



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ -REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**ESTUDO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS DE SORVETE
DE ACEROLA (*MALPIGHIA GLABRA L.*) SUBMETIDO AO CONGELAMENTO
RÁPIDO (-80°C) E LENTO (-18°C)**

Anne Caroline Almeida Vieira

ARACAJU-SE

Fevereiro/2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO -REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ESTUDO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS DE SORVETE
DE ACEROLA (*MALPIGHIA GLABRA L.*) SUBMETIDO AO CONGELAMENTO
RÁPIDO (-80°C) E LENTO (-18°C)

Anne Caroline Almeida Vieira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos como requisito parcial à obtenção do
título de MESTRE EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.

Orientador: Dra. Alessandra Almeida Castro

Aracaju- SE

Fevereiro/2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRADO

ESTUDO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS DE SORVETE
DE ACEROLA (MALPIGHIA GLABRA L.) SUBMETIDO AO CONGELAMENTO
RÁPIDO (-80°C) E LENTO (-18°C)

Autor: Anne Caroline Almeida Vieira

Orientador: Alessandra Almeida Castro

Banca Examinadora:

Prof^a Dr^a Alessandra Almeida Castro

Orientadora/ PROCTA-UFS

Prof. Dr. Gabriel Francisco da Silva

Examinador Interno/DEQ-UFS

Dr^a Ana Veruska Cruz da Silva Muniz

Examinador Externo /EMBRAPA-Tabuleiros Costeiro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família e ao meu marido que sempre estiveram ao meu lado me incentivando nos momentos mais difíceis e me apoiando na realização deste sonho.

VITAE DO CANDIDATO

Engenheira de Alimentos pela UFS (2008)

Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela UFS (2011)

Acadêmica em Nutrição pela Estácio/Fase (em andamento)

AGRADECIMENTOS

Embora uma dissertação, seja pela sua finalidade acadêmica, um trabalho individual, há contributos de natureza diversa que não podem nem devem deixar de ser realçados. Por essa razão, desejo expressar os meus sinceros agradecimentos:

A Deus, pois sem ele nada seria possível.

A minha família, por ensinarem que o estudo é o melhor caminho e o conhecimento é a melhor herança que nós podemos levar da vida além de me incentivarem nos momentos mais difíceis e me apoiarem na realização de mais um sonho. Amo vocês!

Ao meu afilhado, Danielzinho, por ser tão pequeno e importante na minha vida.

Ao meu marido, Henrique, pelo apoio, amor incondicional, paciência, compreensão e por proporcionar momentos maravilhosos. Amo você!

A minha orientadora, professora Alessandra, uma pessoa muito especial que me incentivou desde o início e com sua paciência, experiência e sabedoria esteve sempre ao meu lado me apoiando e me ensinado e, acima de tudo, pronta para me ajudar na realização deste sonho. Sou muito grata a você.

Aos colegas de mestrado, pela excelente relação pessoal que criamos. Em especial, minha amiga Carla Crislan, por sempre se fazer presente, pela ajuda na realização deste trabalho, pelo apoio nos momentos bons e ruins e, principalmente, pela sua amizade.

A todos do PROCTA, que me ajudaram direta e indiretamente contribuindo para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!!!

ESTUDO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS DE SORVETE
DE ACEROLA (*MALPIGHIA GLABRA L.*) SUBMETIDO AO CONGELAMENTO
RÁPIDO (-80°C) E LENTO (-18°C)

RESUMO

Os sorvetes são fabricados a partir de uma emulsão estabilizada, que através de um processo de batimento e congelamento, produz uma substância cremosa, suave e agradável ao paladar. As emulsões são compostas de produtos lácteos, água, gordura, açúcares, estabilizantes, aromatizantes e outros. O objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito dos processos de congelamento lento (-18°C) e ultracongelamento (-80°C), avaliando as características físico-químicas, nutricionais e aceitação sensorial de sorvete elaborado com polpa acerola (*Malpighia glabra L.*) Em relação à análise sensorial, o sorvete de acerola congelado a -80°C apresentou maiores notas e levou a preferência dos 60 julgadores não treinados. A composição centesimal do sorvete de acerola estava dentro dos valores estabelecidos pela legislação vigente e a análise de overrun com valor de 110% que identifica o sorvete como de boa qualidade. No derretimento, observou-se que o sorvete ultracongelado manteve sua estrutura e forma por mais tempo, quando comparado ao sorvete convencional. Houve maior estabilidade do sorvete ultracongelado comparativamente ao sorvete convencional, já demonstrada pelo teste de derretimento.

Palavras-chave: qualidade, microscopia, temperaturas.

ABSTRACT

The ice creams are made from an emulsion stabilized by a process that beating and freezing produces a creamy substance, soft and pleasing to the palate. The emulsions are composed of milk products, water, fat, sugars, stabilizers, flavoring agents and others. The aim of this work was to study the effect of the processes of slow freezing (-18°C) and deep freezing (-80°C), evaluating the physico-chemical, nutritional and sensory acceptance of ice cream prepared with pulp acerola (*Malpighia glabra* L.) in relation sensory analysis of the ice cream acerola frozen at -80°C had higher grades and took the preference of 60 untrained panelists. The chemical composition of the ice acerola was within the values established by law and analysis overrun with 110% value that identifies the ice cream as good quality. In the melt, it was observed that the ice cream frozen retained its structure and shape for longer, compared to conventional ice cream. A greater stability of frozen ice cream compared to conventional ice cream, as demonstrated by the test melting.

Keywords: quality microscopy temperatures.

SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas	x
Lista de Quadros	xi
Lista de Figuras	xii
1- INTRODUÇÃO.....	1
2- OBJETIVOS.....	3
3- REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1- SORVETE.....	4
3.1.1- Componentes	5
3.1.2- Processo de fabricação.....	10
3.1.3- Microscopia e a estrutura do sorvete.....	13
3.1.4- Processamento de Sorvete.....	16
3.1.5- Congelamento.....	17
3.1.6- Qualidade dos sorvetes.....	19
3.1.7- Características de um sorvete ideal.....	22
3.1.8- Defeitos que aparecem no sorvete.....	25
3.2- ADIÇÃO DE POLPA DE FRUTAS NO SORVETE.....	26
3.2.1- Acerola.....	27

4- MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
4.1- INGREDIENTES.....	29
4.2- PROCESSO DE FABRICAÇÃO.....	29
4.3- ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	33
4.4- ANÁLISE SENSORIAL DO PRODUTO.....	37
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
5.1- ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	38
5.2- TESTE DE DERRETIMENTO.....	40
5.3- ANÁLISE SENSORIAL.....	43
5.4- ANÁLISE MICROSCÓPICA.....	45
6- CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1- Composição centesimal do sorvete congelado no ultrafreezer e no freezer convencional.....	38
Tabela 2- Média dos atributos da análise sensorial de sorvete de acerola.....	43

LISTA DE QUADRO

Página

Quadro 1- Classificação dos sorvetes segundo seu teor de gordura.....	7
---	---

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1- Fases do sorvete.....	14
Figura 2- Glóbulo de gordura revestindo a bolha de ar no sorvete congelado.....	15
Figura 3- Microscopia de transmissão eletrônica de sorvete.....	16
Figura 4- Maturação a 4°C.....	30
Figura 5. Base para sorvete antes do batimento e incorporação de ar.....	30
Figura 6- Batimento e incorporação de ar.....	31
Figura 7- Adição de ingredientes durante o batimento.....	31
Figura 8- Embalagem do sorvete para posterior congelamento.....	32
Figura 9. Fluxograma de produção do sorvete de acerola.....	33
Figura 10- Variação do volume de sorvete drenado, obtido nas temperaturas de -18°C e -80°C, em temperatura ambiente (25°).....	41
Figura 11- Comportamento das amostras durante teste de derretimento.....	41
Figura 12- Estrutura microscópica do sorvete ultracongelado (-80°C).....	45
Figura 13- Estrutura microscópica do sorvete congelado (-18°C).....	45
Figura 14- Estrutura do sorvete através de lente objetiva de 60x.....	46
Figura 15- Estrutura do sorvete através de lente objetiva de 230x.....	46

1. INTRODUÇÃO

O sorvete é a sobremesa mais apreciada no mundo, presente em todas as culturas alimentares e segmentos demográficos, podendo ser consumido em diferentes ocasiões desde refeições a lanches. O mercado de sorvetes no Brasil teve um crescimento anual médio de 8,3% nos últimos cinco anos, sendo o terceiro mercado que mais cresceu em volume médio de vendas entre os diversos segmentos de alimentos e bebidas, com uma produção total de 998 milhões de litros por ano e um faturamento de 2,63 bilhões em 2009, segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Sorvetes (ABIS, 2010).

O consumo per capita de sorvete no Brasil vem crescendo a uma taxa anual de 7,1% nos últimos cinco anos, entretanto, ainda é o 11º na classificação mundial com um consumo per capita de 5,2 litros por ano. A Nova Zelândia é o país com o maior consumo per capita, 26,3 litros por ano (ABIS, 2010).

Do ponto de vista nutricional, o sorvete é considerado um alimento completo e de alto valor nutritivo, pois fornece proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas A, B1, B2, B6, C, D, E e K, cálcio, fósforo e outros minerais (ARBUCKLE, 1986).

A composição do sorvete interfere nas suas características físicas porque está relacionado 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. O congelamento é o principal responsável pela estabilização da emulsão formada durante a incorporação de ar na massa do sorvete (DICKINSON; STAINSBY, 1982).

No processo de congelamento ocorre a cristalização, que é a formação de uma fase sólida organizada formada em uma solução. No caso de sorvetes ocorre durante o congelamento. A cristalização ocorre em duas fases simultâneas chamadas de nucleação e crescimento dos cristais. Quando ocorre o congelamento ocorre a cristalização das moléculas de água de maneira que a estrutura dos cristais seja muito mais organizada. Este é um dos motivos porque o gelo tem forma definida e a água líquida não. Durante o processo de congelamento de alimentos, é extremamente importante o controle da formação dos cristais, ou seja, qual o tamanho do cristal formado. Entretanto controlar não significa demorar mais para congelar (DICKINSON; STAINSBY, 1982).

No processo de elaboração do sorvete pelo método convencional, ou seja, com temperaturas em torno de -18°C , há formação de grandes cristais de gelo, podendo proporcionar ao produto, aparência e textura indesejável. No congelamento rápido obtêm-se produtos de maior qualidade, pois a formação dos cristais ocorre em uma maior velocidade, não dando tempo para sua agregação, resultando em pequenos cristais que não danificam as células e também são imperceptíveis ao paladar humano. Vale ressaltar que no processamento de sorvetes a etapa de congelamento é a mais importante para a qualidade do produto e que quanto mais rápido o congelamento, menor será o cristal de gelo e mais suave será o produto final. Técnicas emergentes estão sendo estudadas para se obter um produto de melhor qualidade, uma dessas técnicas é utilizar temperaturas ultrabaixas (DICKINSON; STAINSBY, 1982).

Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com finalidade de avaliar o uso de duas temperaturas de congelamento, congelamento rápido (-80°C) e congelamento lento (-18°C), na qualidade do sorvete de acerola.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Estudar o efeito dos processos de congelamento lento (-18°C) e ultracongelamento (-80°C), avaliando as características físicas, nutricionais e aceitação sensorial de sorvete elaborado com polpa acerola (*Malpighia glabra* L.)

2.2 Específicos

- ✓ Congelar os sorvetes pelos processos de congelamento lento (-18°C) e ultracongelamento (-80°C);
- ✓ Determinar as características físicas (overrun, umidade, tempo de derretimento e microscopia), químicas (°Brix, pH, vitamina C) e nutricionais (lipídeos, carboidratos, proteínas) do sorvete elaborado pelos dois processos e com incorporação de polpa de acerola;
- ✓ Avaliar a aceitação sensorial (aroma, cor, aparência, sabor e textura) do sorvete elaborado;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Sorvete

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 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, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante o armazenamento, o transporte e a entrega ao consumo" (BRASIL, 2005).

Os gelados comestíveis, segundo Brasil (1999), são classificados em:

- **Sorvetes de creme** - são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou gorduras comestíveis, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares;
- **Sorvetes de leite** - são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos, podendo ser adicionados de outros ingredientes alimentares;
- **Sorvetes** - são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias-primas alimentares e nos quais os teores de gordura e ou proteína são total ou parcialmente de origem não láctea, podendo ser adicionados de outros ingredientes alimentares;
- **Sherbets** - são produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias primas alimentares e que contêm apenas uma pequena proporção de gorduras e proteínas, as quais podem ser, total ou parcialmente, de origem não láctea, podendo ser adicionados de outros ingredientes alimentares;
- **Gelados de frutas (sorbets)** - são os produtos elaborados basicamente com polpas, sucos ou pedaços de frutas e açúcares, podendo ou não ser adicionados de outros ingredientes alimentares;

- **Gelados** - são produtos elaborados basicamente com pedaços de frutas e outras matérias-primas, podendo ou não ser adicionados de outros ingredientes alimentares.

Segundo Brasil (1999), em relação ao processo de fabricação e apresentação, os gelados comestíveis são classificados em:

- **Sorvetes de massa ou cremosos**- são misturas homogêneas ou não de ingredientes alimentares, batidas e resfriadas até o congelamento, resultando em massa aerada;
- **Picolés**- são porções individuais de gelados comestíveis de várias composições, geralmente suportadas por uma haste, obtidas por resfriamento até congelamento da mistura homogênea ou não, de ingredientes alimentares, com ou sem batimento;
- **Produtos especiais gelados**- são os gelados mistos constituídos por qualquer das modalidades de gelados comestíveis relacionados neste Regulamento, em combinação com alimentos não gelados, representados por porções situadas internas e/ou externamente ao conjunto, tais como: sanduíche de sorvete, bolo de sorvete, torta gelada.

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 (BRASIL, 1999).

3.1.1 Componentes

Inicialmente, os ingredientes para elaboração de sorvetes eram leite, creme, açúcar e estabilizantes. Atualmente é utilizada uma grande gama de ingredientes, considerando características como custo, propriedades de manipulação (viscosidade, ponto de congelamento e aeração), aroma, corpo, textura, valor nutricional, cor e palatabilidade do produto final (SOLER; VEIGA, 2001, MOSQUIM, 1999).

Os ingredientes básicos do sorvete podem ser agrupados em produtos lácteos e não lácteos. Os componentes lácteos, juntamente com a gordura, são os mais importantes, porque desempenham importante papel sensorial e funcional nos sorvetes (KATO, 2002).

A composição do sorvete também varia em diferentes localidades e em diferentes mercados de acordo não apenas com a opinião dos fabricantes, mas também com as condições sob as quais este opera. A composição aproximada geralmente está entre 8-20% gordura, 8-15% SNGL, 13-20% açúcar, 0-1% estabilizante/emulsificante e 32-45% sólidos totais (MARSHALL e ARBUCKLE, 1996).

- **Sólidos Não Gordurosos do Leite (SNGL)**

Os sólidos não gordurosos do leite (SNGL) ou extrato seco desengordurado (ESD) correspondem aos sólidos totais do leite desnatado, constituídos por lactose (55%), proteínas e minerais (37%) e vitaminas hidrossolúveis (8%) (SOLER; VEIGA, 2001).

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 (MARSHALL et al., 2003).

Mosquim (1999) sugere que se deve empregar, ao máximo, o ESD na formulação do sorvete, em razão de seu baixo custo, mesmo sendo um dos principais responsáveis pelos defeitos de aparência e sabor do produto, evitando-se a cristalização da lactose e o sabor de leite condensado (salgado). Quando em baixa concentração, o produto apresenta-se sem coesão e com pouca incorporação de ar, incapaz de manter o seu formato no cone com a elevação da temperatura.

- **Gordura**

O teor de gordura é o primeiro aspecto a ser definido quando se escolhe uma formulação de sorvete e, posteriormente, a quantidade dos demais ingredientes (COSTA; LUSTOZA, 2000).

A gordura é o ingrediente mais importante no sorvete e normalmente constitui entre 28 e 38% dos sólidos totais na mistura, dependendo da formulação. A função da gordura na formulação de sorvetes é a de contribuir para o desenvolvimento de uma textura suave, melhorar o corpo do produto e aumentar a resistência à fusão (PEREDA et al., 2005). Além disto, a gordura auxilia na estabilidade do sorvete de creme, reduzindo a necessidade de estabilizantes, e age aumentando a viscosidade do preparado sem alterar seu ponto de congelamento, uma vez que se encontra em suspensão (MOSQUIM, 1999).

A gordura utilizada para a fabricação de sorvetes pode ser fornecida pelos ingredientes lácteos (creme de leite, manteiga ou leite em pó integral) ou ser de origem vegetal (derivada da soja, algodão, babaçu ou a combinação destas) (COSTA; LUSTOZA, 2000; GOFF, 1997).

A principal gordura utilizada é a gordura vegetal hidrogenada, que substitui a gordura do leite devido aos baixos teores de colesterol, plasticidade e bom preço. Os tipos utilizados para fabricação do sorvete são a gordura de coco, palma, cacau, algodão e colza (MOSQUIM, 1999).

O Quadro abaixo correlaciona o tipo de sorvete com seu respectivo teor de gordura.

Quadro 01. Classificação dos sorvetes segundo seu teor de gordura.

Tipo de sorvete	Teor de gordura (g/100g)
Sherbet	2 a 4, base água
Regular	6 a 10
Premium	10 a 16
Super premium	Acima de 16

Fonte: MARSHALL et al, 2003.

- **Açúcares**

Os açúcares que podem estar presentes em sobremesas geladas incluem a sacarose, lactose, maltose, frutose e xaropes de milho (KILARA, 1997).

Os açúcares, incluindo a lactose oriunda dos componentes lácteos do sorvete, contribuem para a redução do ponto de congelamento (ou aumento da depressão do ponto de congelamento), de forma que no produto final apenas 72% da água se encontre congelada. O restante da água encontra-se em uma solução de alta concentração de açúcar que juntamente com o ar adicionado, permite que o alimento possa ser servido e mastigado a temperaturas de -15° a -18°C (GOFF, 1997).

A concentração de açúcar interfere de modo decisivo sobre o ponto de congelamento, impedindo que o produto seja totalmente congelado, mesmo a temperaturas muito baixas. Os açúcares podem ser considerados como componentes anticongelantes. Se não fosse por esse ingrediente, o sorvete congelaria a temperaturas relativamente altas e perderia as características desejáveis de corpo e textura (COSTA; LUSTOZA, 2000).

- **Emulsificante**

Denomina-se emulsificante qualquer substância capaz de ajudar na formação de uma mistura estável entre substâncias imiscíveis como gordura e água (COSTA; LUSTOZA, 2000).

No sorvete, existem dois tipos de emulsão: uma emulsão gordura em água e uma emulsão ar em mistura, parcialmente congelada. Neste produto, 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 (estabilizar a emulsão de gordura) e facilitar a distribuição das bolhas de ar, produzindo um sorvete com corpo e textura cremosa típica dos sorvetes. Os emulsificantes também reduzem os efeitos negativos causados pela flutuação da temperatura e aumentam a resistência ao derretimento (GOFF, 1997; MOSQUIM, 1999).

A quantidade máxima de emulsificantes por peso não deve exceder 0,2%, caso contrário o produto final apresentará defeitos de corpo, textura e derretimento (SOLER; VEIGA, 2001).

- **Estabilizantes**

Estabilizante é definido pela Portaria Nº 540/97 - MS (BRASIL, 1997) como substância que torna possível a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento.

A utilização dos estabilizantes no sorvete tem por objetivo evitar o crescimento de cristais de gelo, ou recristalização, causado pelas flutuações de temperatura durante a estocagem e também para evitar a separação do soro de leite tanto no congelamento como no descongelamento (SOLER; VEIGA, 2001). 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, 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 (GOFF, 1997).

Entre os estabilizantes mais utilizados na indústria de sorvetes estão as gomas guar e locusta (LBG), a carboximetilcelulose (CMC), as carragenas, os alginatos, a gelatina e a pectina e as suas combinações. Esses aditivos e as possíveis combinações entre eles possuem efeitos diferenciados sobre a viscosidade da mistura e nas características de derretimento do sorvete (COSTA; LUSTOZA, 2000; SOLER; VEIGA, 2001).

A escolha do estabilizante depende de fatores como o preço, do tipo de processo de fabricação e das qualidades de corpo e textura esperados para produto final (COSTA; LUSTOZA, 2000). Geralmente, são utilizados dois ou mais estabilizantes em combinação em misturas comerciais já formuladas, para permitir o sinergismo das propriedades de cada um, promovendo a sua efetividade (GOFF, 1997).

- **Essência**

As essências têm duas características importantes: tipo e intensidade. Geralmente, essências de sabores pouco intensos são mais facilmente misturadas e tendem a não ser rejeitadas em altas concentrações (MARSHALL e ARBUCKLE, 1996).

- **Água e ar**

A água é a fase contínua do sorvete, presente na forma líquida, sólida (SOLER; VEIGA, 2001). Os cristais de gelo são indispensáveis para dar consistência e sensação de frescor; porém, não devem ser grandes demais para evitar a sensação de arenosidade na boca (PEREDA et al., 2005).

As bolhas de ar possuem três funções especiais, tais como: tornar mais leve o sorvete para facilitar a digestão; proporcionar mais maciez e tornar o produto deformável a mastigação; além de atuar como isolante do frio intenso (PEREDA et al., 2005).

O ar encontra-se disperso através da emulsão gordura-matriz. A quantidade de ar no sorvete é importante devido sua influência na qualidade, conferindo um produto macio, e deverá obedecer aos padrões regulamentados na legislação nacional. A manutenção da quantidade uniforme de ar e sua qualidade são essenciais no controle da boa qualidade (MARSHALL e ARBUCKLE, 1996).

As bolhas de ar possuem três funções especiais, tais como, tornar o sorvete mais leve para facilitar a digestão; proporcionar mais maciez e tornar o produto deformável a mastigação; além de atuar como isolante do frio intenso (PEREDA et al., 2005).

3.1.2 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 (MARSHALL et al, 2003).

Algumas características da mistura que merecem consideração são: custo, propriedades de manipulação - incluindo viscosidade, ponto de congelamento e a 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 (MARSHALL et al., 2003).

Segundo Silveira et al. (2009), 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 (SILVEIRA et al., 2009).

A pasteurização tem por objetivo eliminar todos os micro-organismos patogênicos do leite, garantindo assim a qualidade microbiológica do produto. Pela legislação brasileira, 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 (BRASIL, 1999). 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 (VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J.P., 1994).

Além de eliminar os microorganismos 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 cozido (VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J.P., 1994).

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 (PORTO, 1998).

A maturação consiste em manter a mistura por um período de no mínimo 4 horas, à temperatura de 2 a 5°C antes de congelar. Durante este espaço de tempo ocorrem mudanças benéficas na mistura como, por exemplo, uma completa hidratação das proteínas e estabilizantes para que o sorvete tenha uma boa consistência, 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 (MADRID, 1996; ARBUCKLE, 1977; MOSQUIM, 1999; EARLY, 2000).

Em muitos casos, a mistura é deixada para curtir durante até vinte e quatro horas, porém, se devem evitar períodos muitos longos, para que não se produzam alterações por microrganismos psicrotróficos (MADRID, 1996; ARBUCKLE, 1977).

Uma vez maturada, a mistura é acrescida de sucos de frutas, corantes, aromas, etc., e procede-se o congelamento, que é realizado de forma simultânea a batadura (MADRID, 1996). Segundo MOSQUIM (1999) o congelamento é uma das operações mais importantes na fabricação de gelados comestíveis. Esta etapa tem a finalidade de remoção do calor da mistura e a estabilização do ar incorporado (GOFF, 2003).

A mistura é rapidamente congelada e agitada para promover a incorporação de ar e limitar o tamanho dos cristais de gelo que serão formados (SOLER; VEIGA, 2001).

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 volume 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 (LEANDRO et al., 2006).

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 (VARNAM; SUTHERLAND, 1994).

Após o batimento, e atingido o ponto de consistência esperado, o sorvete é acondicionado em embalagens definitivas, mediante o enchimento automático ou manual e essa operação deve ocorrer sem elevação significativa da temperatura do produto (SENAI, 1999).

As câmaras de estocagem para sorvete devem operar entre temperaturas de -30 a - 35°C, com o objetivo de manter a temperatura do produto final. É importante não ocorrerem grandes variações de temperatura (SENAI, 1999).

O transporte deve ser feito em caminhões frigoríficos, a temperaturas inferiores a - 18°C, e de maneira que o aumento da temperatura do sorvete, durante o transporte, não exceda de 4°C sobre a temperatura de estocagem. Os sorvetes podem ser transportados junto com outros produtos alimentícios também congelados, desde que estejam devidamente embalados (MADRID, 1996).

3.1.3 Microscopia e a estrutura do sorvete

A percepção do sabor e da textura do sorvete sentido pelo consumidor está baseada na estrutura desse alimento, sendo considerada como um dos seus principais atributos (GOFF, 1997).

Segundo Goff (1997), a estrutura espumosa do sorvete pode ser classificada como um complexo coloidal de alta consistência, constituído de três fases distintas: os glóbulos de gordura, as bolhas de ar e os cristais de gelo, que são os principais responsáveis pela qualidade do produto final.

A fase contínua é a água onde estão dissolvidas a maioria dos ingredientes e a fase descontínua é composta por ar e gordura. Os cristais de gelo e as bolhas de ar medem em torno de 20 a 50 μm , essas dimensões dependeram da quantidade de vezes que o sorvete for batido. As bolhas de ar encontram-se revestidas por glóbulos de gordura e esses cobertos por camadas de proteínas e emulsificantes. A fase aquosa consiste de açúcares e polissacarídeos de alto peso molecular em uma solução concentrada congelada (GOFF, 2001).

Goff et al. (1989); Hartel (1996); Berger (1997) e Goff (1997) recomendam a microscopia como técnica de fundamental relevância para a realização de análises qualitativa e quantitativa em amostras de sorvetes, com o objetivo de visualizar e analisar o tamanho e a distribuição dos cristais de gelo e de demais partículas do sorvete.

A estrutura do sorvete pode fornecer informações úteis sobre as suas propriedades alimentícias e seu comportamento durante o congelamento, embalagem, armazenamento, distribuição e fusão. A Figura 1 é uma representação da microestrutura do sorvete baseada em imagens geradas por microscopia eletrônica de varredura (MRE). Pode-se observar dispersos na solução de açúcar, as várias fases do sorvete: bolhas de ar, glóbulos de gordura e os cristais de gelo.

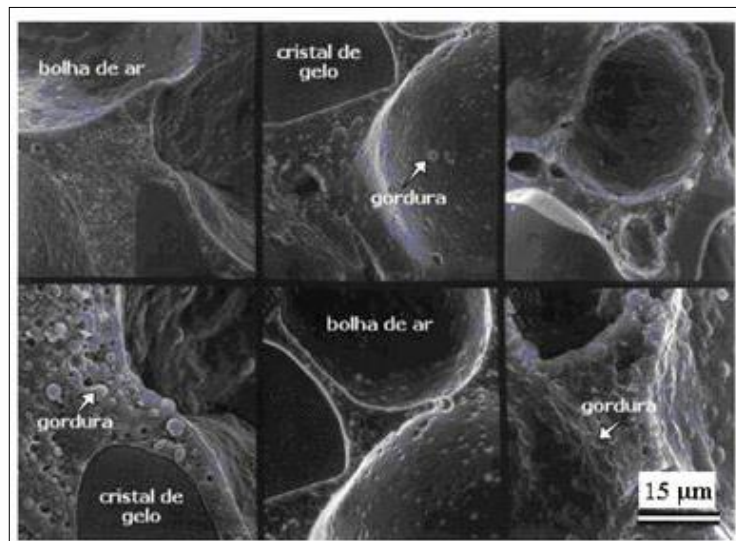


Figura 1. Fases do sorvete.

Fonte: GOFF, 2001

A estrutura do sorvete também pode ser definida como uma espuma parcialmente congelada. Cristais de gelo e bolhas de ar ocupam a maior parte do espaço. Os finos glóbulos de gordura, alguns deles floculados e rodeando as bolhas de ar, também formam a fase dispersa. Proteínas e emulsificantes encontram-se em torno dos glóbulos de gordura (GOFF, 1997).

A quantidade de ar incorporada em relação ao volume do produto, também denominado de overrun, define a área superficial do ar a ser recoberta pela gordura livre e pelos glóbulos isolados (MOSQUIM, 1999). Essa estrutura está demonstrada na Figura 2.



Figura 2- Glóbulo de gordura revestindo a bolha de ar no sorvete congelado

Fonte: GOFF, 2001

Os glóbulos de gordura se concentram na superfície da célula de ar durante o congelamento do sorvete. Aumentando a concentração de gordura, diminui o tamanho dos cristais de gelo, devido à interrupção do espaço onde eles se formariam (SOLER; VEIGA, 2001).

Através de outra técnica (TEM, Microscopia de Transmissão Eletrônica), é possível ver as micelas de caseína próximas aos glóbulos de gordura, na fase aquosa, conforme demonstrado na Figura 3.

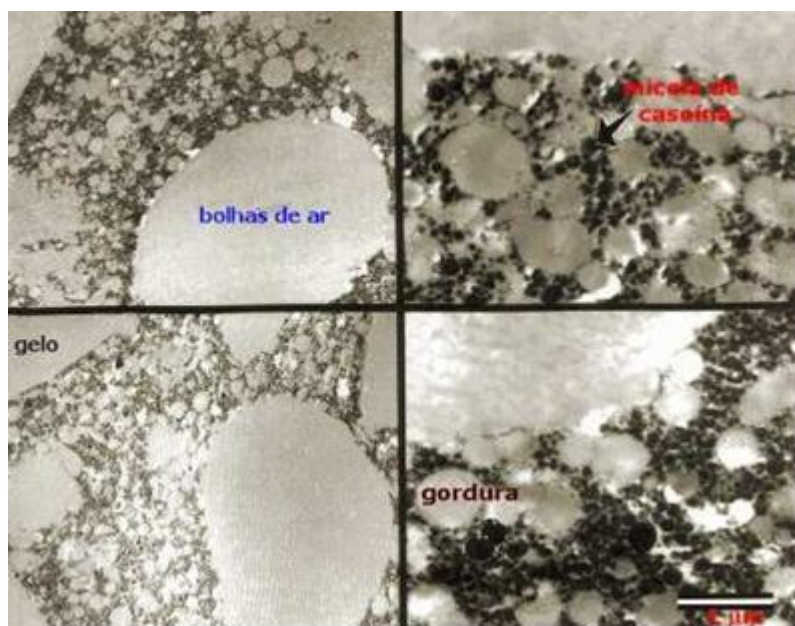


Figura 3. Microscopia de transmissão eletrônica de sorvete.

Fonte: GOFF, 2001.

A estrutura dos glóbulos parcialmente fundidos e sua união às bolhas de ar dão ao sorvete firmeza residual depois da fusão dos cristais de gelo; isto é muito importante para a mastigação (PEREDA et al, 2005).

3.1.4 Processamento de Sorvete

A matéria prima utilizada na fabricação de sorvete deve ser de boa procedência a ser conservada de maneira adequada com a finalidade de garantir a qualidade do produto final (VICENTE; CENZANO; VICENTE, 1996). As etapas que compõem a

elaboração de sorvetes variam de acordo com a técnica escolhida sendo, em geral, agrupadas em três etapas fundamentais: (1) mistura dos ingredientes e seu aquecimento, seguida de pasteurização; (2) congelamento após a homogeneização com o propósito de incorporar ar à mistura; (3) endurecimento, estágio onde a água não congelada do sorvete se deposita sobre os cristais de gelo, assim aumentando seu tamanho (NARAIN et al., 2006).

O preparo da mistura compreende a etapa na qual os ingredientes líquidos são colocados no equipamento de pasteurização para agitação e aquecimento, com o propósito de liquefazer a gordura, dissolver a sacarose e o estabilizante. Os ingredientes secos são misturados entre si previamente, para evitar a formação de grumos e adicionados em seguida à mistura no pasteurizador antes que a temperatura atinja 50°C. A homogeneização deve ser iniciada imediatamente após o mix atingir a temperatura de pasteurização (MORETTI, 1997 *apud* ARMONDES, 1998).

A pasteurização representa uma das formas clássicas de conservação de alimentos e tem o principal objetivo de destruir os microrganismos patogênicos não esporulados e reduzir a microbiota banal. A Portaria nº 379 de 26 de abril de 1999 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1999) estabelece como obrigatória a pasteurização para a fabricação de gelados comestíveis elaborados com laticínios. Em geral, na indústria de sorvetes, a pasteurização pode ser feita de duas formas: em batelada ou contínua. O processo em batelada, também conhecido como “batch” é realizado no equipamento homogeneizador à temperatura de 69 °C a 71°C por 30 minutos, com resfriamento rápido imediatamente após o aquecimento. A pasteurização contínua é feita por trocadores de calor em sistema de alta temperatura e curto tempo (HTST) a uma temperatura de 80°C por 25 segundos. Na ausência de um pasteurizador, os sorvetes podem ser pasteurizados de forma artesanal, aquecendo-se a temperatura a 70°C por 30 minutos e resfriando-a rapidamente (VICENTE; CENZANO; VICENTE, 1996; SOLER; VEIGA, 2001).

3.1.5 Congelamento

Segundo Hartel (1996), o congelamento é o principal responsável pela estabilização da emulsão formada durante a incorporação de ar na massa do sorvete. Geralmente, os sistemas alimentares são constituídos por vários componentes, apresentados como uma fase aquosa contendo sólidos solúveis, uma matriz de sólidos insolúveis, tais como carboidratos de cadeia longa e proteínas. As alterações mais drásticas ocorrem na fase aquosa, com a conversão da água líquida em cristais de gelo, resultando na crescente concentração de sólidos solúveis no líquido remanescente.

De acordo com Russell et al. (1999), a formação dos cristais de gelo ocorre em dois estágios do processo de fabricação do sorvete: no congelamento e na estocagem.

Schwartzberg et al (1990) propôs um modelo para o formato dos cristais de gelo em sorvetes, durante o congelamento inicial na máquina produtora. O modelo era baseado na transferência dos cristais de gelo em formato de dentritos, na parede do tambor da máquina produtora de sorvetes que, posteriormente, eram quebrados e transferidos para a massa submetida à incorporação de ar durante a batida. Esta teoria baseou-se na observação do crescimento dos cristais de gelo em uma solução de sacarose em um microscópio ótico acoplado a sistema de vídeo capture. Este mesmo autor mostrou que o crescimento dos cristais de gelo na parede do tambor ocorria em torno de 0,05-0,10 segundo e que a adição de gelatina diminuiu consideravelmente o tamanho dos cristais nesta solução de sacarose. Porém, segundo Russel et al. (1999), não é possível comparar uma simples solução de açúcar adicionado de gelatina com a complexidade do processo de formação dos cristais de gelo em sorvetes.

Garsid (1987) mostrou, por meio de observações microscópicas, que os cristais de gelo eram formados em flocos, os quais cresciam na direção paralela de sua superfície e, eventualmente, cresciam juntos, potencializando a velocidade de crescimento do cristal.

Atualmente, o modelo proposto por Hartel (1996) é o mais aceito. De acordo com este autor, o processo de congelamento inicia-se na máquina produtora juntamente com a incorporação de ar. No tambor da máquina produtora, onde o sorvete é batido, com auxílio de uma pá acoplada ao sistema os cristais de gelo que se formam na superfície

metálica são raspados e liberados para o meio. Novos núcleos de cristais de gelo são formados durante a colisão entre cristal-cristal. Estes pequenos agregados de cristais de gelo formam núcleos que tendem a atingir um raio crítico, originando núcleos para uma nucleação secundária. Logo após a estabilização da emulsão que compõe o sorvete, o produto é retirado, apresentando uma consistência semi-sólida com mais da metade da água congelada e cuja totalidade se completará no armazenamento em temperaturas abaixo de -25°C.

Na estocagem ou no transporte do sorvete, devem-se evitar as oscilações de temperatura, durante as quais, o sorvete recebe pequenas taxas de calor que são suficientes para o crescimento do cristal ou são responsáveis pelo processo de recristalização. Neste processo, grandes estruturas de cristais de gelo com tamanho médio superior 50 µm de diâmetro se formam, conferindo o aspecto arenoso encontrado freqüentemente em sorvetes de baixa qualidade (HARTEL, 1996).

Uma condição de temperatura ideal para a retenção da qualidade de sorvetes congelados é mantê-lo a uma temperatura constante de -18 °C ou a temperaturas inferiores, o que é geralmente possível. O problema é que, durante o manuseio, o transporte e o armazenamento, a temperatura do alimento pode flutuar, o que produz efeitos adversos e cumulativos sobre a qualidade do sorvete congelado (GOFF, 2003).

Flutuações da temperatura de armazenamento devem ser evitadas, pois embora as propriedades químicas sejam pouco danificadas, o mesmo não ocorre com as propriedades físicas. Isso é particularmente verdadeiro para produtos com textura instável, como sorvetes e muitos tecidos vegetais (FENNEMA, 1993).

O raio de nucleação é determinado pelas oscilações de temperatura existentes no local e será drasticamente aumentado com o nível da taxa de calor recebido. As oscilações de temperatura podem também fornecer taxas de calor suficientes para o processo de recristalização do gelo. Recristalização é o termo usado para descrever mudanças no tamanho dos cristais de gelo, ocorridas durante a estocagem do sorvete, quando eles se fundem, agregam-se e crescem (DONHOWE & HARTEL, 1996).

Segundo Silva (2006), há duas maneiras de congelamento, o rápido e o lento. O congelamento lento refere-se a temperaturas próximas de -20°C, o que ocorre nos freezers domésticos. O congelamento rápido equivale a temperaturas próximas de -

40°C, em ambientes industriais, onde o interior da carne fica em torno de -18°C. É importante ressaltar que, no congelamento lento, são formados grandes cristais de gelo pontiagudos nas células da carne, e no ato de descongelar, propicia o rompimento das membranas celulares, promovendo o extravasamento do suco celular rico em proteína, reduzindo o valor nutricional. Enquanto que no congelamento rápido ocorrem pequenos cristais de gelo e no descongelamento não ocorrerá o rompimento das células, evitando o extravasamento do suco e assim mantendo o valor nutricional da carne. Portanto, é interessante que a temperatura da carne seja mantida desde a indústria até o momento do descongelamento.

3.1.6 Qualidade dos sorvetes

O sorvete é um sistema coloidal complexo composto por uma emulsão constituída de gotículas de gordura, de proteínas, de bolhas de ar e de cristais de gelo dispersos em uma fase aquosa, representada por uma solução concentrada de sacarose. Além disso, pode conter outros ingredientes, tais como, emulsificantes e estabilizantes (GOFF, 1999).

A legislação brasileira classificava o sorvete como um gelado comestível e o definia como “o produto elaborado com leite ou derivados lácteos, podendo ser adicionados de frutas, essências e outros ingredientes” (BRASIL, 1999). Em função de inovações nas formulações de sorvete como a utilização de substitutos de gordura e sacarose houve alteração nesta legislação.

A Resolução nº 379 de 26/04/99 (BRASIL, 1999), que regulamentava aspectos referentes aos gelados comestíveis, foi revogada pela Resolução RDC nº 266 de 22/09/05 (BRASIL, 2005), que definiu como gelados comestíveis “os produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e sacarose que podem ser adicionados de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto”.

A composição química do sorvete determina vários parâmetros estruturais e sensoriais importantes para obtenção de um produto final de qualidade, como firmeza, resistência ao derretimento e textura, entre outros (GRANGER et al., 2005). Os sorvetes

diferem, principalmente, quanto ao teor de lipídeos, sendo chamados de sorvetes tipo Premium àqueles elaborados com grandes quantidades de lipídeos, baixo *overrun* (incorporação de ar) e saborizados com ingredientes naturais. O tipo mais comum no mercado, denominado Regular, tem a maior parte de seus nutrientes fornecidos pelos sólidos do leite, como proteína, gordura e minerais (KEENEY; KROGER, 1987).

A qualidade do sorvete, levando em consideração a textura suave ou a sensação de frescor percebida pelos consumidores enquanto o consomem, está diretamente relacionada com a formulação (ingredientes), a estrutura da espuma, o tamanho e a morfologia das bolhas de ar e dos cristais de gelo incorporados ao produto (CHANG & HARTEL, 2002). O tamanho dos cristais de gelo influencia o tipo de textura, sendo que cristais superiores a 55 µm produzem uma textura grosseira (CHARLEY; WEAVER, 1998a)

Os ingredientes utilizados no mix, mistura dos ingredientes, têm extrema importância na qualidade do produto final. A gordura favorece o flavour, a textura e a consistência do sorvete. A sacarose confere “corpo” aos produtos congelados e influencia a formação dos cristais de gelo por causa do abaixamento do ponto de congelamento da água (CHARLEY; WEAVER, 1998b; FREELAND-GRAVES; PECKHAM, 1996; SOLER; VEIGA, 2001).

A gordura do leite representa o ingrediente mais importante na qualidade do sorvete e o primeiro a ser estimado no cálculo do mix, sendo os demais ingredientes estabelecidos com base na proporção em que se ligam à gordura. A gordura láctea é um composto complexo formado por triacilgliceróis, fosfolipídeos, colesterol e pequenas quantidades de ácidos graxos livres (KEENEY; KROGER, 1987; VARNAM; SUTHERLAND, 1994).

A principal fonte de gordura não-láctea em sorvetes é a gordura vegetal hidrogenada, que representa atualmente o produto mais concentrado em gorduras do tipo trans, obtidas pela hidrogenação de ácidos graxos insaturados. Os ácidos graxos trans sempre estiveram presentes na alimentação humana, visto que são produzidos naturalmente no rúmem de animais. Entretanto, a produção de substitutos para a manteiga e outras gorduras animais, a partir da hidrogenação parcial de óleos vegetais, proporcionou um aumento na ingestão desses isômeros na dieta. O consumo desse tipo

de gordura pode elevar a concentração sérica de lipoproteína de baixa densidade (colesterol-LDL), fator de risco para a ocorrência de doenças cardiovasculares. Uma alternativa ao processo de hidrogenação é a interesterificação, usada para promover um rearranjo ou uma troca dos ácidos graxos em diferentes posições na molécula de glicerol da gordura, aumentando sua plasticidade e reduzindo a concentração de isômeros trans (MARTIN; MATSHUSHITA; SOUZA, 2004; FREELAND-GRAVES; PECKHAM, 1996).

A sacarose tem como principal função conferir sabor doce, aumentar o teor de sólidos, contribuir com a textura e regular o ponto de congelamento do sorvete, sendo utilizada como padrão de referência do potencial de doçura de outros adoçantes (SOLER; VEIGA, 2001).

Dados disponíveis na literatura demonstram que a sacarose e a gordura foram fatores determinantes na aceitabilidade de sorvetes light de baunilha e que quantidades extremamente baixas ou elevadas de ambos os ingredientes interferiram de forma negativa na qualidade do sorvete (GUINARD et al., 1996).

A fase contínua em sorvetes é representada por uma mistura densa de sacarose e a fase dispersa por bolhas de ar, glóbulos de gordura, micelas de caseína e hidrocolóides, permitindo a coexistência de três estados na mistura: gasoso, sólido e líquido. Porém, a homogeneização e a estabilização das fases imiscíveis em sorvetes, em geral, são feitas com a utilização de aditivos, como estabilizantes e emulsificantes (INNOCENTE; COMPARIN; CORRADINI, 2002).

Os emulsificantes são substâncias químicas, que adicionadas a algumas preparações tais como o sorvete, têm por finalidade manter a estabilidade da dispersão de duas fases imiscíveis, ou seja, a emulsão óleo em água, além de deslocar as proteínas da interface das bolhas de ar. As emulsões são obtidas pela mistura vigorosa de dois ingredientes não miscíveis com a finalidade de formar as gotículas da fase dispersa, no entanto, a ausência do estabilizante provoca a separação das fases (ARMONDES, 1998; COULTATE, 2004; GOFF, 2008; VICENTE; CENZANO; VICENTE, 1996).

Tradicionalmente, a gema de ovo e a lecitina de soja são os agentes emulsificantes mais utilizados na indústria de alimentos. Entretanto, suas aplicações são limitadas a certos tipos de alimentos, sendo em geral substituídos por compostos sintéticos como os

derivados de glicerol e ésteres de sorbitana. Os agentes emulsificantes mais utilizados em sorvetes são os derivados de glicerol. A maioria dos produtos emulsificantes é utilizada em associação com estabilizantes, que têm como função auxiliar na manutenção da estabilidade da emulsão, aumentando a viscosidade da fase aquosa, o que é desejável na formulação de sorvete. Os estabilizantes (goma guar, goma xantana, carragenanas e alginatos) comercializados com a denominação de liga neutra, não constituem agentes emulsificantes, mas têm grande afinidade pela água assegurando que soluções bastante diluídas permaneçam viscosas (COULTATE, 2004).

3.1.7 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 (MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W, 2003).

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 (KOEFERLI, C. S.; SCHWEGLER, P. P.; HONGCHEN, D, 1998).

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 (WALSTRA, P. e JONKMAN, M., 1998).

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 instrumentais 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 (MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D; HARTEL, R. W, 2003).

Vários passos no processo de fabricação do sorvete, incluindo pasteurização, homogeneização, maturação, congelamento e armazenamento contribuem para o desenvolvimento da estrutura e, assim, da qualidade sensorial final do sorvete (GOFF, 2001).

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 (CALDWELL, K. B.; GOFF, H. D; STANLEY, D. W, 1992) 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 (GOFF, H. D; 2001)

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 (GOFF, H. D., 1997). Os cristais de gelo e bolhas de ar formam uma dispersão mais grosseira que os glóbulos de gordura (CALDWELL, K. B.; GOFF, H. D; STANLEY, D. W, 1992) O produto, portanto, é caracterizado fisicamente pelo tamanho e fração volumétrica dos vários elementos estruturais (WALSTRA, P. e JONKMAN, M., 1998).

A fase mais fluída do sorvete, chamada matriz, circunda os cristais de gelo e as bolhas de ar e resulta de um processo de concentração por congelamento (BERGER, K.G., 1997). 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 (CAMPBELL, I. J.; PELAN, B. M. C, 1998).

A estrutura determina a aparência, viscosidade e consistência, incluindo o preenchimento bucal (WALSTRA, P.; JONKMAN, M., 1998). 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 (THARP, B. W. et al., 1998). 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 (THARP, B. W. et al., 1998).

Do ponto de vista da reologia, a estrutura do sorvete consiste em uma bolha sólida, na qual proteínas e emulsificantes formam uma rígida membrana que circunda os glóbulos de gordura (KOKUBO, S. K. et AL, 1998). 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 (CALDWELL, K. B.; GOFF, H. D; STANLEY, D. W, 1992).

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 (CALDWELL, K. B.; GOFF, H. D.; STANLEY, D. W., 1992). Este estudo pode ser possível por microscopia óptica de luz ou microscopia eletrônica

As propriedades de derretimento do sorvete constituem um parâmetro de comportamento crítico para o produto (THARP, B. W., 1998). 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 (BODYFELT, F. W; TOBIAS, J; TROUT, G. M., 1988). Uma correlação adequada entre a instabilidade da emulsão e

“secura” do produto fornece um sorvete com boa resistência para uma sensação palatal cremosa (KOKUBO, S. K. et al., 1998).

Certa consistência também deve ser mantida quando os cristais de gelo derretem de forma a ocorrer uma “retenção de forma” (WALSTRA, P.; JONKMAN, M., 1998). O produto do derretimento deve ser uma massa líquida, homogênea e uniforme. A não homogeneidade pode ser identificada pela presença de coágulos, escumas, 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 (BODYFELT, F. W; TOBIAS, J; TROUT, G. M, 1988).

3.1.8 Defeitos que aparecem no sorvete

Os defeitos que aparecem com mais freqüência nos sorvetes afetam seu sabor, textura e consistência. Geralmente os defeitos de sabor aparecem quando se utilizam ingredientes de má qualidade e quando os ingredientes não são empregados corretamente. Produtos de má qualidade como a gordura oxidada, provocam sabor a ranço. Sabor cozido é originado principalmente por superaquecimento das proteínas do leite, e o sabor ácido é típico de produtos fermentados. Excesso ou falta de açúcar, excesso de estabilizantes e aromatizantes repercute imediatamente sobre a qualidade degustativa do produto (AMIOT, 1991).

Cristais acima de 40 mm a 50 mm em números suficientes resultam em textura granulosa e áspera. A textura depende principalmente do número e tamanho das partículas, sua organização e sua distribuição; o sorvete ao ser degustado deve ser suave e produzir uma sensação agradável na boca. O defeito que ocorre com maior freqüência é a textura grosseira e arenosa. Sua aparição é favorecida pela utilização de uma calda mal equilibrada, um processo inadequado de produção e má condição de conservação, por exemplo, conservação a altas temperaturas e flutuação constante de temperatura (AMIOT, 1991).

A textura grosseira e quebradiça deve-se normalmente a um conteúdo muito baixo de extrato seco desengordurado, insuficiência de estabilizante, homogeneização a baixa

pressão ou congelamento muito lento. A textura arenosa é atribuída a formação de grandes cristais de lactose, sendo favorecida por um conteúdo de extrato seco desengordurado superior a 10-11% (VISSEYRE,1972).

O sorvete de consistência defeituosa pode ser gomoso, pegajoso ou pesado. Estes defeitos aparecem devido à calda mal equilibrada, ingredientes cujas propriedades funcionais tenham sido modificadas ou processo de fabricação inadequado (AMIOT, 1991).

Outro defeito também encontrado é o rápido derretimento do sorvete. As propriedades de derretimento do sorvete constituem um parâmetro de comportamento crítico para o produto (THARP, 1998).

3.2 Adição de polpa de frutas no sorvete

As polpas de frutas são um produto natural obtido pelas partes comestíveis das frutas carnosas, madura e fresca, através de processos tecnológicos e sanitários adequados. As principais polpas, de maior relevância no mercado, são abacaxi, acerola, açaí, cupuaçu, goiaba, graviola, laranja, limão, manga, maracujá, morango, uva entre outras, que resultam em produtos de grande aceitação. Isso por que, por meio deles é possível a elaboração de: sucos, sorvetes e doces, atendendo as necessidades que vão desde donas de casa a restaurantes e indústrias de doces e sorvetes.

Os consumidores estão colocando um novo padrão de conveniência nos alimentos, sendo que a qualidade e o valor nutricional devem ser preservados. Assim, a utilização da polpa de acerola na elaboração do sorvete, é devido ao seu valor nutricional e ao contínuo crescimento no consumo de frutas, associado às contínuas melhorias que estão sendo introduzidas na qualidade dos alimentos.

3.2.1 Acerola

A acerola é originária das Antilhas, e devido ao seu elevado teor de vitamina C dispersou-se para outras regiões do mundo. No Brasil, a introdução desta frutífera

ocorreu na década de 50, mas só nos anos 80, depois de sua divulgação como fruta rica em vitamina C, é que se espalhou rapidamente e de forma indiscriminada (NONINO, 1997).

A acerola (*Malpighia glabra* L.) é uma planta rústica e resistente, propaga-se com facilidade em toda a parte do mundo. O interesse pela acerola e os estudos sobre suas potencialidades econômicas, no entanto, só foram despertadas a partir dos anos 40, quando se descobriram, na porção comestível da fruta, altos teores de ácido ascórbico (ARAÚJO, 1994).

No Brasil, não se conhecem variedades perfeitamente definidas de acerolas, podendo encontrar-se, em um mesmo pomar, plantas com hábitos de crescimento diferentes e com frutos apresentando diferenças quanto ao tamanho, sabor e coloração (GONZAGA NETTO & SOARES, 1994), o que tem levado Instituições a desenvolverem pesquisas no sentido de selecionar plantas e caracterizar seus frutos, principalmente pelo seu alto teor em vitamina C que pode variar de 1.000 a 4676 mg por 100ml de suco (CARVALHO & MANICA, 1993; GONZAGA & SOARES, 1994).

A vitamina C é essencial à saúde, desempenhando papel fundamental no desenvolvimento e regeneração dos músculos, pele, dentes e ossos, na formação do colágeno, na regulação da temperatura corporal, na produção de diversos hormônios e no metabolismo em geral. As frutas frescas, principalmente as cítricas como a acerola, são boas fontes de vitamina C (ANDRADE et al., 2002).

Entretanto, apesar do alto valor nutricional, seu consumo restringe-se às proximidades das regiões produtoras, normalmente nas formas “in natura”, de suco engarrafado ou de polpa congelada. Produtos de acerola que passaram pelos processos de pasteurização e congelamento apresentaram maior retenção de vitamina C ao final do período de armazenagem. Assim, em função dos processos utilizados na sua elaboração, o sorvete poderia ser um bom produto para incorporação da acerola, sem que houvesse grande perda do seu valor nutricional (YAMASHITA et al., 2003).

Segundo Venâncio (2000), a acerola pode ser consumida de várias outras formas: "in natura" ou em suco, licor, geléia, xarope, sorvete, em calda e pastas. Pode ainda ser usada na preservação de outros sucos refrigerados ou no enlatamento industrial, já que a vitamina C é um antioxidante natural. Da acerola, pode ser feito também um excelente

vinho e, nos Estados Unidos, a acerola também é encontrada na forma de comprimidos vendidos em farmácias; cada comprimido contém 100mg de vitamina C.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Processamento de Produtos de Origem animal e no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe. Foram utilizados 2Kg de acerola (*Malpighia glabra L*) adquiridos no Mercado Municipal de Aracaju - SE, para obtenção do suco de acerola e, posteriormente, elaboração do sorvete.

As condições de processamentos e equipamentos foram fixadas. A temperatura ambiente permaneceu controlada em 25°C e 78% umidade relativa e as condições de aquecimento, agitação, mistura, resfriamento, aeração e congelamento foram sistematicamente mantidas no decorrer de todos os processamentos.

4.1 Ingredientes

Na formulação do sorvete comum foram utilizados 2Kg de acerola (*Malpighia glabra L*) comprados no Mercado Municipal de Aracaju-SE, para obtenção do suco de acerola, Emustab (Duas Rodas Industrial Ltda.), que é um emulsificante à base de monoglicerídeos destilados, monoestearato de sorbitana e polisorbato 60 (10 gramas), Super liga neutra (Duas Rodas Industrial Ltda.), que é um espessante à base de sacarose, carboximetil-celulose e goma guar (10 gramas), leite integral pasteurizado (1 litro), leite integral em pó (100 gramas), açúcar refinado (200 gramas), gordura vegetal hidrogenada (100 gramas).

4.2 Processo de fabricação

O início do preparo do sorvete consiste na pesagem dos ingredientes para efeito de cálculo e rendimento e para que se tenha um bom balanceamento na sua formulação. Em seguida, foi feita a homogeneização dos ingredientes, durante cinco minutos,

iniciando-se primeiramente com todos os ingredientes líquidos (leite, gordura e/ou gel de amido modificado) que foram agitados e aquecidos, em seguida, foram adicionados os ingredientes em pó (açúcar e leite em pó) que foram misturados entre si até obter um pó homogêneo. Foram pasteurizados com temperatura de 83° C por dois minutos. Em seguida, a mistura foi levada ao liquidificador industrial durante cinco minutos para realizar nova homogeneização e logo após foi para maturação onde permaneceu aproximadamente 24 horas a 5°C, como mostra a Figura 4.



Figura 4. Maturação a 4°C.

Uma vez maturada, a mistura foi acrescida do suco de acerola, e procedeu-se o congelamento, que foi realizado de forma simultânea a batidura. As Figuras 5 e 6 mostram a produção do sorvete antes, durante e depois do batimento e incorporação de ar. A Figura 7 mostra a adição de outros ingredientes durante o batimento após a maturação.



Figura 5. Base para sorvete antes do batimento e incorporação de ar.



Figura 6. Batimento e incorporação de ar.

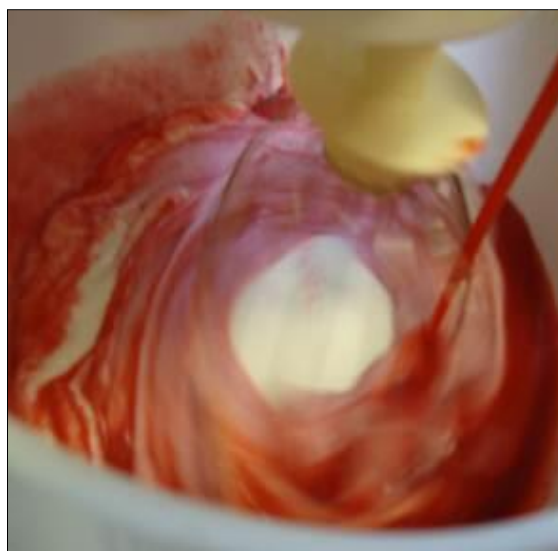


Figura 7. Adição de ingredientes durante o batimento.

Após o batimento, é atingido o ponto de consistência esperado, o sorvete é acondicionado em embalagens definitivas para posterior congelamento nas temperaturas de -18 e -80 °C. A Figura 8 mostra a embalagem no qual o sorvete foi armazenado.



Figura 8. Embalagem do sorvete para posterior congelamento.

Para o congelamento do sorvete de acerola foram utilizados dois métodos: o congelamento rápido, utilizando ultrafreezer Sanyo scientific MDF U73VC serial n° 09110962, numa temperatura de -80°C e o congelamento lento, utilizando freezer Electrolux Fe 26 numa temperatura de -18°C . A formulação do sorvete de acerola foi a mesma para os dois tipos de congelamento. O tempo e número de batimentos foram fixados baseando-se em testes preliminares para verificação do máximo em overrun obtido.

Durante todas as etapas houve acompanhamento sistemático da temperatura, fixando desvios máximos tolerados de 2°C para temperatura do produto (termômetro colocado no ponto central do recipiente contendo o produto). Considerando que diferentes tempos de batimentos provocam variações na distribuição dos cristais de gelo do produto, os tempos e condições de batimentos foram rigorosamente respeitados. As condições para trocas térmicas foram estabelecidas e mantidas para cada um dos processamentos.

O fluxograma do processo de produção do sorvete de acerola é apresentado na Figura 9.

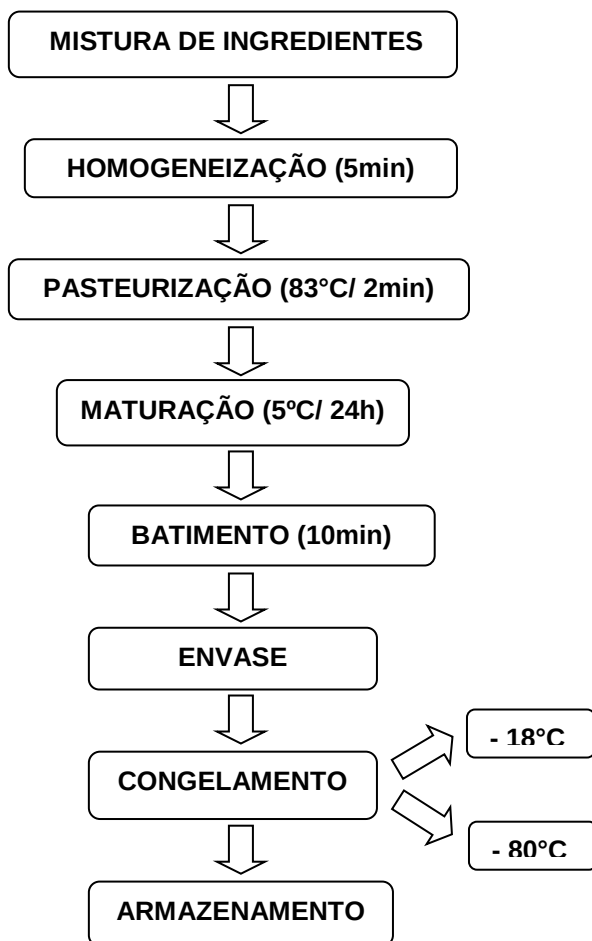


Figura 9. Fluxograma de produção do sorvete de acerola.

4.3 Análises físico-químicas

Foram realizadas determinações de overrun, microscopia, carboidratos totais, umidade, cinzas, proteínas, pH, lipídeos, sólidos solúveis, vitamina C e teste de derretimento, conforme as normas analíticas do Instituto Adolf Lutz (2005; 2008).

- **Overrun**

A realização desta análise informa a relação entre o tempo de maturação e o rendimento do produto final, podendo caracterizar o tempo mínimo da maturação necessária para obter a máxima qualidade desejada de cada sabor (MORETTI, 1997). Foram coletadas amostras do sorvete elaborado através dos dois métodos de congelamento (lento e rápido) antes e após os processos de batimento e incorporação de ar, para a realização dos cálculos. O *overrun* foi calculado pela seguinte fórmula:

$$\%overrun = \frac{(V_{final} - V_{inicial})}{V_{inicial}} * 100$$

Onde:

V_{final} é o volume do produto aerado e $V_{inicial}$ é o volume inicial da mistura não aerada.

- **Microscopia**

Para a análise microscópica do sorvete após os dois processos de congelamento (lento e ultracongelamento) foi utilizado microscópio digital da marca Dino Lite a 60 e 230x. Esta análise teve como objetivo visualizar e analisar o tamanho e a distribuição das bolhas de ar e dos glóbulos de gorduras e demais partículas do sorvete. Em um nível microscópico se verifica que o sorvete é composto de quatro fases: gelo, ar, gordura e uma solução concentrada aquosa.

- **Carboidratos totais**

O teor de carboidratos totais foi determinado por diferença entre 100g do produto e o teor de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas para a polpa de acerola (LUTZ, 2005).

- **Umidade**

Para a determinação do teor de umidade, as amostras foram colocadas em estufa a 105°C por 24 horas. Após esse período, as mesmas foram retiradas da estufa, colocadas em dessecador para resfriar e posteriormente serão pesadas (ADOLFO LUTZ, 2005).

- **Cinzas**

O princípio deste método fundamenta-se na perda de peso que ocorre quando o material é incinerado a 550 °C, com destruição da matéria orgânica, sem apreciável decomposição dos constituintes do resíduo mineral ou perda por volatilização (LUTZ, 2008).

- **Proteínas**

O teor de nitrogênio foi medido pelo método de Kjeldahl. Baseia-se no aquecimento da amostra com ácido sulfúrico e catalizador para a digestão até que o carbono e o hidrogênio sejam oxidados. O nitrogênio da proteína é reduzido e transformado em sulfato de amônia. Adiciona-se NaOH concentrado e aquece-se para a liberação da amônia dentro de um volume conhecido de uma solução de ácido bórico, formando borato de amônia. O borato de amônia formado é dosado com uma solução ácida (HCl) padronizada. O fator utilizado para conversão do teor de nitrogênio em proteína bruta será de 6,25 (LUTZ, 2008).

- **pH**

Este procedimento baseou-se na leitura de pHmetro à 24°C. Antes de fazer qualquer medida, este aparelho foi calibrado com água destilada e logo em seguida, o pH da amostra foi determinado fazendo-se a leitura no alimento (LUTZ, 2008).

- **Lipídeos**

Foram determinados pelo método de Rose-Gottlieb. Neste método, a amostra foi inicialmente tratada com hidróxido de amônio e álcool. O álcool precipitou a proteína que se dissolveu no hidróxido, facilitando a extração das gorduras com uma mistura de éteres. O resultado foi expresso em porcentagem em massa de gordura, conforme descrito em Lutz (2008).

- **° Brix**

Foi medido pelo refratômetro Abbé de bancada, conforme descrito em Lutz (2008).

- **Vitamina C**

Foi determinado através de titulometria pela reação com o corante 2,6-diclorofenol indofenol, conforme descrito em Lutz (2008).

- **Testes de derretimento**

O teste foi realizado de acordo com o procedimento descrito por Granger et al. (2005) com modificações descritas a seguir. Amostras de sorvete de aproximadamente 90 mL foram transferidas para tela metálica de abertura 0,5 cm suportada por funil de vidro então apoiados sobre proveta (100 mL). A temperatura ambiente foi mantida a 26 ± 1 °C e o volume de sorvete drenado foi registrado a cada cinco minutos com auxílio de um cronômetro.

A partir dos dados obtidos, foram construídos gráficos do tempo em função do volume derretido. Paralelamente, foi realizado o registro fotográfico das amostras a cada cinco minutos.

4.4 Análise sensorial do produto

A análise sensorial foi aplicada no Laboratório de Análise Sensorial, numa sala reservada para a respectiva análise. Aplicou-se o método afetivo mediante um teste hedônico que consiste de uma escala de nove pontos variando de “gostei extremamente” (9 pontos) até “desgostei extremamente” (1 ponto). Neste trabalho, foram utilizados, em média, 60 provadores não treinados onde cada provador recebeu duas amostras de sorvete (-18°C e -80°C) codificadas com algarismos aleatórios de três dígitos. Os provadores não eram informados sobre as formulações ou objetivos da pesquisa; experimentaram e classificaram de acordo com seu julgamento descrevendo se gostou ou desgostou do produto; não eram informados sobre as formulações ou objetivos da pesquisa e poderia repetir o teste, neste caso, receberia uma nova série de amostras codificadas diferentemente, os provadores foram incentivados a escrever suas opiniões a respeito de cada um dos produtos, principalmente em caso de preferência ou rejeição de alguma amostra.

O teste foi utilizado para determinar a aceitação do produto após o processamento. Os resultados foram avaliados por ANOVA e teste Tukey ($p=5\%$) utilizando o software Assistat 7.6.

A análise sensorial serve para apreciar as características organolépticas de um produto através dos órgãos do sentido para investigar as preferências ou aversões por um alimento (MORI YOTSUYANAGI, FERREIRA 1998; BEHRENS & SILVA 2000).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises físico-químicas

Não houve diferenças significativas entre os dois processos de congelamento para as características físico-químicas, com exceção do teor de sólidos solúveis, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. Composição centesimal do sorvete congelado no ultrafreezer e no freezer convencional.

Análises	Ultrafreezer (-80°C)	Convencional (-18°C)
Umidade (%)	53,90 a (+/- 1,94)	54,00 a (+/- 1,52)
Cinzas (%)	1,15 a (+/- 0,15)	1,15 a (+/- 0,25)
Proteínas (%)	2,51 a (+/- 0,32)	2,50 a (+/- 0,55)
Lipídios (%)	3,30 a (+/- 0,30)	3,23 a (+/- 0,25)
°Brix	48,50 b (+/- 0,30)	46,80 a (+/- 0,42)
pH	6,49 a (+/- 0,05)	6,52 a (+/- 0,25)
Overrun (%)	110	110
Carboidratos (%)	39,54 (+/- 0,32)	39,62 (+/- 0,23)
Ácido Ascórbico (mg/100g)	145 a (+/- 1,74)	145 a (+/- 1,24)

Segundo a legislação brasileira, os gelados comestíveis devem atender os valores mínimos de 28% de sólidos totais, 2,5% de gordura láctea e 2,5% de proteínas do leite (BRASIL, 1999, 2005). As amostras de sorvete analisadas atenderam os requisitos exigidos na legislação.

Pazianott et al., (2010) analisaram sorvetes artesanais comercializados na região de Arapongas-PR e encontraram teores de lipídeos de 8,21, 4,94 e 7,51% nas amostras analisadas e um pH médio de 6,5. Santana, Matsuura e Cardoso (2003), pesquisaram genótipos melhorados de mamão e avaliaram tecnologicamente os frutos na forma de sorvete, sendo que neste estudo em sorvetes de cinco genótipos de mamão, foram encontrados valores razoáveis de proteínas, cerca de 1%. Paralelamente a estes

resultados encontrados nas pesquisas citadas, observou-se que o conteúdo proteico se mantém, em seus níveis, conforme o alimento utilizado para elaboração dos sorvetes, já que o mamão não é uma fonte rica em proteínas.

Em trabalho prévio de Santana et al. (2003), o pH de sorvetes produzidos com diferentes genótipos de mamão e leite de vaca variou 5,53 e 5,87, ou seja, menores aos encontrados nesta pesquisa. O pH e acidez total titulável dos sorvetes são parâmetros influenciados pela fruta usada na formulação.

Os sorvetes apresentaram valores condizentes com a legislação no que diz respeito a sólidos solúveis (BRASIL, 1999), a qual determina que sorvetes com frutas deve ter o mínimo de 26% deste componente.

Nota-se que no parâmetro overrun foi encontrado um valor de 110 %, considerado excelente. Este valor é o máximo permitido pela legislação Brasileira (BRASIL, 1999). Valores diferentes foram encontrados por Silva (2006), o melhor overrun conseguido, dentro do procedimento proposto, foi de 50% para amostras com 100% leite. O overrun determina a quantidade de ar incorporada ao sorvete durante o batimento e congelamento. Esta análise tem por objetivo observar qual a relação entre o tempo de maturação e o rendimento final do produto. Contudo, este valor, indica que o processo de maturação foi feito de maneira eficaz já que obteve um bom rendimento do sorvete.

Aquino (2009) caracterizou frutos da acerola *in natura* em estágio de maturação maduro e obteve valor de 1074 mg/100g. Sabe-se que o processamento degrada o ácido ascórbico, fato este que foi comprovado neste trabalho, com 1699 mg/100g. Embora tenha ocorrido uma perda significativa de vitamina C no processamento, a quantidade que fica no produto ainda é satisfatória na ajuda da normalização dos níveis séricos de vitamina C, tornando a industrialização do mesmo uma alternativa para as crianças, pois, este grupo geralmente adora este produto.

Pesquisas comprovaram o benefício da acerola para a saúde. Foi observado que o consumo de suco de acerola (500mg de vitamina C) durante 20 dias foi satisfatório para a normalização dos níveis séricos de vitamina C em idosos (ARANHA et al., 2004), aumento significativo nos níveis sérico médios de vitamina C e hemoglobina em crianças com anemia, sendo sugerida a inclusão da acerola ou produtos derivados da

mesma em programa de alimentação para população de alto risco de anemia (COSTA et al., 2001).

BERNADINI (2003), estudando a viabilidade de *Bifidobacterium longum* e *Bifidobacterium lactis* e seus efeitos na qualidade de sorvete de acerola encontrou nas duas misturas do sorvete um teor de 140 e 144mg/100g de vitamina C, respectivamente. Estes resultados também foram comprovados no presente trabalho.

5.2 Teste de derretimento

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 àquela que tinha antes do congelamento. Atingir esse ponto ideal de derretimento não é sempre compatível com outros fatores que afetam a estrutura do sorvete (THARP, B.W; YOUNG, L.S, 2008).

O comportamento durante o derretimento do sorvete nesta pesquisa foi analisado através do acompanhamento do gráfico do tempo versus volume do sorvete drenado (Figura 10). Observou-se que o sorvete convencional começou a descongelar antes do ultracongelado, fato este que pode ser explicado a temperatura de congelamento e armazenamento, ou seja, uma temperatura mais elevada (-18°C) quando comparado ao sorvete ultracongelado (-80°C) no qual apresentou maior consistência e resistência ao derretimento devido à temperatura que o mesmo foi congelado e armazenado. Este resultado pode ser observado nas Figuras 10 e 11.

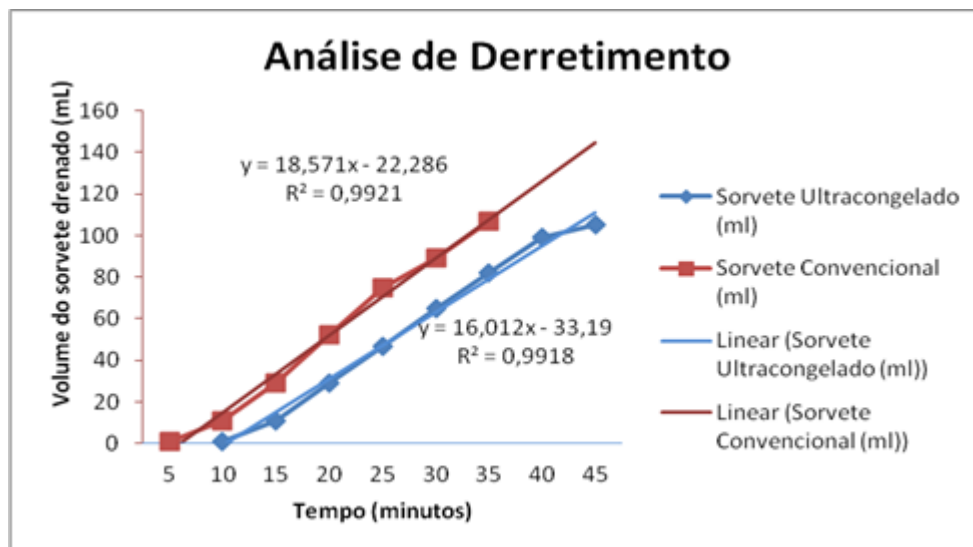


Figura 10. Variação do volume de sorvete drenado, obtido nas temperaturas de -18°C e -80°C , em temperatura ambiente (25°C)

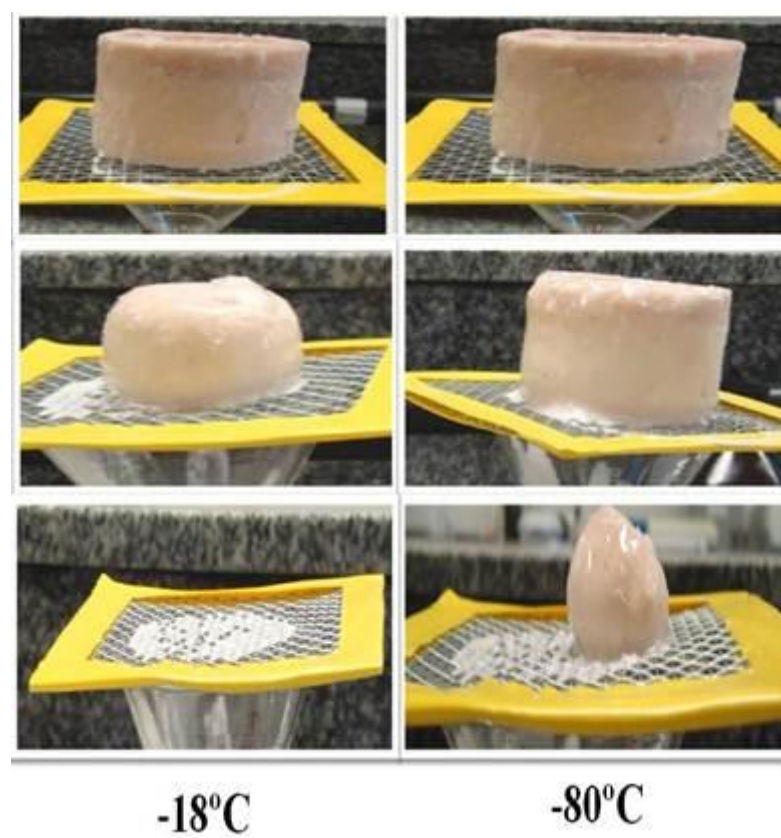


Figura 11. Comportamento das amostras durante teste de derretimento do sorvete de acerola.

De acordo com Tharp et al. (2008) o derretimento (conversão de gelo em água) acontece em velocidades quase iguais em porções de sorvetes de configuração e massa similares, independente da sua composição. Os termos “derretimento rápido” ou “derretimento lento”, na realidade, refletem o grau no qual o sorvete retém sua forma quando derreter. Não obstante, a convenção de usar esses termos para descrever o comportamento de derretimento é bem enraizada e pode ser usada, contanto, que o verdadeiro significado do fenômeno que está sendo descrito seja bem compreendido. Vale salientar que neste trabalho foram utilizados a mesma formulação para a obtenção do sorvete o diferencial foram as temperaturas de congelamento e armazenamento.

A regressão linear permitiu obter equações para o derretimento do sorvete convencional ($y = 18,571x - 22,286$) e ultracongelado ($y = 16,012x - 33,19$). Os dados, previamente selecionados, forneceram mediante regressão linear ($R^2 > 0,99$) a velocidade de drenagem (inclinação da reta) e o tempo inicial de drenagem (intersecção com o eixo dos x).

O registro visual das amostras durante o derretimento (Figura 11) forneceu subsídios para acompanhar o colapso da estrutura e complementa a interpretação da Figura 10.

O teste de resistência ao derretimento foi registrado e comparado através de fotografias (Figura 11). Observou-se que o sorvete ultracongelado manteve sua estrutura e forma por mais tempo, quando comparado ao sorvete convencional. Após cinco minutos, o sorvete convencional, o qual possui textura mais suave, derreteu completamente sem praticamente deixar volume retido na tela, possibilitando que todo o volume derretido fosse drenado e computado. O sorvete ultracongelado, ao contrário, apresentou textura mais viscosa e maior volume retido. Segundo Tharp, B. W et al., (2008) a aparência do sorvete à medida que ele derrete é extremamente importante na percepção global do consumidor quanto à 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.

Do ponto de vista físico, o sorvete é um sistema multifásico complexo, no qual bolhas de ar, glóbulos de gordura parcialmente coalescidos e cristais de gelo estão

dispersos em uma solução viscosa (KOXHOLT et al., 2001). Esses elementos formam uma rede tridimensional responsável pela estrutura do sorvete (BOLLIGER et al., 2000). Durante o derretimento, dois eventos principais acontecem: o derretimento dos cristais de gelo e o colapso da estrutura espumosa lipídica estabilizada (GOFF, 2005). O fenômeno do derretimento é governado por vários fatores, entre eles a taxa de incorporação de ar ou overrun (SOFJAN; HARTEL, 2004), as interações lipídicas e a cristalização da gordura (GRANGER et al., 2005), tipo e concentração de emulsificante (BOLLIGER et al., 2000), além do diâmetro dos glóbulos de gordura (KOXHOLT et al., 2001; OLSON et al., 2003). Vale ressaltar que as condições experimentais foram mantidas idênticas para os dois grupos experimentais de modo a minimizar a influência da temperatura exterior e taxa de transferência de calor, as quais, segundo Goff (2005), podem influenciar o derretimento de sorvetes.

5.3 Análise sensorial

Foram avaliados os atributos cor, sabor, textura, aparência e a média de aceitação global através da escala hedônica estruturada de 9 pontos, indicando a amostra preferida.

Para os atributos sensoriais, as médias obtidas pela amostra do sorvete ultracongelado foram superiores às demais (Tabela 2). O congelamento rápido retém maior quantidade de sólidos solúveis o que torna o sorvete mais saboroso e com textura cremosa. Logo, o sorvete de acerola utilizando o congelamento rápido foi o mais aceito pelos provadores, sendo o preferido como intenção de compra. Os dados referentes à análise sensorial podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2. Média dos atributos da análise sensorial de sorvete de acerola

Atributo	Ultracongelado (-80 °C)	Convencional (-18 °C)
Cor ^{1,2}	7,86667 ^a	7,53333 ^a
Aparência ^{1,2}	7.63333 ^a	6.75000 ^b
Sabor ^{1,2}	7.55000 ^a	6.56667 ^b
Textura ^{1,2}	7.46667 ^a	6.11667 ^a
Aceitação global ^{1,2}	7.25000 ^a	6.15000 ^a

¹ 1 = desgostei extremamente, 9 = gostei extremamente;

² numa mesma linha, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a $p < 0,05$.

Na comparação entre os dois processos de congelamento, das amostras de sorvete pode-se verificar que os atributos aparência e cor tiveram as maiores notas no processo de ultracongelamento. É possível que isso tenha acontecido por esta amostra apresentar aspecto mais concentrado e uniforme quando comparado com o convencional. Alguns provadores comentaram nas amostras processadas pelo processo convencional os cristais de gelo eram perceptíveis, pois se encontravam em tamanhos relativamente grandes. Segundo Soler e Veiga (2001) esta percepção dos cristais de gelo se deve pelo congelamento lento.

O atributo que obteve a melhor nota, em ambas as amostras analisadas, foi a cor. Segundo Clydesdale (1993), a cor é um dos principais atributos sensoriais e está associada a muitos aspectos da vida humana, influenciando decisões, incluindo as que envolvem a escolha dos alimentos. Em trabalho prévio de Rocha et al (2010), em sorvete elaborado à base de leite de cabra, a cor também obteve as maiores notas quando comparou-se o sorvete elaborado à base de leite bovino e caprino.

Segundo (MELGAARD et al.,1991), a aparência é frequentemente o único atributo em que se baseia a decisão de rejeitar ou não o alimento, assim sendo como se obteve uma média alta para este parâmetro supõe-se que o produto possui grande potencial de aceitação pelo consumidor. Logo, o sorvete ultracongelado obteve maior nota devido a sua temperatura de congelamento deixar sua aparência de produto mais concentrado. Em sorvetes de creme à base de leite de cabra, este atributo também obteve uma das maiores notas quando comparou-se o sorvete à base de leite bovino e caprino (Rocha et al, 2010).

Em termos de sabor, houve diferença significativa, sendo a nota média atribuída para o sorvete ultracongelado maior que o convencional (7,15 e 6,76 respectivamente). O sorvete tradicional obteve nota menor no atributo sabor, revelando ser menos aceito. Acredita-se que isso ocorreu, porque o sorvete armazenado a -18°C apresentou sabor menos concentrado quando comparado ao ultracongelado.

Esses resultados evidenciam que os sorvetes foram relativamente bem aceitos pelos provadores, indicando que é possível a elaboração de produtos a base de acerola com boa aceitabilidade no mercado consumidor.

5.4 Análise Microscópica

A estrutura dos sorvetes com as duas temperaturas de congelamento foi avaliada através da microscopia digital (Figuras 12a, 12b e 12c): a emulsão aerada apresentou-se como bolhas de ar, estruturas elétricas (claras) essencialmente esféricas ou com leves distorções e de limites pouco definidos descritas como "bolhas de ar", e cristais (gelo e/ou lactose), apresentados como estruturas elétricas e retas alongadas identificadas na figura como "cristal", dispersos em uma fase de partículas menores denominada "matriz", em conformidade com a descrição fornecida por GOFF, 1997a.

Em todas as formulações, observou-se uma rede de aglomerados de gotículas de gordura (formas elétricas, essencialmente esféricas e de limites bem definidos), parcialmente distribuída na periferia das bolhas de ar, resultantes de coalescência parcial ocorrida durante o processo concomitante de aeração e congelamento; de modo semelhante aquele descrito por GOFF e JORDAN, 1989.

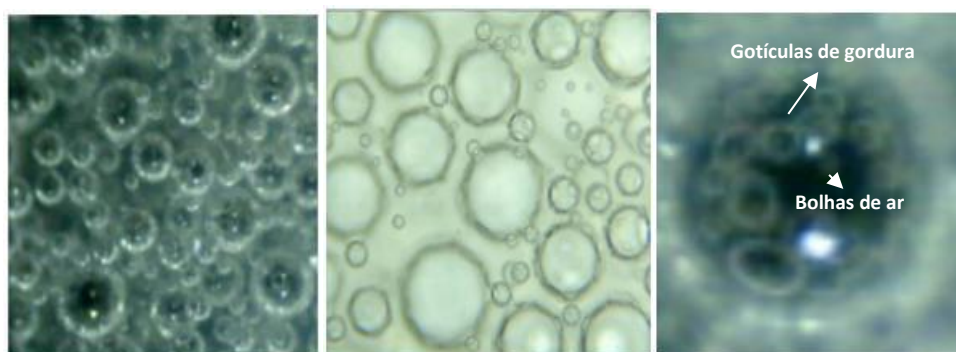


Figura 12a, 12b e 12c – Estrutura microscópica do sorvete de acerola congelado a -80°C

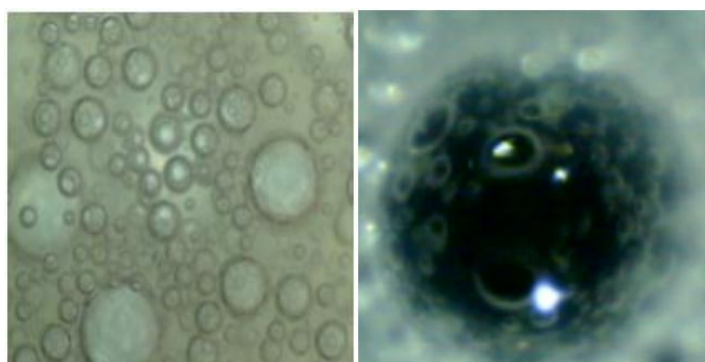


Figura 13a e 13b – Estrutura microscópica do sorvete de acerola congelado a -18°C

Constatou-se, através da avaliação das Figuras 12 e 13, que podemos confirmar microscopicamente a maior estabilidade do sorvete ultracongelado, também já demonstrada pelo teste de derretimento, visualizando as bolhas de ar, que se apresentaram relativamente em maior número e tamanho, além de estarem menos dispersas, proporcionando um sorvete mais concentrado e uniforme proporcionando melhor sabor, aparência, textura e uma maior aceitabilidade do sorvete ultracongelado.

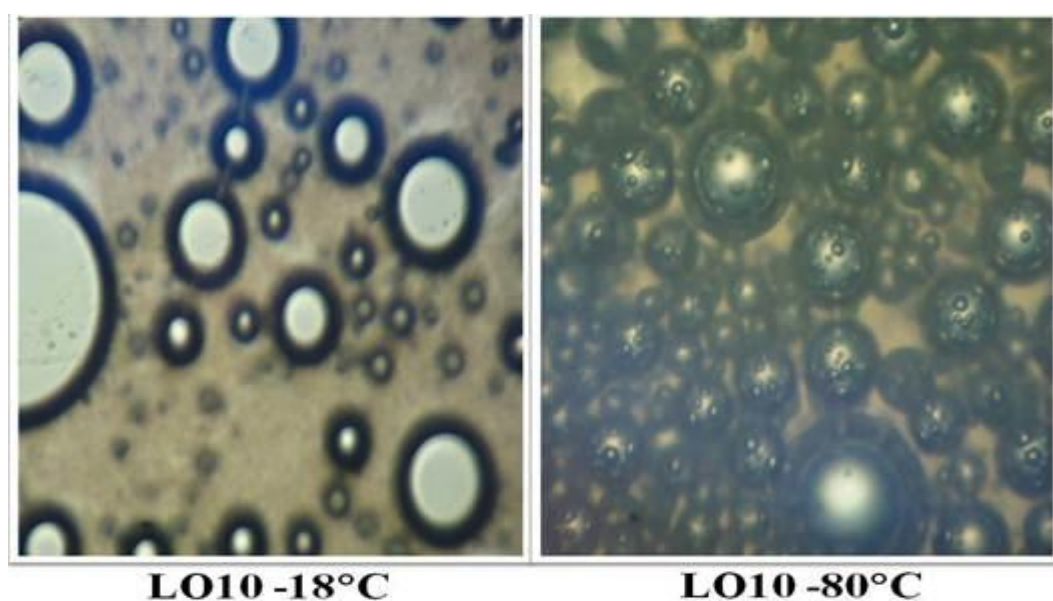


Figura 14- Estrutura do sorvete de acerola através de lente objetiva de 60x.

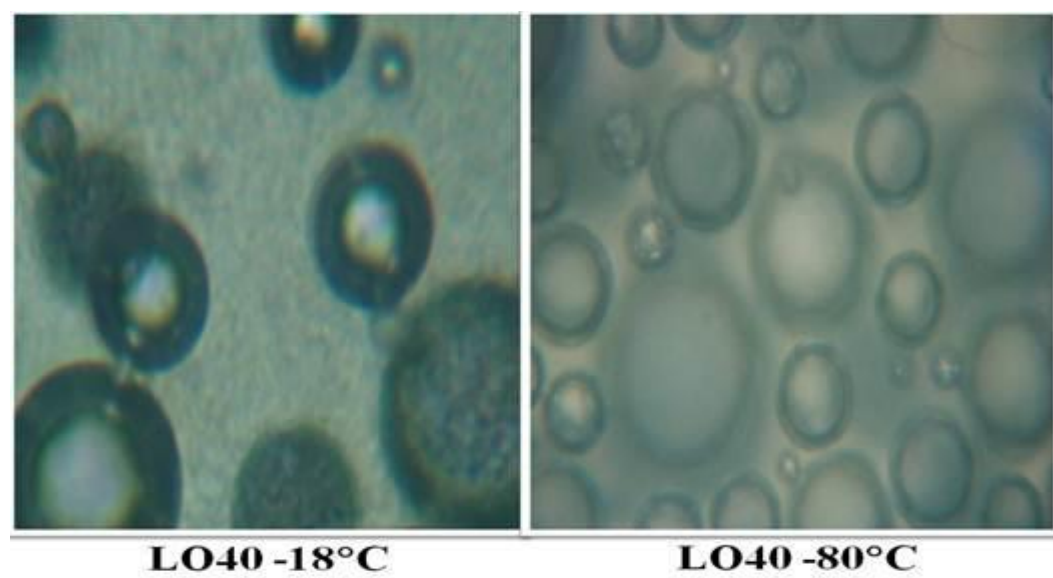


Figura 15- Estrutura do sorvete de acerola através de lente objetiva de 230x.

Goff et al. (1989), Hartel (1996), Berger (1997) e Goff (1997) recomendam realizar uma análise microscópica do sorvete, pois é uma técnica de fundamental relevância para a realização de análises qualitativa e quantitativa em amostras de sorvetes, com o objetivo de visualizar e analisar o tamanho e a distribuição das bolhas de ar, dos cristais de gelo e de demais partículas.

6. CONCLUSÃO

É possível a produção de sorvete rico em vitamina C e que o método de armazenamento a -80°C proporciona melhor qualidade sensorial ao sorvete tendo uma maior aceitabilidade do consumidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIS- **Associação Brasileira da Indústria do Sorvete**. 2010. Disponível em < <http://http://www.abis.com.br/> >. Acessado em outubro de 2011.

AMIOT, J. **Ciência y tecnologia de la leche**. Zaragoza: Acribia, 1991. 547p.

ANDRADE, R. S. G.; DINIZ, M. C. T.; NEVES, E.A.; NÓBREGA, J.A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclética Química**, v.27, n.especial, p. 393-401, 2002.

AQUINO, A.C.S. **Estudo da estabilidade de compostos bioativos do fruto e da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C) submetidos a processos de congelamento criogênico e mecânico**. Dissertação de mestrado - UFS-2009, Aracaju-SE, 128p.

ARANHA, F.Q.; MOURA, I.S.A.; SIMÕES, M.O.S. et al. Normalização dos níveis séricos de ácido ascórbico por suplementação com suco de acerola (*Malpighia glabra* L.) ou farmacológica em idosos institucionalizados. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.17, n.3, p. 309-317, 2004.

ARAÚJO, P.S.R. *Acerola*. Campinas: Fundação Cargill. 1994. 81p. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Senso Agropecuário 1996**. Disponível:<http://www.ibge.gov.br/ibge/estatística/economia/agropecuário/censoagro/35/d35_t10.shtm>. Acessado em 27 de agosto de 2011.

ARBUCKLE, W. S. **Ice cream**. 3rd ed. Westport: AVI Publ., 1977. 517p.

ARBUCKLE, W.S. **Ice cream**. 3 ed. USA: AVI Publishing Company, 1986. 517 p.

ARMONDES, M. P. O. **Aspectos microbiológicos e higiênico-sanitários de sorvetes em suas etapas de elaboração, produzidos artesanalmente na cidade de Goiânia.** 1998. 83 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Tropical)- Instituto de Patologia e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1998.

BEHRENS, Jorge Herman; SILVA, Maria Aparecida Azevedo P. Perfil sensorial de vinhos brancos varietais brasileiros através de análise descritiva quantitativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.1, p.60-67, 2000.

BERGER, K.G. **Ice cream.** Food Emulsions. 3.ed. New York, p.413-490, 1997.

BERNARDINI, S. **Viabilidade de Bifidobacterium longum e Bifidobacterium lactis e seus efeitos na qualidade de sorvete de acerola.** 2003.25p.

BODYFELT, F. W.; TOBIAS, J.; TROUT, G. M. **Sensory evaluation of ice cream and related products.** The sensory evaluation of dairy products. New York: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 1988, p. 166-226.

BOLLIGER, S. GOFF, H.D. e THARP, B.W. **Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream.** International Dairy Journal, v.10, n.10, p.303-309, 2000.

BRASIL. **Portaria nº 540 – SVS/MS, de 27 out. 1997.** Aprova o regulamento técnico: aditivos alimentares – definições, classificação e emprego. Diário Oficial da União, Brasília, 28 out. 1997.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 379 de 26 de Abril de 1999.** Diário Oficial da República do Brasil, Brasília, abr. 1999.

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o regulamento gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. Diário Oficial da União, Poder Executivo, 23 de set. 2005.

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.

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.

CARVALHO, R.I.N. de; MANICA, I. **Acerola: composição e armazenamento de frutos**. Cadernos de Horticultura da UFRGS, Rio Grande do Sul, v.1, n.1, p. 1-7, 1993. (Boletim Técnico).

CHANG, Y.W.; HARTEL, R.W. **Development of air cells in a batch ice cream freezer**. Journal of Food Engineering, London, v.53, n.1, 2002.

CHARLEY, H.; WEAVER, C. **Fats and oils**. Foods: a scientific approach. 3.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998a, cap. 15, p. 243-268.

CHARLEY, H.; WEAVER, C. **Sugars, alternative sweeteners, and confections**. Foods: a scientific approach. 3.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998b, cap. 8, p. 118-135.

CLYDESDALE, F.M.; Color as a factor in food choice. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 33, n.83, 1993.

COSTA, O. P.; LUSTOZA, D. C. **Industrialização de Sorvetes**. Germantown International Limited, 2000.

COULTATE, T. P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 368p.

DICKINSON, E.; STAINSBY, G. **Colloids in Foods**. London: Applied Science Publishers, 1982. p. 382-383.

DONHOWE, D.P.; HARTEL, R.W. **Recrystallization of ice during bulk storage of ice cream**. International Dairy Journal, 1996.

EARLY, Ralph. **Tecnologia de los productos lácteos**. Zaragoza: Acribia, 2000. 459 p.

FENNEMA, O.R. Instability of nonequilibrium states of water in frozen foods. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.11, n.2, p.152-169, 1991.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2.ed. Tradução de Pedro Roncales Rabinal; et al. Zaragoza: Acribia, 1993. Tradução de: Food Chemistry.

FREELAND-GRAVES, J. H.; PECKHAM, G. C. **Foundations of food preparation**. 6. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1996. 750p.

GARSID, J. **General principles of crystallization**. Food Structure and Behaviour. Academic, 1987. p.35-65.

GOFF, H.D.; KINSELLA, J.E. e JORDAN, W.K. Influence of various milk protein isolates on ice cream emulsion stability. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.2, p.385-397, 1989.

GOFF, H.D. Low-temperature stability and the glassy state in frozen foods. Food Research International. Ontario, v.25, p.317, 1992.

GOFF, H.D. Colloidal aspects of ice cream- A review. **International Dairy Journal**, v.7, n. 6, p.363-373, 1997.

GOFF, H.D. **Ice cream. Advanced dairy chemistry**. 3.ed. Cap. 24, v. 1, p.1063-1085. 2003.

GOFF, H.D.; VERESPEJ, E.; SMITH, A.K. A study of fat and air structures in ice cream. **International Dairy Journal**, v. 9, n. 11, p.817-829, 1999.

GOFF, H. D et al. **Ice cream under control**. Dairy Ind.Int., v. 66, n. 1, p. 26-30, 2001.

GOFF, H.D.; JORDAN, W.K. Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.1, p.18-29, 1989.

GOFF, H. D. **Structure of ice cream: Dairy Science and Technology website (2005)**. Disponível em: <[http:// www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/icstructure.html](http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/icstructure.html)>. Acesso em: 12 out. 2012.

GOFF, H. D. 65 years of ice cream science. **International Dairy Journal** (2008). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.03.006>>. Acesso em 23 jul. 2011.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J.M. **Acerola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília/DF: EMBRAPA/SPI, 1994. 43p. (Série Publicações Técnicas Frupep, 10).

GRANGER, C.; LEGER, A.; BAREY, P.; LANGENDORFF, V.; CANSSELL, M. **Influence of formulation on the structural networks in ice cream**. International Dairy Journal, Barking, v. 15, n. 3, p. 255-262, 2005.

GUINARD, J. X.; ZOUMAS-MORSE, C.; MORI,L.; PANYAM, D.; KILARA, A. Effect of sugar and fat on the acceptability of vanilla ice cream. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, n. 11, p. 1922-1927, 1996.

HARTEL. R.W. Ice crystallization during the manufacture of ice cream. **Trends in Food Science & Technology**. v.7, p.315-320, 1996.

INNOCENTE, N.; COMPARIN, D.; CORRADINI, C. Proteose-peptone whey fraction as emulsifier in ice-cream preparation. **International Dairy Journal**, Barking, v. 12, n. 1, p. 69-74, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. Ed. Adolfo Lutz, 4^a ed., São Paulo, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, p. 1020.

KATO, N. M., **Propriedades Tecnológicas de Formulações de Sorvete contendo Concentrado Protéico de Soro (CPS)**. Dissertação de Mestrado UFRRJ, 2002.

KEENEY, P. G.; KROGER, M. Frozen dairy products. In: WEBB, B. H.; ALFORD, J. A. **Fundamentals of dairy chemistry**. 2. ed. Westport: Avi Books, 1987, cap. 14, p. 873-913.

KILARA, A. **Ingredients: Sugar, corn sweeteners and other sweetening agents**. In: The Penn State Ice Cream Short Course, Pensilvânia, 1997, cap.2, p. 35- 43.

KOEFERLI, C. S.; SCHWEGLER, P. P.; HONGCHEN, D. **Application of classical and novel sensory techniques in product optimization**. *Milchwissenschaft*, v. 31, n. 5, p. 407-417, 1998.

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.

KOXHOLT, M.; EISEMANN, B.; HINRICHS, J. **Effect of the fat globule size on the meltdown of ice cream.** Journal of Dairy Science, v. 84, p. 31-37, 2001.

LEANDRO, E. et al. **Sobrevivência de Lactobacillus delbrueckii UVF H2b20 em sorvete.** Inst. Lat. Cândido Tostes, v. 64, p. 300-303, 2006.

MADRID, A. V., CENZANO, I., VICENTE, J.M. **Manual de Indústrias dos Alimentos.** São Paulo: Livraria Varela, 1996. 599p.

MARSHALL, R.T., ARBUCKLE, W.S. **Ice cream.** International Thomson Publishing, 5ª ed. 1996.

MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. (Ed.) **Ice cream.** 6th ed. New York: Kluwer Academic/Plenum Publ., p. 11-50, 2003.

MARTIN, C. A.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E. Ácidos graxos trans: implicações nutricionais e fontes na dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 361-368, 2004.

MEILGAARD, M; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques.** Boca Raton: CRC PRESS. 1991. 394 p.

MORETTI, M.H. **Elaboração de sorvetes.** Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, 1997. 121 p.

MORI, E. E. M., YOTSUYANAGI, K.; FERREIRA, V. L. F. Análise sensorial de goiabadas de marcas comerciais. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.1, p.105-110, 1998.

MOSQUIM, M. C. A., **Fabricando sorvetes com qualidade**. São Paulo. Fonte Comunicações e Editora, 1999. 120 p.

NARAIN, N.; FERREIRA, D.S.; ARAGÃO, G.C.; ARAGÃO, W.M. Tecnologia do processamento do fruto. In: SILVA JÚNIOR, J.F.; LÉDO, A.S. **A cultura da mangaba**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006, cap. 17, p.221-232.

NONINO, C.A. **Unesp de Jaboticabal faz melhoramento de acerolas**. Suplemento Agrícola do Estado de São Paulo, abril de 1977.

PEREDA, J.A.O.; RODRÍGUEZ, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L.H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de alimentos**, Porto Alegre: Artmed, v.2, 2005.

PORTO, O. L. **Uma importante etapa na produção perfeita do sorvete: homogeneização**. Sorveteria Bras., v. 122, p. 37-38, 1998.

ROCHA, E. M. S da; DAGA, A.; FRIZON, J.S.; ROMAN, J.A. **Análise sensorial de sorvete de creme elaborado à base de leite de cabra**. Expo UT 2010. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2010.

RUSSELL, A.B.; CHENEY, P.E. WANTLING, S.D. Influence of freezing conditions on ice crystallization in ice cream. **Journal of Food Engineering**, v.39, p.179-191, 1999.

SANTANA, L.; MATSUURA, F.; CARDOSO, R. Genótipos melhorados de mamão (Carica papaya L.) avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 151–155, 2003.

SCHWARTZBERG M., UNGER J., WEINDL A. AND LANGE W. (1990) **Distribution of neuropeptide Y in the prosencephalon of man and cotton-head tamarin (Saguinus oedipus): colocalization with somatostatin in neurons of striatum and amygdala.** Anat Embryol (Berl) 181, 157-166.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI DEPARTAMENTO NACIONAL. Guia de elaboração do plano APPCC; geral. **Série Qualidade e Segurança Alimentar**. Projeto APPCC. Convênio CNI / SENAI / SEBRAE. Brasília, SENAI / DN, 1999 (a). 317 p.

SILVA, L.C. **Processamento de alimentos. 2006.** Disponível em: <http://www.agais.com/sa0106_processamento_de_alimentos.pdf>. Acessado em 23 de setembro de 2011.

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.

SOLER, M. P.; VEIGA, P G. **Sorvetes**. Campinas: ITAL/CIAL, 2001. 68 p.

THARP, B. W. et al. **Ingredient functionality**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM HELD IN ATHENS, 1998. Brussels: International Dairy Federation, 1998. p. 54-64.

THARP, B.W.; YOUNG, L.S. Endurecimento do sorvete, causas e prevenção. **Tharp's food technology**. pag-24-31.2008.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. Introducción. In: **Leche y productos lácteos: tecnología, química y microbiología (Série Alimentos Básicos 1)**. Zaragoza: Acribia, 1994, cap. 1, p. 1-44.

VENÂNCIO, M. **Produtor faz pesquisas e experiências com acerola**. 2000. Disponível em: <<http://www.jornal.atarde.com.br/arq01/ru160105.html>>. Acesso em: 08 out 2011.

VICENTE, A. M.; CENZANO, I.; VICENTE, J. M. **Manual de indústrias dos alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. 599p.

VISSEYRE, R. **Lactologia técnica**. Espanha: Acribia, 1972. 631 p.

YAMASHITA, F.; BANASSI, M.T.; TONZAR, A.C.; MORIYA, S.; FERNANDES, J.G. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 23, n.1, p.92-94, 2003.

WALSTRA, P. e JONKMAN, M. Session I: emulsion and foam stabilization. BUCHHEIM, W. Ice Cream - Proceedings of the international symposium held in Athens. **International Dairy Federation**, p.17-24, 1998.