



SORVETE: COMPOSIÇÃO, PROCESSAMENTO E VIABILIDADE DA ADIÇÃO DE PROBIÓTICO

Jean Clovis Bertuol de SOUZA*

Marcela de Rezende COSTA*

Christiane Maciel Vasconcellos Barros DE RENSIS*

Katia SIVIERI*

■ **Resumo:** Sorvetes são alimentos que incluem ingredientes de grande valor nutricional. O consumo *per capita* anual brasileiro ainda é pouco expressivo em relação a países nórdicos, mas o país tem potencial para aumentar significativamente esse mercado. Neste trabalho, são apresentados aspectos gerais sobre sorvetes, sua tecnologia de fabricação e função dos ingredientes. Também são abordados aspectos relacionados às inovações na área de sorvetes, especialmente a adição de substâncias prebióticas e micro-organismos probióticos. A adição de novos ingredientes ao sorvete o torna um alimento ainda mais atrativo e com potencial para promover a saúde através de mecanismos não previstos na nutrição convencional.

■ **PALAVRAS CHAVES:** Gelados comestíveis; produtos funcionais; tecnologia de fabricação; ingredientes.

INTRODUÇÃO

Muitos autores citam vários mitos sobre a história do sorvete relacionados a bebidas congeladas e gelo, que foram populares na Europa durante tempos medievais.^{43, 52} Não existe uma descrição precisa, exceto que neve e gelo eram usados para resfriar e possibilitar congelamento de sobremesas. O sorvete chegou ao Brasil em 1834, quando dois comerciantes do Rio de Janeiro compraram gelo vindo dos Estados Unidos e fabricaram sorvetes com frutas tropicais. Atualmente, o mercado brasileiro de sorvetes está dividido entre os produtos industrializados e os fabricados em escala artesanal.⁵⁷

Mundialmente, o sorvete é um produto de boa aceitação sensorial, sendo que no Brasil há uma ótima perspectiva para seu crescimento comercial. Versátil e rico em opções, este mercado movimentou cerca de US\$ 1.378 milhões em 2008. Pelos dados da Associação Brasileira de Indústrias de Sorvetes, o consumo per capita em 2008 esteve na faixa de 4,98 litros de sorvete/ano por habitante, superando a média dos anos anteriores que se situava ao redor de 3,59 a 3,81 litros. Porém, esses números ainda ficam muito distantes da média per capita de alguns países, como os EUA, com 22,5; Canadá, com 17,80; Austrália, com 17,80; Itália, 8,20; e França, com 5,40 litros de sorvete/ano por habitante.^{2,7}

O sorvete é fabricado a partir de uma emulsão estabilizada, também chamada de calda, pasteurizada, que através de um processo de congelamento sob agitação contínua (batimento) e incorporação de ar, produz uma substância cremosa, suave e agradável ao paladar. Esta emulsão é composta de produtos lácteos, água, gordura, açúcar, estabilizante, emulsificante, corante e aromatizante.^{46, 52} O sorvete também é rico em vitaminas A, B₁, B₂, B₆, C, D, E e K, cálcio, fósforo e outros minerais, sendo considerado um alimento completo e de alto valor do ponto de vista nutricional.⁵ A estrutura do sorvete, em seus principais aspectos, é semelhante à do creme chantilly e à do creme na fase intermediária de sua conversão em manteiga. A desestabilização do glóbulo de gordura, durante a batida do preparado, no congelador, é vital para que este adquira uma boa estrutura.⁴⁶ É um produto complexo, que contém muitos ingredientes em distintos estados. A gordura apresenta-se na forma de emulsão; proteína, estabilizantes e açúcares insolúveis apresentam-se na forma de suspensão coloidal, e a lactose e sais em forma de dissolução verdadeira. A água se encontra no estado líquido como solvente de sais e açúcares, e na forma sólida como cristais de gelo.²³

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, resolução RDC n. 266, sorvete ou gelado comestível é “um produto alimentício obtido a partir de uma emulsão de gordura e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo”.¹³

Segundo a legislação brasileira (ANVISA), portaria nº 379, de 26 de abril de 1999,¹⁴ os gelados comestíveis podem ser classificados em:

- a) Sorvetes de massa ou cremosos - compostos basicamente de leite e derivados lácteos e/ou outras matérias-primas alimentares, nos quais os teores de gordura e/ou proteína são total ou parcialmente de origem não láctea, contendo no mínimo 3% de gordura e 2,5% de proteínas, podendo ser adicionados outros ingredientes alimentares;

* Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia do Leite – Curso de Mestrado – Universidade Norte do Paraná – 86041-140 – Londrina – PR – Brasil. E-mail: katiassiv@hotmail.com.

- b) *Sherbets* - são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e/ou outras matérias-primas alimentares e que contêm uma pequena porção de proteína e gordura, as quais podem ser total ou parcialmente de origem não láctea, contendo no mínimo 1% de gordura e 1% de proteína;
- c) *Sorbets* - produto elaborado basicamente com polpa de fruta, sucos ou pedaços de frutas e açúcares;
- d) *Picolés* - são porções individuais de gelados comestíveis de várias composições, geralmente suportadas por uma haste, obtida por resfriamento até o congelamento da mistura homogênea ou não, de ingredientes alimentares, com ou sem batimento.

O sorvete deve ser mantido a uma temperatura máxima de armazenamento de -18°C, a qual deve ser medida no produto. Quando o produto é exposto à venda, é tolerada a temperatura de -12°C no produto.^{13,14}

Dentre as inovações encontradas em sorvetes pode-se destacar a adição de micro-organismos probióticos e substâncias prebióticas. Segundo Carvalho⁴⁰ o sorvete pode ser um modo de resgate de probióticos na dieta humana, apresentado-se como um veículo adequado para esse tipo de micro-organismo. Alguns estudos têm demonstrado que é possível a produção de sorvete inoculado de probióticos ou mesmo na forma de iogurte congelado.

Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão na literatura publicada sobre a composição e processamento de sorvete, bem como apontar a viabilidade de adição de probióticos como uma inovação deste produto. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica utilizando-se as bases de dados: Pubmed, Science Direct, Scielo, Highwire Press e periódicos Capes. Os descritores bibliográficos utilizados foram: sorvete, processamento, probiótico.

COMPOSIÇÃO

A composição do sorvete é bastante variada, normalmente apresentando de 8 a 20% de gordura, 8 a 15% de sólidos não gordurosos do leite, 13 a 20% de açúcar e 0 a 0,7% de emulsificante-estabilizante, porém pode haver variabilidade de acordo com a região e em diferentes mercados.⁵

O sorvete é uma excelente fonte de energia, devido principalmente ao seu alto conteúdo de carboidratos e gordura. As proteínas do leite representam de 34 a 36% de seus sólidos não gordurosos, e o sorvete contém elevada concentração de minerais e vitaminas, cujo conteúdo dependerá primariamente da quantidade de sólidos do leite utilizados na formulação.^{9,43}

As proteínas contribuem para o desenvolvimento da estrutura do sorvete, inclusive para emulsificação, aeração, desenvolvimento de corpo, além de apresentar propriedades funcionais tais como a interação com outros estabilizantes, estabilização da uma emulsão depois da homogeneização, contribuição para a formação da estrutura do gelado e capacidade de retenção de água.⁵ A capacidade de retenção

de água das proteínas conduz à melhoria da viscosidade da mistura.³⁷ As proteínas também podem contribuir para o aumento do tempo de derretimento do sorvete e para redução de formação de gelo.²⁹

As principais proteínas encontradas no leite são as caseínas, proteína do soro (globulina e albumina) e proteínas das membranas dos glóbulos de gordura.⁵³ As proteínas devido aos grupos laterais hidrófobos que contém, formam parte da membrana que recobre os glóbulos de gordura, determinando com os estabilizantes e emulsificantes, as propriedades reológicas do gelado.^{3,38}

A caseína e as proteínas do soro têm importâncias diferenciadas. A caseína retém aproximadamente 3 gramas de água/grama comparada com a proteína do soro que retém 1 grama de água/grama.²³ Com o tratamento térmico ocorre o aumento da capacidade de retenção da água, fazendo com que a proteína do soro retenha quantidades próximas à da caseína.³ A retenção da água é importante, pois, quanto menor a quantidade de água livre no produto, menor será a quantidade e o tamanho dos cristais de gelo formados. A adsorção das proteínas aos glóbulos de gordura durante a homogeneização da mistura confere propriedades emulsificantes.^{28,29}

A presença de gordura no sorvete contribui para o desenvolvimento de uma textura suave e melhora o corpo do produto.^{3,23} A gordura láctea é o ingrediente de maior importância no sorvete e pode variar de 0 a 24%, dependendo de fatores como padrões legais, qualidade e preço.⁴³ Este ingrediente fornece energia, ácidos graxos essenciais, esteróis e interage com outros ingredientes desenvolvendo o sabor (transporta os sabores solúveis em gorduras, lubrifica a boca, confere cremosidade) e a estrutura.^{1,68}

A melhor fonte de gordura láctea é o creme de leite fresco, mas também podem ser outras fontes o creme de leite congelado, a manteiga, a gordura láctea anidra, a gordura láctea fracionada e misturas de leite concentrado.⁴⁴ O tipo de gordura, sua composição e ponto de fusão têm influência decisiva sobre as características organolépticas e estabilidade do sorvete durante sua conservação. A principal gordura utilizada na fabricação do sorvete em adição ou substituição da gordura láctea é a gordura vegetal hidrogenada, devido aos baixos teores de colesterol, plasticidade e bom preço. Outros tipos utilizados para fabricação do sorvete são a gordura de coco, de palma, de cacau, de algodão e de colza.⁴⁵

A diferença mais facilmente observada entre o sorvete de baixa ou elevada quantidade de gordura é a sensação de frio. Os sorvetes com baixos teores de gordura parecem mais frios ao degustá-los, enquanto que os com altos teores de gordura reduzem a sensação bucal de frio, possuem alta sensação lubrificante na boca e são macios e cremosos.¹⁹ Estudos mostram que glóbulos de gordura concentrados na superfície das células de ar durante o congelamento do sorvete, principalmente de fonte láctea, melhoram o sabor.⁴³

Com o aumento da gordura no sorvete, os sólidos não gordurosos do leite (SNGL) devem ser diminuídos para se evitar a formação de arenosidade, que se deve a cristali-

zação da lactose no sorvete.⁴⁵ Na prática, a quantidade de ar incorporada em relação ao volume do produto (*overrun*) define a área superficial do ar a ser recoberta pela gordura livre e pelos glóbulos isolados.⁴⁶

A lactose é o carboidrato do leite sendo que o seu poder adoçante e a sua solubilidade são menores quando comparados aos de outros açúcares. Esta intervém na textura do sorvete, dá sabor doce, mas, como é pouco solúvel, quando está em excesso pode cristalizar e produzir alterações indesejáveis na textura. A 25°C, apenas 17,8g de lactose é solúvel em 100 gramas de solução, e em determinadas condições pode cristalizar como grandes cristais levando o produto a uma textura arenosa, que produz uma desagradável sensação na boca ao degustar o sorvete.^{3,48} O leite em pó é rico em lactose, principalmente o leite em pó desnatado. Portanto, seu uso deve ser limitado devido aos danos que a lactose pode produzir no sorvete. O açúcar mais comumente utilizado na elaboração de sorvetes é a sacarose, além da lactose já presente naturalmente no leite.⁶⁶

Os carboidratos, ao formarem solução com a água contribuem para a redução do ponto de congelamento da mistura. Sua presença contribui para o aumento da viscosidade, do tempo de batimento da mistura e da suavidade de textura, e tendem a aumentar a taxa de derretimento, além de influenciar no tamanho do cristal de lactose no produto.⁴⁶

Os sais minerais, além dos inerentes aos ingredientes utilizados na formulação do sorvete, são geralmente utilizados em quantidades limitadas (aproximadamente 0,1%). Este incremento visa alterar as propriedades de manipulação e aparência do produto.⁴⁵

Sais minerais são usados há muito tempo como neutralizantes da acidez. Certos sais são utilizados para ajudar a controlar a separação da gordura na calda durante o processo de congelamento. Citratos e fosfatos têm efeito sobre as propriedades reológicas, contribuindo para o aspecto e consistência do produto final e sobre a estabilidade da emulsão. Esses sais são comumente utilizados, por exemplo, em sorvetes de chocolate, os quais normalmente são difíceis de congelar devido à baixa viscosidade da calda. A adição destes sais melhora as propriedades de batimento facilitando o congelamento.³ Fosfato de sódio e magnésio, óxido de cálcio e magnésio e bicarbonato de sódio tendem a promover o sabor, a textura e o corpo, melhorando, em geral, as características de produto final.⁵ O uso de sulfato de cálcio aumenta a acidez da mistura, produzindo maior viscosidade da calda e reduzindo a velocidade de derretimento do sorvete.⁴⁴

INGREDIENTES

A seleção de bons ingredientes e a manipulação adequada são fatores de suma importância no processamento bem sucedido de qualquer alimento, garantindo-lhe sabor limpo, fresco e palatabilidade adequada.³⁵ Os diferentes componentes utilizados na elaboração dos sorvetes - produtos lácteos, açúcar, estabilizante, emulsificante, gordura vegetal hidrogenada, aromatizante, e corante - exercem

funções relativas à qualidade do produto, como corpo, textura, cremosidade, cor, aroma e sabor. Outros componentes também podem ser adicionados à calda e no produto final, como extrato de malte e pedaços de frutas, caracterizando assim, o sabor final do sorvete.⁴⁶

Os sólidos não gordurosos do leite (SNGL) contribuem para o sabor lácteo, corpo, mastigabilidade e textura, além da capacidade de formação das bolhas de ar. Os açúcares, além de conferirem sabor doce, são determinantes para o ponto de congelamento, para textura e para a palatabilidade do produto. Embora cada um dos ingredientes mencionados tenha uma função específica, dependendo da fonte que são obtidos e do processo de fabricação, podem perder parcialmente sua funcionalidade e por isso utilizam-se outros ingredientes para compensar esta perda ou até mesmo melhorar os atributos do produto original.³⁵

Entre os produtos lácteos utilizados, destacam-se creme de leite, manteiga, leite, soro de leite, caseína e caseinato. Os produtos não lácteos mais utilizados são carboidratos, estabilizantes, emulsificantes, essências e corantes, entretanto, outros ingredientes, amidos, ovos ou derivados, por exemplo, também podem ser adicionados.¹⁷ A composição do sorvete interfere nas suas características físicas, pois está relacionada com o processo que influenciará diretamente o estado de agregação dos glóbulos de gordura, a quantidade de ar incorporada, o tamanho das bolhas de ar, a viscosidade da fase aquosa e o tamanho e estado de agregação dos cristais de gelo.²²

A água, a fase contínua, está presente como um líquido, um sólido e uma mistura dos dois estados físicos. O ar encontra-se disperso através da emulsão gordura-matriz. A manutenção da quantidade uniforme de ar e sua qualidade são essenciais no controle da boa qualidade do sorvete. A quantidade de ar no sorvete é importante devido a sua influência na qualidade do produto final, ao qual confere maciez. Esta deve obedecer aos padrões regulamentados na legislação brasileira. A interface entre ar e material disperso na fase aquosa é estabilizada por um filme fino de material não congelado e glóbulos de gordura parcialmente misturados.⁴⁵

Os estabilizantes, também chamados de espessantes, aglutinantes e hidrocolóides, são compostos macromoleculares que se hidratam intensamente com água e formam soluções coloidais, controlando, assim, a movimentação da água por causa da formação de pontes de hidrogênio e da formação de uma rede tridimensional que impede a mobilidade da água.^{23,64}

Estabilizantes são usados em pequenas quantidades (0,1-0,5%) na mistura de sorvete, conferindo uniformidade e maciez ao corpo do produto. A utilização dos estabilizantes no sorvete tem por objetivo evitar o crescimento de cristais de gelo e de lactose, e a recristalização, causada pelas flutuações de temperatura durante sua conservação.^{44,61} Os estabilizantes também melhoram as propriedades de batimento, aumentam a viscosidade da calda, contribuem para o melhoramento do corpo e textura do produto final, melhoram as propriedades de derretimento, evitam a separação do soro, facilitam a incorporação e a distribuição

de ar durante a fabricação do sorvete, promovem melhor estabilidade durante o armazenamento e não têm efeito no ponto de congelamento.^{5, 64, 66}

Os tipos de estabilizantes mais utilizados pelas indústrias de gelados são: goma guar, alginato de sódio, carragena e carboximetilcelulose. O comportamento dos estabilizantes é função da temperatura, pH e concentração de cada estabilizante. Por exemplo, carboximetilcelulose é bastante estável à ação do calor e tem propensão para se combinar com proteínas do leite a temperatura mais elevada, formando complexos que tendem a dessorar durante o armazenamento do sorvete. A combinação deste estabilizante com a carragena minimiza o problema do dessoramento.⁴⁶

Os emulsificantes são substâncias químicas com uma parte da molécula hidrofóbica e outra hidrofílica, que possibilitam a formação de uma emulsão reduzindo a tensão superficial. No sorvete existem dois tipos de emulsão: emulsão gordura em água e emulsão ar em calda, parcialmente congelada.⁶⁴

No sorvete, os emulsificantes são usados para promover a uniformidade durante o batimento, reduzir o tempo de batimento da calda, controlar a aglomeração e o reagrupamento da gordura durante a etapa de congelamento (estabiliza a emulsão de gordura) e facilitar a distribuição das bolhas de ar, produzindo um sorvete com corpo e textura cremosa típica. Os emulsificantes também reduzem os efeitos negativos causados pela flutuação da temperatura e aumentam a resistência ao derretimento.^{5,46} Isto tudo é consequência do aumento da rigidez da membrana que rodeia os glóbulos de gordura e da formação de uma rede mais sólida ao redor das bolhas de ar. O uso excessivo de emulsificante pode resultar em derretimento muito lento e alterações nas características desejáveis de corpo e textura.^{44,45} Mono e diglicerídeos e monoestearato de sorbitana são os emulsificantes mais utilizados para a fabricação de sorvete.^{46, 64}

Os corantes e aromatizantes são colocados para intensificar as propriedades de cor, aroma e sabor do alimento. Estas substâncias podem ser naturais ou artificiais. As essências têm duas características importantes: tipo e intensidade. Geralmente, as essências de sabores pouco intensos são mais facilmente misturadas e tendem a não ser rejeitadas em altas concentrações.⁴⁵

Os sólidos de gema de ovo são de alto valor alimentício, aumentam a viscosidade, conferem corpo e textura, e quase não influenciam o ponto de congelamento, mas usualmente aumentam o custo do sorvete.⁴⁴

Ingredientes como frutas, castanhas, mel, diferentes fontes fornecedoras ou substituintes de gordura (gordura vegetal hidrogenada, soro de leite), sais minerais, entre outros podem ser ainda utilizados. Um dos objetivos em modificar as formulações do sorvete é produzir um produto com textura desejável através da melhoria da estrutura física do sorvete.⁵⁹

PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Para obtenção de um bom sorvete é importante que se utilize ingredientes de boa qualidade e que haja um correto balanceamento entre os componentes, tais como, a quantidade de sólidos totais, gordura, açúcar, estabilizante, emulsificante e aromatizantes.⁴⁵

Algumas características da mistura que merecem consideração são: custo, propriedades de manipulação - incluindo viscosidade, ponto de congelamento e taxa de aeração - sabor, corpo, textura, valor nutritivo, cor, e palatabilidade. A mistura de sorvete representa um complexo sistema coloidal, onde algumas substâncias ocorrem em solução (os açúcares e os sais), outras em suspensões coloidais (caseínas, estabilizantes e alguns fosfatos de cálcio e magnésio), e os glóbulos de gordura em emulsão. Uma vez que os requisitos de composição relacionados com qualidade e quantidade estejam definidos, a mistura estará pronta para o processamento.⁴⁵

No processamento dos gelados comestíveis, a pasteurização é uma etapa obrigatória. Após esta fase, várias etapas são envolvidas no processo de fabricação do sorvete: a) a homogeneização da mistura que tem como objetivo reduzir o tamanho dos glóbulos de gordura da emulsão; b) a maturação da calda homogeneizada onde são adicionados aromatizantes, polpas de frutas, emulsificantes, acidulantes; c) congelamento e batimento da calda, onde ocorre a incorporação de ar, formação de cristais e aparecimento de uma fase não congelada.⁵⁸

A pasteurização tem por objetivo eliminar todos os micro-organismos patogênicos do leite, garantindo assim a qualidade microbiológica do produto. Pela legislação brasileira¹³, os gelados e os preparados para gelados comestíveis, elaborados com produtos lácteos ou ovos devem ser pasteurizados a 70°C por 30 minutos quando o processo for de batelada e a 80°C por 25 segundos quando o processo for contínuo, ou utilizar condições equivalentes de tempo e temperatura no que se refere ao poder de destruição de micro-organismos patogênicos. O binômio tempo e temperatura são mais elevados quando comparado aos utilizados no leite fluído, pois à adição dos ingredientes principalmente o açúcar e a gordura, dificultam a transferência de calor e fornecem uma capa protetora aos micro-organismos.⁶⁶

Além de eliminar os micro-organismos patogênicos, o tratamento térmico produz a fusão dos emulsificantes e ativa os estabilizantes em solução coloidal, melhorando também o efeito das proteínas do soro. Ao desnaturar a proteína do soro, a parte lipofílica da molécula que se encontra no interior da estrutura é quebrada. Nestas condições, as proteínas do soro reduzem a tensão interfacial gordura/água, agindo assim como agentes emulsificantes. A pasteurização também modifica a capacidade de retenção de água da proteína do soro, aumentando cerca de três vezes seu valor, o qual alcança números similares aos da caseína. A desnaturação protéica tem efeito positivo sobre a qualidade do sorvete, resultando num produto mais cremoso, com textura e consistência mais suaves e uniformes. Porém, o

que limita as condições de tempo/temperatura mais severas são as alterações de sabor e aroma (principalmente sabor a cozido).^{23, 66}

A homogeneização tem por finalidade diminuir o tamanho dos glóbulos de gordura, reduzindo-os aproximadamente dez vezes e aumentando a superfície total em aproximadamente 100 vezes, o que favorece a formação de um produto mais homogêneo, cremoso e facilitando a ação dos agentes emulsificantes e estabilizantes sobre a superfície das partículas.⁴⁷

Os homogeneizadores são bombas de êmbolo que movimentam uma quantidade constante de líquido, através de orifícios muito finos de uma ou duas válvulas.^{30, 31, 45} A etapa da homogeneização depende de vários fatores, tais como:

- a) Temperatura - a eficiência da homogeneização melhora quando a calda é homogeneizada a uma temperatura entre 70 e 80°C, porque a mobilidade dos componentes com certa tensão superficial é maior quanto mais alta for a temperatura.^{3, 23} É importante observar que, quando a pasteurização se processa a temperaturas acima de 76°C em sistema de batelada, é conveniente que se resfrie a calda a 65°C para reduzir a intensidade do sabor de queimado, especialmente quando a homogeneização não se completa em 30 minutos.⁸
- b) Pressão do homogeneizador - a pressão deve ser suficiente para se obter um produto de qualidade. A utilização de pressão excessiva no processo tende a aglomerar as moléculas de gordura, enquanto que uma pressão insuficiente impossibilita a obtenção de uma boa dispersão da matéria gordurosa.²³
- c) Teor de gordura - quando o teor de gordura é muito elevado, os glóbulos tornam-se menores durante o processo de homogeneização e tendem a agrupar-se antes que uma nova membrana tenha tempo de formar-se na superfície. Também, a forte pressão eleva a temperatura produzindo a desnaturação das aglutininas, o que favorece a coalescência dos glóbulos. Assim, utiliza-se o processo de homogeneização em dois estágios, de modo que o segundo estágio desfaz os grumos que se formam na primeira fase, dando tempo para a formação de uma nova membrana, impedindo a coalescência dos pequenos glóbulos.^{3, 46} Em geral, utilizam-se pressões de 2.000 a 2.500 lb para o primeiro estágio e 500 lb para o segundo estágio (Tabela 1). Para misturas de chocolate, a pressão pode ser reduzida para 1500 a 2000 lb

para o primeiro estágio, devido ao elevado conteúdo de gordura presente neste componente.^{23, 28}

- d) Composição da calda - a eficiência da homogeneização dependerá do teor de gordura adicionado. Quanto menor o teor de gordura, maior deverá ser a pressão, e vice versa.

A calda pasteurizada deverá ser resfriada rapidamente a temperatura de 7 a 10°C e transferida às tinas de maturação, onde permanece à temperatura de 3-5°C. O resfriamento pode ser realizado na própria cuba de pasteurização, introduzindo água fria, ou, passando a calda em um trocador a placas. O objetivo do resfriamento é evitar o crescimento de micro-organismos.⁴⁶

A maturação consiste em manter a calda por um período de no mínimo 4 horas, a temperatura de 2 a 5°C antes de congelá-la. Durante este espaço de tempo ocorrem mudanças benéficas na calda como, por exemplo, uma completa hidratação das proteínas e estabilizantes, dessorção da proteína na superfície do glóbulo de gordura e cristalização das moléculas de gordura. Contribui-se, assim, para o aumento da viscosidade, uma melhor absorção do ar durante seu batimento e congelamento e o aumento da resistência ao derretimento do sorvete.^{3, 23, 41, 46} A maturação pode chegar a 24 horas, porém devem ser evitados períodos muito longos, para que não se produzam alterações por micro-organismos psicrotróficos.⁶⁶

Após a maturação, a calda é transferida para a máquina produtora de sorvete (sorveteira). No comércio existem dois tipos fundamentais de congeladores: os descontínuos (horizontal e vertical) e os contínuos (horizontal). As cubas de congelamento descontínuas são utilizadas para o processo artesanal ou em baixa escala, enquanto que os congeladores contínuos são utilizados para fabricação em escala industrial. As propriedades do sorvete são diferentes segundo o tipo de congelador utilizado. O processo de congelamento mais rápido em equipamentos horizontais contínuos, nos quais 50% da água congela em poucos minutos, forma grande quantidade de pequenos cristais de gelo, o que leva a obtenção de uma textura suave. O sorvete deve sair da sorveteira a uma temperatura de -6 °C.⁶⁶

A quantidade de ar incorporada também é diferente para os dois sistemas. A incorporação do ar é chamada de *overrun*, usualmente definido como o aumento do volume do sorvete obtido a partir de um volume inicial de calda, e é expressa em porcentagem de *overrun*. Este aumento de vo-

Tabela 1 – Pressão aproximada de homogeneização para sorvetes com diferentes teores de gordura.

Gordura %	Um Estágio (lb)	Dois estágios	
		Primeira válvula (lb)	Segunda válvula (lb)
8-12	2.500 – 3.000	2.500 – 3.000	500
12-14	2.000 – 2.500	2.000 – 2.500	500
15-17	1.500 – 2.000	1.500 – 2.000	500
18	1.200 – 1.800	1.200 – 1.800	500
>18	800 – 1.200	800 – 1.200	500

Fonte: Arbuckle.⁵

lume é composto principalmente do ar incorporado durante o processo de congelamento. A quantidade de ar incorporada depende da composição da calda e de propriedades do processamento, obtendo-se características adequadas de corpo, textura e palatabilidade necessárias ao sorvete.⁴⁰

O controle do *overrun* é muito importante para obtenção de um produto padronizado, de acordo com os dados especificados no rótulo como composição nutricional e peso da embalagem; e, além disso, para obter-se a rentabilidade do produto que caracteriza o perfil de manufatura. Em congeladores descontínuos, o ar é simplesmente incorporado por agitação no interior da calda à pressão atmosférica; obtém-se um *overrun* de 50 a 100%; nos congeladores contínuos o ar é incorporado a uma determinada pressão determinada pelo equipamento e posteriormente se expande produzindo um grande número de pequenas células de ar; neste sistema consegue-se um *overrun* de 130% ou mais.⁶⁶

Na saída da sorveteira, o sorvete é envasado. O processo de congelamento continua e, nessa fase, é chamado de como endurecimento. O endurecimento é feito em câmaras de congelamento à temperatura de -20 a -30°C. Nestas câmaras, o teor de água congelada do sorvete chega de 80% a 90%. O ideal é que o endurecimento seja o mais rápido possível para que seja evitada a formação de grandes cristais de gelo.^{2,3}

CARACTERÍSTICAS DE UM SORVETE IDEAL

Um produto ideal deve apresentar características esperadas pelo consumidor e pelo fabricante, quanto aos seguintes atributos de qualidade: sabor, corpo, textura, características de derretimento, cor, embalagem, conteúdo microbiológico e composição. O sorvete ideal deve possuir um sabor típico, fresco, agradável e delicado; ter textura definida e macia; possuir resistência moderada; derreter lentamente em forma de líquido com a aparência da mistura original (sem separações de fase); ter uma cor natural; possuir partículas regularmente distribuídas; e ter contagem bacteriana baixa. E, ainda, o produto deve ter as especificações de composição coerentes com o nome e os ingredientes e valores nutricionais identificados no rótulo.⁴⁵

A avaliação sensorial para verificação da aceitação pelos consumidores é crítica para o desenvolvimento de produtos. O sorvete oferece uma combinação de propriedades sensoriais altamente desejáveis, sendo estas classificadas em atributos como o de aparência, cor, maciez, regularidade, aroma, sabor e textura/preenchimento bucal (dureza, viscosidade, cremosidade).³⁸ Uma importante característica do sorvete está relacionada à aparência do produto, ou seja, ele deve apresentar uma textura macia, porém, não pegajoso, e o preenchimento bucal que não poderá ser muito viscoso.⁶⁸

Testes sensoriais analíticos, como os de diferença e análises descritivas podem ser usados para obtenção de informações qualitativas e quantitativas sobre propriedades sensoriais da sobremesa congelada. As medições instru-

mentais de propriedades sensoriais são geralmente usadas como um complemento para os testes analíticos sensoriais. Os testes afetivos ou de preferência, aplicados em consumidores em potencial, são indicados para avaliar a aceitação do produto. A alta palatabilidade do sorvete é um fator importante em sua escolha enquanto alimento. A textura suave e aveludada amacia o palato.⁴⁵

Vários passos no processo de fabricação do sorvete, incluindo pasteurização, homogenização, maturação, congelamento e armazenamento contribuem para o desenvolvimento da estrutura e, assim, da qualidade sensorial final do sorvete.^{30,31}

O sorvete tem uma estrutura complexa, tratando-se tanto de uma emulsão óleo-em-água (muito desta água e deste óleo encontrando-se em estado cristalino) como de uma espuma com grande quantidade de gordura.¹⁵ Por isso, a qualidade do sorvete dependerá bastante de sua estrutura, que pode ser dividida em aspectos coloidais (gordura e ar) e aspectos de cristalização do gelo, e também do efeito do maior congelamento de solutos e macromoléculas dispersas.³⁰

A estrutura física do sorvete é um sistema físico-químico complicado composto por 50% de bolhas de ar, 25% de cristais de gelo, 5% de glóbulos de gordura e o restante de 20% de matriz composta de açúcares, proteínas e estabilizantes.³¹ Os cristais de gelo e bolhas de ar formam uma dispersão mais grosseira que os glóbulos de gordura.^{15,16} O produto, portanto, é caracterizado fisicamente pelo tamanho e fração volumétrica dos vários elementos estruturais.⁶⁸

A fase mais fluida do sorvete, chamada matriz, circunda os cristais de gelo e as bolhas de ar e resulta de um processo de concentração por congelamento.⁹ A matriz contém grande parte das proteínas presentes na formulação, mas estas se adsorvem nas superfícies das gotas de óleo e células de ar contribuindo, assim, mais para as propriedades destas do que para as propriedades da matriz.¹⁷

A estrutura determina a aparência, viscosidade e consistência, incluindo o preenchimento bucal.⁶⁸ Os aspectos estruturais associados com a aglomeração da gordura têm grande influência sobre o comportamento reológico e de derretimento, ou seja, um aumento no grau de aglomeração da gordura reduz a taxa de derretimento e aumenta a viscosidade.⁶³ A aglomeração dos glóbulos de gordura ocorre principalmente durante a agitação e é resultado do processo chamado de coalescência parcial (ocorrido com glóbulos de gordura contendo uma rede sólida de cristais de gordura). A rede de cristais no glóbulo previne a coalescência completa em bolhas maiores, formando apenas amontoados de formas irregulares.⁶³

Do ponto de vista da reologia, a estrutura do sorvete consiste em uma bolha sólida, dentro da qual proteínas e emulsificantes formam uma rígida membrana que circunda os glóbulos de gordura.³⁹ O exame da microestrutura do sorvete é complicado devido ao seu alto conteúdo de água e gordura, e a alta dependência de sua estrutura com a temperatura.¹⁵

A informação sobre tamanhos de cristais de gelo e bolhas de ar e suas distribuições, obtidas da observação

das amostras intactas, é importante para a compreensão das propriedades sensoriais do sorvete.¹⁶ Este estudo pode ser possível por microscopia óptica de luz ou microscopia eletrônica.¹⁵

As propriedades de derretimento do sorvete constituem um parâmetro de comportamento crítico para o produto.⁶³ Um sorvete de alta qualidade deve mostrar resistência limitada ao derretimento quando exposto a temperatura ambiente por tempo determinado. Quando o derretimento esperado não ocorre, esse defeito está relacionado com uso excessivo de estabilizantes/emulsificantes, *overrun* muito alto ou ainda processamentos severos e interações entre os componentes que promovem formação de gel altamente estável.¹¹ Uma correlação adequada entre a instabilidade da emulsão e “secura” do produto fornece um sorvete com boa resistência para uma sensação palatal cremosa.³⁹

Certa consistência também deve ser mantida quando os cristais de gelo derretem de forma a ocorrer uma “retenção de forma”.⁶⁸ O produto do derretimento deve ser uma massa líquida, homogênea e uniforme. A não homogeneidade pode ser identificada pela presença de coágulos, espumas, bolhas de ar de tamanhos grandes e/ou variados, ou ainda pela separação de fases. Sorvetes contendo alta concentração de proteína em água são geralmente menos estáveis nesse aspecto do que similares com menor concentração protéica.¹¹

QUALIDADE DO PRODUTO

A qualidade do sorvete é determinada pelo tamanho e distribuição dos glóbulos de gordura não emulsificados, cristais de gelo, células de ar e porções não congeladas que ocorrem na mistura de sorvete.³⁹ Um certo nível de viscosidade é necessário para a aeração e retenção de ar desejáveis no sorvete congelado,⁴⁵ mas para atingir a viscosidade desejada a mistura deve ser propriamente balanceada em composição, concentração e qualidade dos ingredientes então adequadamente processados.⁵⁰

Os defeitos são resultantes da carência em sabor, corpo, textura, características de derretimento, cor, embalagem, conteúdo microbiano e/ou composição.¹¹ Textura áspera é o defeito mais frequentemente citado em sorvetes. Quando este defeito torna-se pronunciado, uma sensação bucal de arenosidade ou gelo é seguida pela sensação de “muito gelado” causada pelos cristais de gelo excessivamente grandes.⁵⁰

O sorvete de consistência defeituosa pode ser grumoso, pegajoso ou pesado. Estes defeitos aparecem devido à calda mal equilibrada, ingredientes cujas propriedades funcionais tenham sido modificadas ou processo de fabricação inadequado.³

Defeitos como sabor rançoso ou coloração desigual não podem ser corrigidos pela mudança nas concentrações dos constituintes, pois decorrem de problemas com a matéria-prima, processamento ou armazenamento.¹¹ Entretanto, outros defeitos como falta de sabor (concentração insuficiente de essência), falta maciez (insuficiência de gor-

dura), arenosidade (concentração muito alta de lactose), ou produto pouco encorpado (baixo conteúdo de sólidos totais ou uso de pouco estabilizante), podem ser corrigidos através da alteração da composição da mistura.⁴⁵

O uso excessivo de SNGL ou de sólidos de soro de leite, comentado no próximo item, resultará em problemas de sabor usualmente descritos como “cozido” ou “empoadado”, e pode também levar a uma condição de arenosidade do sorvete final devido a cristalização da lactose.¹¹ Na Tabela 2 pode-se observar um resumo das vantagens e desvantagens da adição de alguns constituintes utilizados na elaboração do sorvete.

VIABILIDADE DA ADIÇÃO DE PROBIÓTICOS AO SORVETE

O desenvolvimento de novos produtos alimentícios torna-se cada vez mais desafiador, à medida que procura atender à demanda dos consumidores por produtos que, concomitantemente, sejam saudáveis e atrativos.⁵¹

Poucos produtos probióticos podem ser encontrados no mercado brasileiro. Os probióticos carregam na forma viável, bactérias de origem intestinal humana (ou animal) com finalidade principal de repor a microbiota intestinal que foi de algum modo, desbalanceada por tratamentos com antibióticos, quimioterapia, radioterapia ou por situações de estresse.⁶² A sobrevivência do probiótico no intestino está relacionada com a capacidade de resistir aos mecanismos antibacterianos. As principais características de um alimento probiótico são: conter um número suficiente de micro-organismos capazes de sobreviver e aderir à mucosa intestinal; e capacidade dos micro-organismos de resistirem a valores baixos de pH, aos sais biliares e aos fatores antimicrobianos existentes no trato gastrointestinal.^{25,27,49}

Os probióticos possuem potencial para promover a saúde através de mecanismos não previstos na nutrição convencional, devendo ser salientado que esse efeito restringe-se à promoção da saúde e não à cura de doenças.⁵¹ Eles eram classicamente definidos como ‘suplementos alimentares à base de micro-organismos vivos que afetam benéficamente o animal hospedeiro, promovendo o balanço de sua microbiota intestinal.’²⁶ Atualmente são definidos como micro-organismos vivos que quando administrados de forma adequada conferem efeitos benéficos à saúde dos consumidores.²⁴ Existem vários aspectos benéficos à saúde atribuídos a ingestão de probióticos, sendo alguns destes já comprovados e outros requerem mais estudos, principalmente em humanos. Alguns dos aspectos benéficos relatados são: atividade antimicrobiana, prevenção e tratamento a diarreias, diminuição dos sintomas causados pela intolerância a lactose, efeito antimutagênico e atividade anticarcinogênica, e estimulação do sistema imune.^{54,55,56}

As bactérias pertencentes aos gêneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* e *Enterococcus* são as mais frequentemente empregadas como suplementos probióticos em alimentos, uma vez que elas têm sido isoladas de todas as porções do trato gastrointestinal do humano saudável. O intestino

Tabela 2 – Vantagens e limitações de alguns ingredientes utilizados em sorvetes.

Constituintes	Vantagens	Limitações
Gordura do leite	Aumenta a riqueza do sabor Produz textura cremosa Ajuda a dar corpo ao sorvete	Custo Alto valor calórico Alto conteúdo deixa o sorvete enjoativo
Sólidos não gordurosos	Promovem textura Ajudam a dar corpo Fonte barata de sólidos	Alta concentração produz arenosidade Pode causar sabor a cozido e salgado
Açúcar	Fonte barata de sólidos Promove textura Melhora o sabor	Doçura excessiva Reduz a habilidade de batimento Requer longo tempo de congelamento Para o processo de endurecimento há necessidade de baixas temperaturas
Estabilizantes	Efetivos para uma textura suave Proporcionam corpo ao produto Aumentam resistência ao derretimento	Gosto amargo
Sólidos totais	Podem deixar a textura cremosa Melhor corpo Podem aumentar o valor nutritivo	Podem deixar o sorvete com corpo pesado e pastoso
Compostos de sabor	Aumentam a aceitabilidade	Sabor adstringente
Compostos de cor	Promovem atratividade Ajudam na identificação do sabor	

Fonte : Marshall & Arbuckle. ⁴³

delgado e o cólon são os locais preferenciais para a colonização intestinal dos *Lactobacillus*, bifidobactérias e do *Enterococcus faecium*. ^{10,18}

Lactobacilos podem colaborar na digestão da lactose em indivíduos com intolerância a esse dissacarídeo, reduzir a constipação e a diarreia infantil, ajudar na resistência a infecções por salmonela, prevenir a “diarreia do viajante” e aliviar a síndrome do intestino irritável. ⁴² O propósito da administração de produtos probióticos é resultar em uma microbiota intestinal balanceada e, conseqüentemente, ter um impacto favorável sobre a saúde do consumidor. ⁶⁰

Para se obter o máximo benefício dos probióticos é necessário que os mesmos estejam viáveis e disponíveis em concentrações superiores a 10⁶ UFC/g. ²¹ No Brasil, a AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA ¹² sugere que os produtos contendo probióticos prontos para o consumo e consumidos diariamente devem possuir de 10⁸ a 10⁹ UFC. Entretanto, segundo a Federação Internacional de Leite (IDF) deve-se conter no mínimo 10⁷UFC/g no produto. ^{21, 32, 34}

As bactérias probióticas utilizadas em escala industrial devem ser apropriadas para cada tipo de produto e manter-se com boa viabilidade durante o armazenamento. Esses pré-requisitos representam desafios tecnológicos significantes, uma vez que muitas bactérias probióticas são sensíveis à exposição a oxigênio, calor e pH ácidos. Os alimentos mais utilizados como veículos para os micro-organismos probióticos são os produtos lácteos fermentados. ⁶⁰ Entretanto, novos produtos contendo micro-organismos

probióticos vêm sendo introduzidos no mercado internacional, como por exemplo: sobremesas lácteas, leite em pó para a alimentação infantil, sorvetes, vários tipos de queijos, produtos em forma de cápsulas e alimentos fermentados de origem vegetal. ^{20, 26}

O sorvete pode ser uma alternativa de inclusão de probióticos na dieta humana, se apresentado como um veículo adequado para esse tipo de micro-organismo. Alguns estudos têm demonstrado que é possível a produção de sorvete inoculado, tipo iogurte congelado. ⁴⁰

Segundo Cruz et al., ²⁰ a incorporação de bactérias probióticas na formulação do sorvete não afeta a qualidade global do produto quando comparado com um sorvete convencional.

A viabilidade de probiótico numa matriz alimentícia depende de muitos fatores, como o tipo de cultura que será adicionada no produto, interação com outros micro-organismos existentes no alimento, produção de hidróxido de hidrogênio durante o metabolismo bacteriano e acidez final do produto. ⁶⁷

De acordo com Cruz et al. ²⁰ estão sendo realizados muitos estudos em vários países, sendo que os resultados demonstram que as culturas probióticas são capazes de se manterem viáveis durante o processamento de sorvetes. Segundo Andrighetto & Gomes, ⁴ o sorvete adicionado de *Lactobacillus acidophilus* pode ser armazenado durante 60 dias, a -25°C, sem ter suas características sensoriais e microbiológicas alteradas. No estudo, o sorvete apresentou uma contagem de 8,3 x 10⁷ufc/g após 60 dias de armazen-

mento. Kebary et al.³⁶ evidenciaram que o *Bifidobacterium ssp* conseguiu alta sobrevivência em *frozen yogurts* adicionados de alginatos. Shah & Ravula⁵⁵ reportaram que a sobrevivência de bactérias em sorvetes pode ser otimizada utilizando processos de encapsulação. Segundo a Hamayoni et al.,³³ com a utilização de processos de encapsulação de *Lactobacillus casei* foi observada uma sobrevivência de 10⁸ a 10⁹UFC/g no final da vida de prateleira do sorvete.

Por fim, Cruz et al.²⁰ relatou que os sorvetes são produtos alimentícios que vem demonstrando grande potencial de ser utilizados como culturas probióticas, com vantagem de ser um produto de alta aceitabilidade em todas as faixas etárias

CONCLUSÃO

O sorvete é um alimento consumido praticamente no mundo inteiro e seu mercado movimenta o equivalente a bilhões de dólares anualmente. Portanto, trata-se de uma área de grande interesse para as indústrias de alimentos. Essas empresas têm buscado a inovação em produtos e processos tanto para ampliar sua abrangência de mercado como para atender as expectativas do consumidor, o qual vem se preocupando cada vez mais com a qualidade sensorial e nutricional dos produtos que consome. Desta forma, a indústria de sorvetes vem evoluindo nos últimos anos e apresentando ao consumidor produtos com características diferenciadas. Uma área ainda com grande potencial de desenvolvimento é a produção de sorvetes explorando a relação entre o consumo de determinados ingredientes com fatores promotores de saúde e/ou a redução de fatores de risco para determinadas doenças, como a adição de microorganismos probióticos.

SOUZA, J. C. B.; COSTA, M. R.; DE RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. Ice cream: composition, processing and addition of probiotic. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 155-165, jan./mar. 2010.

■**ABSTRACT:** Ice cream is a food that includes ingredients of great nutritional value. Its per capita annual consumption in Brazil is still little expressive in relation to the Nordic countries' one, but it has potential to increase significantly this market. General aspects about ice cream, its manufacturing technology and ingredients are presented in this review. Also, the innovations in the ice cream area, especially addition of prebiotic substances and probiotic microorganisms are discussed. The new ingredients addition in the ice cream turns it an even more attractive food and with potential to promote health through mechanisms not seen in the traditional nutrition.

■**KEYWORDS:** Frozen desserts; functional foods; manufacture; ingredients.

REFERÊNCIAS

1. AKOH, J. Fats, oils and fat replacers. **Food Technol.**, v. 52, n.3, p.47-53, 1998.
2. ALMEIDA, R. C. C.; MATOS, C. O.; ALMEIDA, P. F. Implementation of a HACCP system for on-site hospital preparation on infant formula. **Food Control.**, v. 10, n. 3, p. 181-187, 1999.
3. AMIOT, J. **Ciência y tecnología de la leche**. Zaragoza: Acribia, 1991. 547p.
4. ANDRIGHETTO, C.; GOMES, M.I.F.V. Produção de picolés utilizando leite acidófilo. **Braz. J. Food Technol.**, v. 6, n. 2, p. 267-271, 2003.
5. ARBUCKLE, W. S. **Ice cream**. 3rd ed. Westport: AVI Publ., 1977. 517p.
6. ARVANITOYANNIS, I. S. ; HOUWELINGEN-KOUKALIAROGLOU, M.V. Functional foods: a survey of health, claims, pros and cons, and current legislation. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 45, p. 385-404, 2005.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE SORVETES. **Sorvete**. 2008. Disponível em: <http://www.abis.com.br/estat.asp>. Acesso em: 19 maio 2009.
8. BEATTIE, K. **Manufacturing ice cream alliance**. 2004. (Technical fact sheet No.5). Disponível em: <http://www.ice-cream.org/UPLOAD/ICAFACSHET5.PDF>. Acesso em: 10 Jan. 2009.
9. BERGER, K.G. Ice cream. In: LARSSON K.; FRIBERG, S. **Food emulsions**. 2nd ed. New York: Marcel Dekker; 1997. p. 413-489.
10. BIELECKA, M.; BIEDRZYCKA, E.; MAJKOWSKA, A. Selection of probiotics and prebiotics for synbiotics and confirmation of their in vivo effectiveness. **Food Res. Int.**, v. 35, n. 2/3, p. 125-131, 2002.
11. BODYFELT, F. W.; TOBIAS, J.; TROUT, G. M. Sensory evaluation of ice cream and related products. In: _____. **The sensory evaluation of dairy products**. New York: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 1988. p. 166-226.
12. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RCD n. 2, de 07 de janeiro de 2002. Disponível em: <http://www.anvisa.org.br>. Acesso em 4 jun. 2009.
13. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 379, de 26 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 29 abr. 1999. Disponível em: <http://www.anvisa.org.br>. Acesso em: 4 jun. 2009.
14. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução n. 266, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 set. 2005. Seção 1. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18825&word=> Acesso em: 4 jun. 2009.

15. CALDWELL, K. B.; GOFF, H. D.; STANLEY, D. W. A low temperature scanning electron microscopy study of ice cream. I. Techniques and general microstructure. **Food Struct.**, v. 11, n. 1, p. 1-9, 1992.
16. CALDWELL, K. B.; GOFF, H. D.; STANLEY, D. W. A low temperature scanning electron microscopy study of ice cream. II. Influence of selected ingredients and processes. **Food Struct.**, v. 11, n. 1, p. 11-23, 1992.
17. CAMPBELL, I. J.; PELAN, B. M. C. Emulsion and foam stabilization. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM HELD IN ATHENS, 1998. Brussels: International Dairy Federation, 1998. p. 25-36.
18. CHARTERIES, W. P. et al. Ingredient selection criteria for probiotic microorganisms in functional dairy foods. **Int. J. Dairy Technol.**, v. 51, n. 4, p. 123-136, 1998.
19. COSTA, O. P.; LUSTOZA, D. C. Aspectos tecnológicos envolvidos na fabricação de sorvetes. **Rev. Sorveteria Bras.**, v. 123, p. 47-60, 1998
20. CRUZ, A. G. et al. Ice-cream as a probiotic food Carrier. **Food Res. Int.**, v. 42, p. 1233-1238, 2009.
21. DAVE, R. I.; SHAH, N. P. Ingredient supplementation effects on viability of probiotic bacteria in yogurt. **J. Dairy Sci.**, v. 81, p. 2804-2816, 1998.
22. DICKINSON, E.; STAINSBY, G. **Colloids in foods**. London: Applied Science Publ., 1982. 383p.
23. EARLY, R. **Tecnologia de los productos lácteos**. Zaragoza: Acribia, 2000. 459p.
24. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/ WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria**. 2001. Disponível em: ftp://ftp.fao.org/esn/food/probioreport_en.pdf. Acesso em 4 jun. 2009.
25. FERREIRA, C. L. L. F. Produtos lácteos probióticos: uma realidade. **Leite e Derivados**, v. 42, p. 6-82, 1998.
26. FULLER, R. **History and development of probiotics**. Denmark: Christian Hansen, 1994. 30p.
27. FULLER, R. Probiotics in man and animals. **J. Appl. Bacteriol.**, v. 66, n. 365-378, 1989.
28. GOFF, H.D.; JORDAN, W. K. Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream. **J. Dairy Sci.**, v. 72, n. 1, p. 18-29, 1989.
29. GOFF, H. D. et al. Influence of various milk protein isolates on ice cream emulsion stability. **J. Dairy Sci.**, v. 72, n. 2, p. 385-397, 1989.
30. GOFF, H. D. et al. Ice cream under control. **Dairy Ind. Int.**, v. 66, n. 1, p. 26-30, 2001.
31. GOFF, H. D. et al. Instability and partial coalescence in whippable dairy emulsions. **J. Dairy Sci.**, v. 80, n. 10, p. 2620-2630, 1997.
32. HEKMAT, S.; MCMAHON, D. J. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in ice cream for use as a probiotic food. **J. Dairy Sci.**, v. 75, n. 6, p. 1415-1422, 1992.
33. HOMAYOUNI, A. et al. Growth and survival of some probiotic strains in simulated ice cream conditions. **J. Applied Sci.**, v. 8, n. 2, p. 379-382, 2008.
34. KAILASAPATHY, K.; SULTANA, K. Survival and B-D-galactosidase activity of encapsulated and free *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* in ice-cream. **Aust. J. Dairy Technol.**, v. 58, p. 223-227, 2003.
35. KATO, N. M. **Propriedades tecnológicas de formulações de sorvete contendo concentrado protéico de soro (CPS)**. 2002. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.
36. KEBARY, K. M. K.; HUSSEIN, S. A.; BADAWI, R. M. Improving viability of bifidobacterium and their effect on frozen ice milk. **Egypt J. Dairy Sci.**, v. 26, p. 319-337, 1998.
37. KINSELLA, J. E. Milk proteins: physicochemical and functional properties. **CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 21, n. 3, p. 197-262, 1984.
38. KOEFERLI, C. S.; SCHWEGLER, P. P.; HONG-CHEN, D. Application of classical and novel sensory techniques in product optimization. **Milchwissenschaft**, v. 31, n. 5, p. 407-417, 1998.
39. KOKUBO, S. K. et al. Agglomeration of fat globules during the freezing process of ice cream manufacturing. **Milchwissenschaft**, v. 53, n. 4, p. 206-209, 1998.
40. LEANDRO, E. et al. Sobrevivência de *Lactobacillus delbrueckii* UVF H2b20 em sorvete. **Inst. Lat. Cândido Tostes**, v. 64, p. 300-303, 2006.
41. MADRID, A.; CENZANO, I.; VICENTE, J. M. **Manual de indústrias dos alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. 599p.
42. MANNING, K. Soft Fruit. In: TAYLOR, G.B.; TUCKER, G.A. (Ed.) **Biochemistry of fruit ripening**. New York: Seymour, Chapman and Hall, 1993. p. 347-377.
43. MARSHALL, R. T.; ARBUCKLE, W.S. **Ice cream**. 5th ed. New York: International Thomson Publ., 1996. 349p.
44. MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. Composition and properties. In: MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. (Ed.) **Ice cream**. 6th ed. New York: Kluwer Academic/Plenum Publ., 2003. p. 11-50.
45. MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Ice cream**. 6th ed. New York: Kluwer Academic/Plenum Publ., 2003. 366p.

46. MOSQUIM, M. C. A. **Fabricando sorvete com qualidade**. São Paulo: Varela, 1999. 62p.
47. PORTO, O. L. Uma importante etapa na produção perfeita do sorvete: homogeneização. **Sorveteria Bras.**, v. 122, p. 37-38, 1998.
48. ROBINSON, R. K. **Microbiologia lactologica**. Zaragoza: Acribia, 1987. 298p.
49. ROGINSKI, H. Fermented milks. **Aust. J. Dairy Technol.**, v. 43, p. 37-46, 1988.
50. RUGER, P. R.; BAER, R. J.; KASPERSON, K. M. Effect of double homo-genization and whey protein concentrate on the texture of ice cream. **J. Dairy Sci.**, v. 85, n. 7, p. 1684-1692, 2002.
51. SANDERS, M. E. Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria. **Int. Dairy J.**, v. 8, p. 341-347, 1998.
52. SAWYER, W. H. Complex between β -lactoglobulin and κ -casein: a review. **J. Dairy Sci.**, v. 52, n. 9, p. 1347-1363, 1969.
53. SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradação, modificações**. São Paulo: Varela, 1996. 517p.
54. SHAH, N. P.; RAVULA, R. R. Microencapsulation of probiotic bacteria and their survival in frozen fermented dairy desserts. **Aust. J. Dairy Technol.**, v. 55, p. 139-144, 2000.
55. SHAH, N. P. et al. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in commercial yogurt during refrigerated storage. **Int. Dairy J.**, v. 5, p. 515-521, 1995.
56. SHAH, N. P. et al. Functional cultures and health benefits. **Int. Dairy J.**, v. 17, n. 11, p. 1262-1277, 2007.
57. SILVA, K.; BOLINI, H. M. A. Avaliação sensorial de sorvete formulado com produto de soro ácido de leite bovino. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 1, n. 26, p. 116-122, 2006.
58. SILVEIRA, H. G. et al. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de sorvetes do tipo tapioca. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 40, n. 1, p. 60-65, 2009.
59. STANLEY, D. W.; SMITH, A. K.; GOFF, H. D. Texture-structure relationships in foamed dairy emulsions. **Food Res. Int.**, v. 29, n. 1, p. 1-13, 1996.
60. STANTON, C. et al. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. **Curr. Opin. Biotechnol.**, v. 16, n. 196-203, 2005.
61. STOGO, M. **Ice cream and frozen desserts: a commercial guide to production and marketing**. New York: John Wiley & Sons, 1997. 58p.
62. TANNOCK, G. W. Studies of the intestinal microflora: a prerequisite for the development of probiotics. **Int. Dairy J.**, v. 8, p. 527-533, 1998.
63. THARP, B. W. et al. Ingredient functionality. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM HELD IN ATHENS, 1998. Brussels: International Dairy Federation, 1998. p. 54-64.
64. TIMM, F. **Fabricacion de helados**. Zaragoza: Acribia, 1989. 304p.
65. TURNBOW, G. D.; TRACY, P. H.; RAFFETTO, L. A. **The ice cream industry**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1947.381p.
66. VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Leche y productos lácteos: tecnologia, química e microbiologia**. Zaragoza: Acribia, 1994. 476p.
67. VASILJEVIC, T.; SHAH, N. P. Probiotics: from metchnikoff to bioactives. **Int. Dairy J.**, v. 18, n. 7, p. 714-728, 2008.
68. WALSTRA, P.; JONKMAN, M. Emulsion and foam stabilization. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM HELD IN ATHENS, 1998. Brussels: International Dairy Federation, 1998. p.60.