, N. P.; ALI, J. F.; RAVULA, R. R. (2000) Populations of *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* spp., and *Lactobacillus casei* in commercial fermented milk products. *Biosci Microflora*, v. 19, n. 1, p. 35-39.

SHAH, N. P.; RAVULA, R. R. (2000). Influence of water activity on fermentation, organic acids production and viability of yogurt and probiotic bacteria. *The Australian J. Dairy Technol.*, v. 55, n. 3, p. 127-131.

SHORTT, C. (1999). The probiotic century: historical and current perspectives. *Trends Food Sci. Technol.*, Amsterdam, v.10, p.411-417. In OLIVEIRA, M. N. et al. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* vol. 38, n. 1, 2002.

SOCCOL, C. R.; VANDENBERGHE, L. P. D. S.; MEDEIROS, A. B. P.; YAMAGUISHI, C. T.; DE DEA LINDNER, J.; PANDEY, A.; THOMAZ-SOCCOL, V. (1996). The potencial of the probiotics: a review. *Food Technology and Biotechnology*, v. 48, n.4, p. 413-434, 2010.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. (2003). Componentes funcionais nos alimentos. *Boletim da SBCTA*, v. 37, n. 2, p. 127-135.

SPAGNOL, C. (2005). Aplicação da Liofilização na Obtenção de Microrganismos Viáveis para a

Elaboração de Iogurtes. *Revista Ciências Exatas e Naturais*. v. 7, n. 2, p. 243-253.

SREEKUMAR, O., HOSONO, A. (2000). Immediate effect of *Lactobacillus acidophilus* on the intestinal flora and fecal enzymes of rats and the *in vitro* inhibition of *Escherichia coli* in coculture. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.83, n.5, p. 931-939.

SZAJEWSKA, H.; MRUKOWICZ, J. (2005). Meta-analysis: non-pathogenic yeast *Saccharomyces boulardii* in the prevention of antibiotic – associated diarrhoea. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, v. 22, n. 3, p. 365-372.

THAMER, J. (1973). Yogurt Cultures. *J. Soc. Dairy technol.*, v. 26, p. 16-21.

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. (2006). Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos acrescidas de prebióticos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, n. 3, p. 589-595.

TRESSLER, D.K.; VAN ARSEL, W.B.; COPLEY, M. J. (2000). *The Freezing Preservation of Foods*. AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut. Vol. 1.

VENIR, E.; DEL TORRE, M.; STECCHINI, M. L.; MALTINI, E.; DI NARDO, P. (2007). Preparation of freeze-dried yoghurt as a space food. *Journal of Food Engineering*, v. 80, p. 402-407.

VEISSEYER, R. (1988). Lactología técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche, Acribia 2ª ed.

VINDEROLA, C. G.; REINHEIMER, J. A. (2000). Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of *Lactobacillus acidophilus* and lactic starter in fermented dairy products. *Int. Dairy J.*, v. 10, p. 271-275.

WILDMAN, R. E. C.; KELLEY, M. (2007). Nutraceutical and Functional Food. In WILDMAN, R. E. C. (Ed.). *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods*. 2. Ed. Boca Raton: CRC Press, p. 1-21.

1. Mestranda no Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Regional de Blumenau (FURB), Departamento de Engenharia Química. E-mail: shanakimi@hotmail.com

2. Professora do Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Regional de Blumenau (FURB), Departamento de Engenharia Química. E-mail: carolinakrebs@furb.br

3. Professor do Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Regional de Blumenau (FURB), Departamento de Engenharia Química. E-mail: savio@furb.br

4. Professora do Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Regional de Blumenau (FURB), Departamento de Engenharia Química. E-mail: lfcarvalho@furb.br

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 22) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados