

# TECNOLOGIA DA FABRICAÇÃO DE SORVETES

---

## HISTÓRIA DO SORVETE

Indícios da existência do sorvete datam de 250 A.C., quando os chineses misturavam polpas de frutas à neve e serviam a seus imperadores. No deserto da Pérsia, onde as temperaturas no verão podem chegar a 42°C ou mais, o sorvete era feito construindo-se uma piscina ampla e rasa, protegida por uma parede de frente para o sul para ocultá-la do Sol. Enchia-se a piscina com água pura vinda de reservatórios subterrâneos - os "ganats" - e após o congelamento, durante a noite, cortava-se o gelo em blocos antes que o Sol começasse a aquecê-lo. Esses blocos de gelo eram então armazenados numa casa de gelo contígua, enormes estruturas com a forma de um iglú. A espessa parede dessa abóbada feita de tijolos de barro, com o diâmetro de cerca de 15 metros, oferecia uma boa isolamento. No primeiro século da era cristã, Nero, imperador de Roma apreciava uma mistura de vinho, sucos de frutas e mel que era congelada com a neve trazida dos Alpes. No século treze, Marco Polo retornava à Itália de sua viagem ao oriente, de onde trouxera recipientes que diziam ter sido utilizados na Ásia por mais de mil anos para congelar água.

Os italianos foram os primeiros europeus a desenvolverem receitas de sorvetes e aparentemente a partir de 1500 o produto começou a ser difundido por toda a Europa. A indústria de sorvetes cresceu muito desde então e hoje podemos definir o sorvete como um produto congelado composto por uma mistura de leite, açúcares, estabilizantes, emulsificantes e flavor (cor e sabor). Ingredientes como ovos, amido e outros também podem ser adicionados à calda. Como são tantos os tipos de sorvetes, podemos classificá-los conforme a sua composição.

### Tipos de Sorvetes

Os mais famosos são os sorvetes de creme, os quais devem obrigatoriamente conter produtos lácteos. Os que contêm uma quantidade maior de açúcar e gordura, são denominados, premium ou semi freddo. São sorvetes pesados porém macios. Já os gelados comestíveis são sorvetes leves feitos a base de frutas, açúcar e água e sofrem inúmeras variações. Na Itália são muito apreciados e recebem o nome de sorbetto. Na França os sorbets são consumidos, requintadamente, durante as refeições para suavizar o sabor entre um prato e outro. A granita, na Itália, é uma variedade do sorbetto e se diferencia pela presença de cristais de gelo perceptíveis ao paladar proporcionando uma sensação mais refrescante na boca. No Brasil é conhecido como raspadinha.



Figura-1: Tipos de Sorvetes

## CONCEITOS INICIAIS

Os sorvetes ou gelados comestíveis são alimentos obtidos por congelamento sob contínua agitação, de uma mistura básica pasteurizada, composta de ingredientes lácteos ou não, açúcares, corantes, aromatizantes, estabilizantes, emulsificantes, visando atender aos padrões definidos para sólidos totais e incorporação de ar (*overrun*) e assegurar a conservação do mesmo.

O sorvete de creme pode ser considerado como uma espuma congelada (40% a 50% de ar no volume total), contendo, em sua fase contínua, diversas substâncias dissolvidas e em suspensão. Quanto à composição, o sorvete de creme deve conter, no mínimo 10% de gordura e 20% de sólidos totais, Assim, o extrato seco desengordurado nunca deve ser inferior a 6%. Os sorvetes podem ser classificados de acordo com sua composição que é a seguinte:

- Ice cream*: sorvete à base de creme,
- Ice Milk*: sorvete à base de leite,
- Sherbets*: sorvete à base de frutas,
- Water Ice*: Gelados à base de água.

Os sorvetes também podem ser classificados de acordo com o seu processo de fabricação ou apresentação. Durante o congelamento a calda sofre agitação provocando incorporação de ar. A aeração também é conhecida como *overun*, e através dela sabemos o rendimento da produção. Quanto maior o *overun*, mais leve e suave o sorvete se torna. É o exemplo do sorvete de massa industrial, cujo processo de fabricação consiste em agitação vigorosa da massa, incorporando desta maneira, mais ar, proporcionando um sorvete mais leve. Quando a calda é passada pelo homogeneizador, durante a pasteurização, seus glóbulos de gordura se rompem, deixando a calda mais homogênea acarretando num sorvete de textura mais macia e melhor rendimento (*overrun*-incorporação de ar, mínimo de 80%). A agitação da calda durante o processo de fabricação do sorvete de massa da linha artesanal não é tão vigorosa, proporcionando um sorvete com mais corpo, mais denso. O seu *overrun* (incorporação de ar) varia de em torno de 40 a 80%.

## TECNOLOGIA DA FABRICAÇÃO

Embora a análise centesimal do creme de gelo poderia indicar que o seu processo de fabricação é uma operação simples de mistura de gordura, açúcar

e leite, o procedimento de fabricação comercial é muito mais complicado. É usado na forma de creme, geralmente com cerca de 40% com teor de gordura, e leite integral. O açúcar é facilmente pesado diretamente, mas se o leite condensado é usado, deve ser calcular o total de açúcar nele contido para balancear o açúcar adicionado.

Uma das propriedades desejáveis de sorvete é uma textura fina, lisa. Este resultado é obtido em parte pelo uso de ingredientes que mantêm a água em uma forma hidratada, facilitando a formação de pequenos cristais de gelo. Colóides de proteção são adicionados a mistura para se obter bom resultados nesta operação. Estes são de alto grau de gelatina, gomas vegetais, frutas pectina, alginato de algas, e vários produtos de caseína de leite. Às vezes, uma pequena quantidade de ovos é adicionada para melhorar as propriedades espumantes da mistura. Um fluxograma do processo de fabricação é mostrado na figura-2.

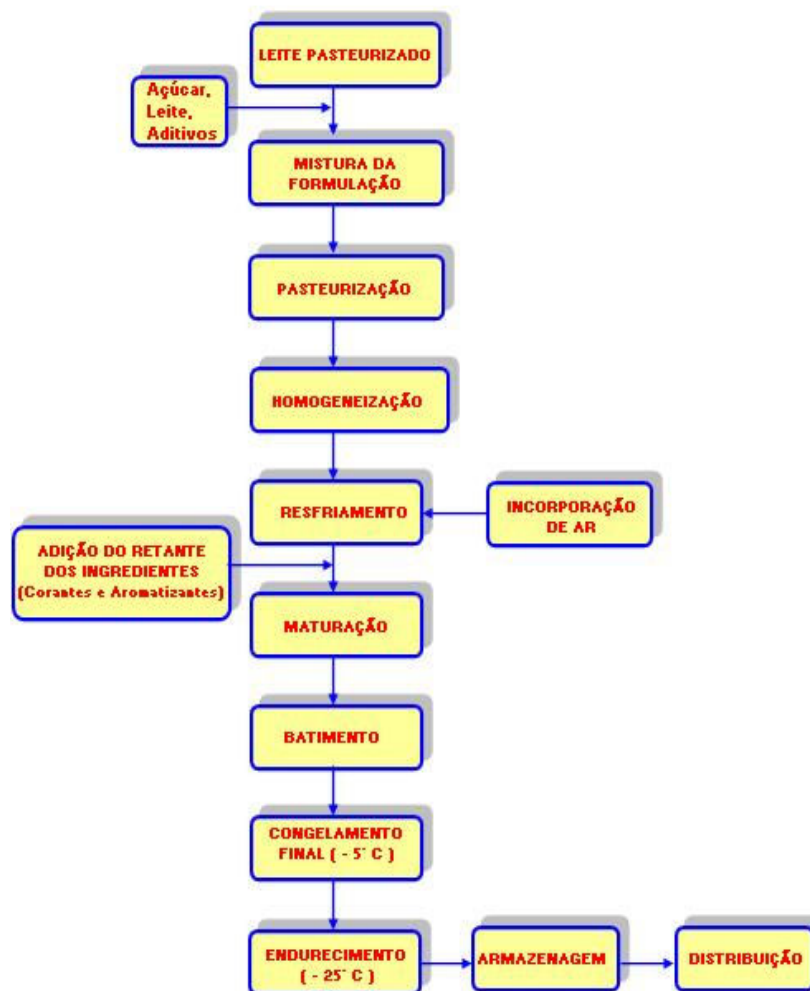


Figura-2: Fluxograma genérico do processo de sorvete

## PASTEURIZAÇÃO

Após os ingredientes líquidos foram bem misturados e aquecidos, os ingredientes secos são adicionados. Estes podem ser: o açúcar, o estabilizador, ovos, aromatizantes, cor e outros materiais. Enquanto eles estão sendo agitados, o aquecimento é contínuo até que a temperatura de pasteurização é alcançada até pasteurizar toda a mistura. Normalmente a pasteurização pode ser lenta (68°C por 30 minutos), rápida (80°C por 25 segundos), vacreação (90°C por 1 a 3 segundos) ou ultra-rápida (138°C por 4 segundos). Isso ajuda a dissolver os ingredientes, bem como para matar todos os organismos patogênicos. O tratamento térmico mais elevado é eficaz na destruição de microorganismos, além de melhorar o corpo, a textura e o sabor do produto.

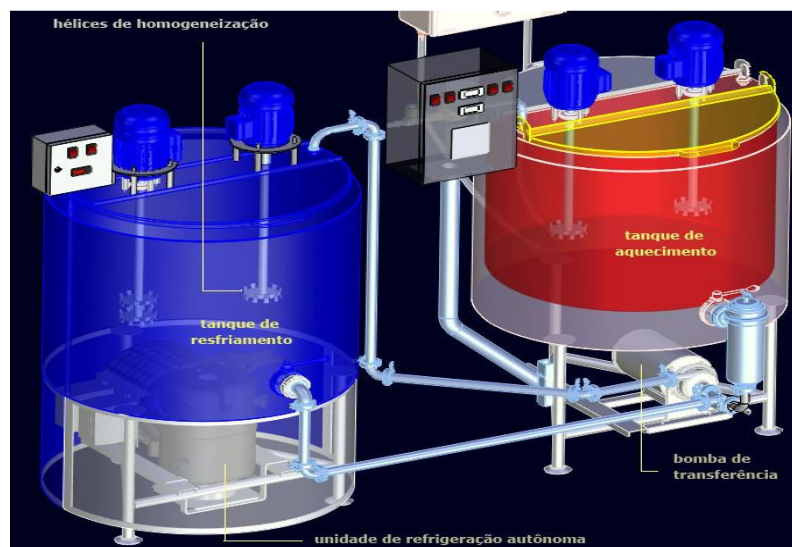


Figura-3: Sistema de Pasteurização e Resfriamento

## HOMOGENEIZAÇÃO

Um dos fatores que contribui largamente para a textura do sorvete é a finura da compartimentação e do grau de dispersão dos glóbulos de gordura. Se esses glóbulos são grandes, o sorvete pode ser grosseiro. A fim de quebrar a aglutinação dos glóbulos de gordura, a mistura é passada por um homogeneizador. A temperatura de homogeneização varia entre 68-77°C e a pressão de homogeneização pode variar entre 140 a 210 kg/cm<sup>2</sup>, conforme o teor de gordura, a viscosidade desejada. A variação do tamanho dos glóbulos de gordura obtido pela homogeneização se deve a velocidade desenvolvida durante a passagem pelo homogeneizador.

## REFRIGERAÇÃO

Após a mistura foi homogeneizada, é resfriado a cerca de +4°C por equipamentos similares aos refrigeradores de leite, para evitarem o

crescimento de microorganismos e uma viscosidade excessiva. Após o resfriamento é provável que o emulsificante forme uma estrutura lamelar na superfície do glóbulo de gordura, incorporando, eventualmente, grande quantidade de água, que ao se converter em gel impede uma posterior perda ou a desincorporação dessa água. É então bombeada para os tanques de armazenamento para aguardar congelamento.

### MATURAÇÃO

A maturação da mistura, por, no máximo 2 a 3 horas, quando se trata de espessantes vegetais, é necessária para que ocorra a solidificação da gordura, hidratação dos espessantes e estruturação da gelatina. A textura e corpo do produto tornam-se mais suaves, a resistência à fusão é aumentada e o batimento torna-se mais fácil. O tempo máximo recomendado para o período de maturação é de 24 horas com a temperatura de +4°C

### CONGELAMENTO

A mistura de sorvete é congelada em congeladores de um único lote ou em congeladores contínuos. Esta fase é uma das operações mais importante do processamento. Ao se incorporar o ar, o produto é convertido em uma espuma. A espuma é formada pela dispersão de bolhas de ar em uma fase líquida. As bolhas são separadas por uma parede líquida ou semi-sólida conhecida como película ou lamela que, na espuma estável, é elástica. O congelamento se realiza em duas fases: a primeira consiste em congelar rapidamente a mistura de sorvete sob contínua agitação. Na segunda, tem seqüência o endurecimento do sorvete para facilitar o seu armazenamento. O congelamento rápido é necessário à formação de pequenos cristais de gelo. Quanto menor o cristal, mais suave se torna o sorvete final. O ponto de congelamento da mistura situa-se entre -2 a -3°C devido, principalmente, à presença de lactose e de outros açúcares.

Durante o congelamento da mistura de sorvete, a agitação rápida acelera a incorporação de ar e há uma redução da viscosidade devido à destruição parcial dos aglutinados dos glóbulos de gordura e do “gel”, que é parcialmente refeito novamente durante o endurecimento do sorvete. No quadro-1, é mostrado o tempo e temperatura de congelamento para cada tipo de congelador.

Quadro-1: Tempo de Congelamento (90% overrun)

TIPO DE CONGELADOR	TEMPO DE CONGELAMENTO	TEMPERATURA (°C NEGATIVO)
Descontínuo	7 minutos	3 – 4
Contínuo	24 segundos	5 – 6
Contínuo de baixa temperatura	26-36 segundos	7 – 9
De balcão	10 minutos	3
Softserv	3 minutos	3 – 5

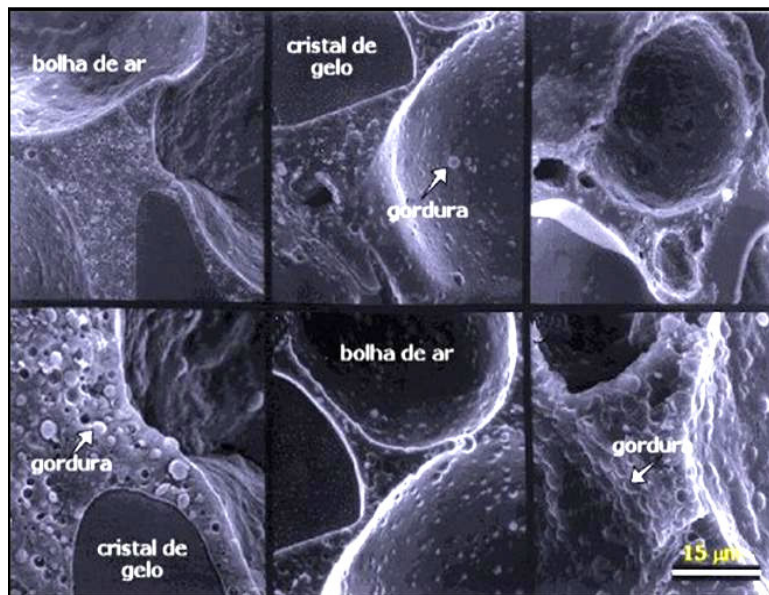


Figura-4: Várias fases do sorvete vista ao microscópio

### EMBALAGEM

Embora a maioria dos sorvetes são vendidos à granel no comércio, há embalagens práticas para o consumo doméstico. Máquinas foram desenvolvidas de modo que os produtos gelados possam ser embalados e empacotados automaticamente, em variados tamanhos.

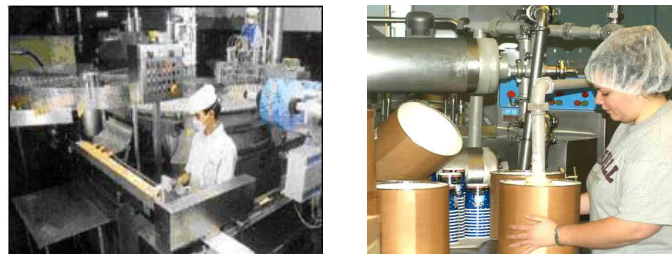


Figura-5: Acondicionamento do Sorvete nas embalagens automaticamente

### ENDURECIMENTO DO SORVETE

O sorvete no momento de seu acondicionamento nas embalagens, deve estar parcialmente fluído, para adquirir o formato da embalagem, antes de ser completamente congelado a uma temperatura de  $-25^{\circ}\text{C}$ , evitando-se, assim, a formação de grandes cristais de gelo.

O tempo de endurecimento vai depender do tamanho e formato da embalagem da composição da mistura e do overrun (quantidade de ar incorporado), este tempo normalmente varia entre 24 a 30 horas e, aproximadamente 80% de água do produto é congelada. A câmara de endurecimento deve operar em torno de  $-30^{\circ}\text{C}$ , temperatura que deve ser mantida em todos os pontos através de circulação forçada de ar.

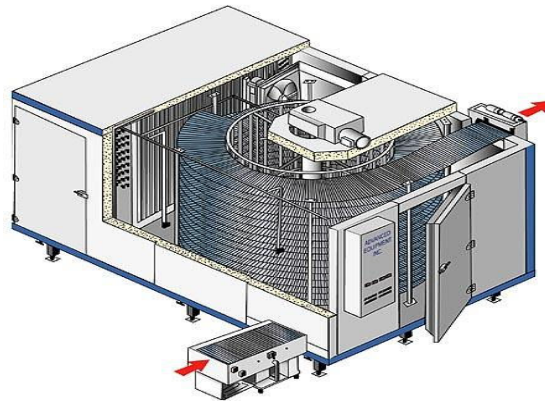


Figura-6: Congelador Espiral para endurecimento do Sorvete

As grandes indústrias empregam túneis de congelamento onde o ar é forçado a maiores velocidades, a temperatura gira em torno de  $-35^{\circ}$  a  $-40^{\circ}\text{C}$ . O ar frio recircula sobre as embalagens do produto, distribuídas sobre esteira de velocidade variável para o seu congelamento que, em média dura alguns minutos.

### COMPORTAMENTO NO DERRETIMENTO (ENDURECIMENTO)

A aparência do sorvete à medida que ele derrete é extremamente importante na percepção global do consumidor quanto a qualidade do produto. Além disso, a observação do processo de derretimento pode trazer informações quanto a outros fatores de variação da qualidade, tais como estabilidade da proteína, aglomeração de gordura etc., que afetam a cremosidade, suavidade e riqueza do sorvete. Por isto, a devida observação do comportamento do sorvete no processo de derretimento merece grande atenção em um programa de garantia de qualidade.

Fala-se freqüentemente que o comportamento de derretimento ideal para o sorvete apresenta a forma de um fluido liso, homogêneo, com uma aparência geral que se assemelha ao *mix* do qual ele foi feito. O processo de derretimento envolve a seguinte seqüência de eventos. A estrutura construída pela água congelada desaparece à medida que a água derrete e a massa de sorvete passa do estado firme decorrente do congelamento para o estado fluido. Quando a viscosidade do fluido estiver suficientemente baixa, as células de ar se movem para a superfície, dissipando-se na atmosfera e deixando a mistura em uma condição mais ou menos semelhante aquela que tinha antes do congelamento.

O resultado é que, na hora do derretimento, o sorvete apresentará um comportamento bastante diferente daquele considerado como sendo ideal. À medida que o gelo derrete, a volta à fluidez original pode ser impedida por características estruturais resultantes da agitação aplicada durante o processo ou pela influência da concentração de congelamento.

**ESPUMOSO:** descreve a presença de uma quantidade significativa de bolhas de ar no produto derretido. Em determinadas condições, as bolhas que alcançam a superfície não quebram, permanecendo na superfície, onde ficam visíveis e formam uma espuma com bolhas de grossura variável. As condições que

favorecem a retenção de bolhas de ar na superfície estão, principalmente, relacionadas a condições de engrossamento ou gelificação no produto derretido, as quais podem ser causadas pela desestabilização do sistema protéico, ou por alta viscosidade ou gelificação, derivados de certas misturas de estabilizantes. Em alguns casos, o uso de ingredientes derivados de ovo pode também produzir o fenômeno de gelificação, que irá reter espuma.

**ESCAMOSO, COM FLOCOS:** essa condição, às vezes, se assemelha a um filme de espuma, que vai se desenvolvendo à medida que o produto derrete e permanece visível quando o derretimento estiver completo. Normalmente, essa espuma não se mantém de forma contínua; ao contrário, quebra-se em pequenas partículas semelhantes aos coalhos tradicionais, associadas a uma desestabilização de proteína. Esse aspecto é decorrente da aglomeração ou coalescência parcial do sistema de gordura, e ocorre como resultado da agitação a qual o sorvete está exposto durante o congelamento.

**COALHADO:** é o termo que deve ser usado para descrever a presença de proteínas desestabilizadas, coaguladas no material derretido. Pode ser distinguido do caráter escamoso, flocoso, pelo fato de que o coalhamento da proteína é distribuído na massa inteira do material derretido, ao invés de se restringir a sua superfície. Os fatores que contribuem para o coalhamento são iguais aos que contribuem para a instabilidade da proteína. A desestabilização da proteína que leva à coagulação pode ser relacionada a uma ampla gama de fatores relativos à natureza do leite, do qual os ingredientes lácteos são oriundos, e as condições as quais o sistema de proteína do leite esteve exposto durante o processamento e manutenção, tanto na produção do ingrediente lácteo quanto no próprio *mix* do sorvete. Estas condições incluem: (1)-*Desequilíbrio do sistema dos sais do leite, essencial para manter a estabilidade da proteína;* (2)-*Atividade microbiana nos ingredientes lácteos;* (3)-*Exposição a altas temperaturas;* (4)-*Exposição a alta agitação;*

**SORO/SEPARAÇÃO DE SORO** (às vezes chamado *sinerese*): é freqüentemente associado com o desenvolvimento do caráter do coalho na porção derretida. O processo se refere à liberação do soro, que aparece como um fluido translúcido, separado do resto do produto derretido. Essa característica é causada pelos mesmos fatores envolvidos no coalhamento. A separação, às vezes, pode até ser observada nos potes de sorvete e apresenta-se como um líquido translúcido, pegajoso, que aparece no fundo do pote. Isso aparece mais freqüentemente em produtos que foram submetidos a condições de endurecimento lento, seja porque as condições de endurecimento são ineficientes, ou em embalagens a granel, onde a massa do produto envolvido é tão alta, que responde lentamente ao processo de endurecimento. Em qualquer situação, a separação dentro da embalagem quase sempre envolve um longo tempo de permanência em temperaturas intermediárias de endurecimento. Nessa faixa de temperaturas, a viscosidade da porção não congelada é suficientemente baixa para permitir que o soro que se forma migre para a parte mais baixa do recipiente, trazendo com ele, os açúcares concentrados e outros materiais dissolvidos. À medida que o processo de endurecimento continua a viscosidade da parte ainda não congelada vai aumentando, até um ponto onde a separação do soro não pode ocorrer.



## PROCESSO DE COBERTURA DO SORVETE

A indústria do sorvete usa amplamente o chocolate e as coberturas para agregar valor adicional ao produto final. A combinação entre a doçura da base do sorvete e o sabor peculiar do cacau, cria um conjunto de sabor bem equilibrado.

De muitas formas, o chocolate é, por natureza, incompatível com o sorvete, e isto pode criar problemas na fase de produção. No processo de fabricação, é regra geral evitar a umidade durante todo o processamento, se faz um esforço enorme para reduzir o teor total de umidade abaixo de 1%.

Por outro lado, o sorvete é um sistema que contém comumente 65% de água, a qual se congela na fase final, porém, durante o processo industrial uma grande quantidade dela encontra-se na fase líquida. Enquanto se mantém a temperatura tão baixa quanto possível durante a fabricação do sorvete, o chocolate tem que ser aquecido de 30°C a 40°C, para permanecer líquido. O contato entre as superfícies congeladas do sorvete e o chocolate quente, derrete um pouco de água, a qual migra no chocolate, causando um aumento na viscosidade e no valor de rendimento, o que resulta em um aumento da espessura da cobertura e do tempo de cristalização.

### CHOCOLATE PARA COBERTURA

Em termos de gordura, a manteiga de cacau é o componente principal do chocolate. O chocolate branco também contém gordura láctea, o que torna o chocolate mais macio, de consistência mais plástica e mostra menos contração durante a cristalização. No chocolate escuro, para aplicações em sorvetes, recomenda-se a adição de 4 a 5% de gordura butírica para torná-la mais plástica. Isto reduz o problema de quebra, especialmente nos sorvetes do tipo extrudados, onde o centro é duro e não há nenhum espaço para contração, o que conseqüentemente, leva a quebra do chocolate.

Hoje, muitos países também permitem a adição de até 5% de gordura vegetal, que não seja de cacau, no chocolate sem seja alterado o seu estado de puro chocolate. Tipicamente, o conteúdo total de gordura no chocolate para cobertura de sorvete alcança aproximadamente 40% a 45%.

Muitas coberturas de sorvete são fabricadas tipicamente usando-se gordura de baixo custo, como as gorduras de coco ou gordura de palmiste hidrogenada. O conteúdo de gordura esta, frequentemente acima de 60% para se conseguir uma camada suficientemente fina e um tempo curto de cristalização.

Tanto o óleo de coco quanto a gordura de palmiste hidrogenada formam coberturas bastante duras e quebradiças ao esfriar, sendo assim recomendável, para as coberturas de sorvetes, suavizar a fase gordurosa pela adição de aproximadamente 8% de óleo líquido, por exemplo, milho, amendoim, girassol; esta adição serve para propiciar a plasticidade necessária à cobertura.

A adição em média de 4 a 5% de leite em pó desnatado em uma cobertura de chocolate escuro melhora o sabor, balanceando a amargura do pó de cacau.

## USO DE EMULSIFICANTES

Os emulsificantes são adicionados ao chocolate para melhorar as propriedades de fluxo da massa de chocolate líquido. Alguns emulsificantes abaixam a viscosidade plástica enquanto que outros influenciam o valor de rendimento. O valor de rendimento pode ser definido como a energia necessária para iniciar o fluxo do chocolate.

A lecitina de soja é o emulsificante mais usado em chocolate. Este emulsificante tem a capacidade de diminuir a viscosidade plástica no chocolate, mas, quando se adicionam dosagem acima de 0,5%, o valor de rendimento do chocolate aumenta, tornando o fluxo mais difícil. Trata-se de uma desvantagem, especialmente em chocolate para cobertura de sorvetes, já que uma dosagem alta deste emulsificante aumentará a capacidade de retenção de água do chocolate.

Uma sugestão de receita de cobertura de chocolate para sorvete ao leite, pode ser a seguinte:

12,0%	- .....	Cacau em pó
5,0%	- .....	Leite em pó desnatado
51,9%	- .....	Óleo de coco ou gordura de palmiste hidrogenada
8,0%	- .....	Óleo líquido (milho ou amendoim)
22,55%	- .....	Açúcar
0,5%	- .....	Lecitina de soja