



unopar

---

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU  
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO LEITE**

RAFAEL HONORIO E SILVA

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES  
MARCAS DE EMULSIFICANTES EM SORVETE:  
DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-  
QUÍMICAS, TEXTURA E OVERRUN**

---

Londrina  
2014

**RAFAEL HONORIO E SILVA**

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES  
MARCAS DE EMULSIFICANTES EM SORVETE:  
DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-  
QUÍMICAS, TEXTURA E OVERRUN**

Dissertação apresentada à UNOPAR, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia do Leite.

Orientadora: Profa. Dra. Cíntia Hoch Batista de Souza

Londrina

2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

**Dados Internacionais de catalogação-na-publicação**  
**Universidade Norte do Paraná**  
**Biblioteca Central**  
**Setor de Tratamento da Informação**

S583

Silva, Rafael Honorio e

Estudo do comportamento de diferentes marcas de emulsificantes em sorvete: determinação das características físico-químicas, textura e *overrun* / Rafael Honorio e Silva. Londrina: [s.n], 2014.  
37f.

Dissertação (Mestrado). Ciência e Tecnologia do Leite - Fabricação de Derivados.  
Universidade Norte do Paraná.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Cíntia Hoch Batista de Souza

1- Tecnologia do leite- dissertação de mestrado – UNOPAR 2- Estabilizante 3- aeração 4- Cremosidade 5- Tensoativo I- Souza, Cíntia Hoch Batista de, orient. II- Universidade Norte do Paraná.

CDU 637.1

RAFAEL HONORIO E SILVA

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES MARCAS DE  
EMULSIFICANTES EM SORVETE: DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS, TEXTURA E OVERRUN

Dissertação apresentada à UNOPAR, no Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite, área e concentração em Ciência e Tecnologia do Leite como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

---

Profa. Dra. Cíntia Hoch Batista de Souza  
Universidade Norte do Paraná

---

Prof. Dr. Rafael Fagnani  
Universidade Norte do Paraná

---

Prof. Dr. Leandro Freire dos Santos

Londrina, 01 de Setembro de 2014.

SILVA, Rafael Honorio. **Estudo do comportamento de diferentes marcas de emulsificantes em sorvete**: determinação das características físico-químicas, textura e *overrun*. 2014. 36 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite) – Unidade Piza, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2014.

## RESUMO

O sorvete é uma sobremesa apreciada em todo o mundo, baseado nisso a indústria de lácteos tem crescido no Brasil de maneira expressiva. Os emulsificantes são responsáveis pela cremosidade, rendimento e estabilidade do sorvete. Durante o processo de produção, os emulsificantes melhoram a capacidade de batimento da calda e aumentam a incorporação de ar para deixar uma textura mais suave ao sorvete. Os emulsificantes têm composição variada de acordo com a necessidade da formulação. Os mais utilizados são os polisorbatos, os mono e diglicerídeos, os lactatos e a lecitina. Foram testados três emulsificantes A, B e C, sendo o emulsificante A, composto por mono e diglicerídeos, o emulsificante B com 100% Goma Arábica na sua composição e o emulsificante C composto por mono e diglicerídeos de ácidos graxos, polisorbato 80, goma de tara, goma guar e goma carragena. As formulações foram produzidas em triplicata padronizadas com a concentração de emulsificante indicada pelo fabricante. O objetivo do presente trabalho foi realizar o estudo de diferentes emulsificantes de sorvete através da determinação da composição centesimal e das características físico-químicas, textura e *overrun*. As análises para determinação da composição centesimal, pH e acidez titulável não demonstraram diferenças significativas entre as formulações ( $p > 0,05$ ). Para a dureza e a taxa de derretimento, foi verificada diferença significativa ( $p < 0,05$ ). O presente trabalho mostrou que emulsificantes com composição associada de tensoativos (mono-diglicerídeos e polisorbatos) com goma oferecem ao sorvete maior dureza e derretimento desejáveis ao produto final.

**Palavras-chave:** Estabilizante. Aeração. Cremosidade. Tensoativo.

SILVA, Rafael Honorio. **Estudo do comportamento de diferentes marcas de emulsificantes em sorvete**: determinação das características físico-químicas, textura e *overrun*. 2014. 36 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite) – Unidade Piza, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2014.

### ABSTRACT

The ice cream is a dessert appreciated throughout the world, based on that the dairy industry has grown in expressively Brazil. Emulsifiers are responsible for creaminess, yield and stability of ice cream. During the production process, improve the emulsifying ability of spray rate and increases air entrainment to make a softer texture to the ice cream. The emulsifiers are varied composition according to the need of the formulation. The most used are polysorbates, mono and diglycerides, lecithin and lactates. Three emulsifiers were tested: A, B and C, A being the emulsifier comprises mono- and diglycerides, emulsifying B 100% Gum Arabic in composition C and the emulsifier comprises mono- and diglycerides of fatty acids, polysorbate 80, gum tara, guar gum and carrageenan gum. The formulations were made in triplicate with standard emulsifier concentration indicated by the manufacturer. The aim of this study was the investigation of various emulsifiers ice cream by determining the chemical composition and physical and chemical characteristics, texture and overrun. The analyzes to determine the chemical composition, pH and titratable acidity showed no significant differences between formulations ( $p > 0.05$ ). For the hardness and the melting rate, a significant difference was observed ( $p < 0.05$ ). This study showed that emulsifying surfactants associated with composition (mono-diglycerides and polysorbates) with gum ice cream to offer greater hardness and melting desirable the final product.

**Keywords:** Stabilizer. Aeration. Creaminess. Texture.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>6</b>
1.1	SORVETE .....	6
1.2	EMULSIFICANTE .....	9
1.3	TEXTURA .....	14
1.3.1	Formação de Cristais.....	15
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>ARTIGO.....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>36</b>

## 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1.1 SORVETE

Conforme exposição de Goff, Verespej e Smith (1999), o produto denominado de sorvete é feito por meio de um complexo sistema coloidal em que se tem a emulsão feita por gotículas de gordura, proteínas e bolhas de ar, além de cristais de gelo dispersos em uma fase aquosa que ainda se envolve por meio de uma solução concentrada de sacarose, tendo o acréscimo de emulsificantes e estabilizantes.

Dessa forma, a microestrutura que compõe os sorvetes envolve os cristais de gelo, bolhas de ar e gordura em uma solução viscosa de açúcares, polissacarídeos e proteínas de leite que formam a denominada matriz, o que implica o entendimento por foco físico-químico de que este produto seja visto como fluido feito por meio de congelamento e aeração de uma emulsão (CLARKE, 2004).

Dentro da categoria de congelado lácteo, o sorvete é o produto amplamente mais consumido. As composições dos sorvetes variam globalmente, devido aos regulamentos e tradições de acordos diferentes, e, portanto, pode haver muitas variações de formulação (GOFF; HARTELL, 2003).

Em acordo com o que explicam Granger et al. (2005), existem vários parâmetros estruturais e sensoriais que fazem parte da composição química do sorvete para que haja um produto com qualidades identificadas como firmeza, resistência ao derretimento e textura.

Soler e Veiga (2001) apresentam que os ingredientes, que formam a mistura, para composição do sorvete são de extrema importância para que haja a devida qualidade ao produto final. Assim, a gordura propicia o sabor, a textura e a consistência do produto, sendo a sacarose responsável pela influência e formação de cristais de gelo que propiciam o corpo aos produtos congelados em função do abaixamento de ponto de congelamento da água.

A conservação do sorvete se relaciona com o tipo de gordura e a composição desta com o ponto de fusão que se vincula com as características organolépticas e a estabilidade do produto, visto que a principal gordura aplicada na fabricação do sorvete pode ser a gordura láctea ou denominada gordura vegetal



hidrogenada, em função de baixos teores de colesterol, ter um bom custo e apresentar plasticidade, conforme explicam Marshall, Goff e Hatel (2003), no entanto, outras gorduras que podem ainda ser aplicadas são a gordura de coco de palma, de cacau, de algodão e de colza.

Interessante observar que a baixa ou elevada quantidade de gordura influencia na diferença percebida em relação a sensação de frio do sorvete, uma vez que tendo estes baixos teores de gordura se percebem como mais frios ao consumo, de forma diversa dos que apresentam maiores teores de gordura que minimizam a sensação de frio e apresentam alta sensação lubrificantes, bem como são vistos como cremosos e mais macios, segundo explicam Costa, Lustoza (1998).

Conforme explicam Marshall e Arbuckle (1996), os estudos acerca de glóbulos de gordura concentrados na superfície de ar ao longo do congelamento do sorvete, que acaba por propiciar melhoria do sabor.

O sorvete é considerado um alimento saudável e nutritivo de alto potencial energético. Seu alto valor nutricional é ofertado por seus constituintes como: proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas A, B1, B2, B6, C, D, E e K, cálcio, fósforo e outros minerais (MAIA et al., 2008). Por isso, os sorvetes vão além de uma simples sobremesa, pois sua composição nutritiva conta com elementos de uma alimentação equilibrada para todas as idades (SANTANA; MATSUURA; CARDOSO; 2003).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária define sorvete como:

[...] um produto alimentício obtido a partir de uma emulsão de gordura e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo (ANVISA, 2005).

O produto é termodinamicamente instável e sua qualidade só pode ser assegurada a temperaturas baixas e estáveis. A temperatura máxima de armazenamento pode variar até  $-25^{\circ}\text{C}$ , medida no sorvete. Porém, é tolerada a temperatura de  $-12^{\circ}\text{C}$  no produto, quando exposto à venda (ANVISA, 1999).

A indústria de lácteos tem crescido no Brasil com o aumento do consumo de 61,6% entre 2003 e 2013. O consumo total do alimento, em 2013, atingiu 1,244 bilhão de litros (ABIS, 2014). Com isso, a profissionalização e competitividade do setor passa exigir da indústria produtos com mais qualidade, maior variabilidade de texturas e sabores, resultando na necessidade de inovações tecnológicas para atender ao mercado consumidor (ABIS, 2014).

Os ingredientes que se aplicam para a produção de sorvetes, em que se busca apresentar qualidade, devem ser de excelente qualidade também, visto que se deve ter uma mistura formulada de maneira equilibrada para que cada componente exerça a sua função corretamente e se tenha o processamento, o congelamento e os processos de endurecimento corretos.

Conforme explicam Goff e Hartel (2013), a seleção de ingredientes que se mostrem como de grande qualidade se mostra como diferencial no sucesso de produção de sorvetes, uma vez que a cremosidade e o sabor se alcançam por meio de aplicação correta dos ingredientes e que estes sejam manipulados de forma correta para que propiciem qualidade e sabor ao produto.

Tendo como fonte produtos de qualidade, estes podem ser classificados, conforme explica Clarke (2012), em ingredientes aplicados para produção de sorvete em três grupos, que são organizados:

- em ingredientes principais, ou seja, em quantidade significativa como a proteína do leite, o açúcar, a gordura e a água;
- em ingredientes menores, ou seja, os que se apresentam em menor quantidade, mas necessários como os emulsionantes, estabilizantes, corantes e flavorizantes;
- em componentes agregados ao sorvete como biscoitos, chocolates, bolachas, pedaços de frutas, que são combinados com o sorvete para produção de novos produtos.

Conforme Clarke (2012), uma proporção de volume de ar acaba sendo percebida na maioria dos sorvetes, mesmo que não seja considerado como ingrediente, uma vez que ingrediente é visto como certo produto obtido por meio de matérias-primas como a proteína do leite e de gordura ou mesmo de água.

Assim, há ingredientes que podem vir de matérias-primas distintas como o leite em pó ou gordura vegetal, visto que os produtos podem variar em

custo, disponibilidade e de escala de produção, em acordo com o que Clarke (2012) expõe.

Os componentes químicos do sorvete geram vários parâmetros estruturais e sensoriais para aquisição de um produto final de qualidade, quanto à firmeza, oposição ao derretimento, textura, entre outras características (GRANGER et al., 2005). Deste modo, a escolha dos ingredientes empregados na composição do *'mix'* do sorvete são de extrema importância para definição das características finais do produto.

## 1.2 EMULSIFICANTE

O sorvete em sua composição precisa do uso de emulsionantes, que são produtos de grande desempenho que busca propiciar uma qualidade ao produto, bem como vida útil de prateleira, visto que é um produto considerado como uma emulsão aerada.

Segundo explica Whitehurst (2004), a finalidade de aplicação dos emulsificantes está em diminuir o tempo de congelamento e melhorar a qualidade do batimento que se tem para a produção do creme que se mostre com textura fina e que propicie integração uniforme.

O mesmo autor complementa que os emulsionantes minimizam a tensão do sorvete, o que permite que as gotículas de gordura que se formam em pressões de tornar homogênea a massa do sorvete, que se forma por meio da junção de várias substâncias, que envolvem a posição da interface que unifica a água e o óleo, bem como as proteínas, o emulsionante, as lipoproteínas e as caseínas.

Desta forma, os emulsificantes são utilizados para melhorar a textura, a estabilidade, o volume, a maciez, a aeração e a homogeneidade dos produtos (SANTOS; MING; GONÇALVES, 2014). São essenciais para o sorvete que é dependente de uma estruturação física apropriada para garantir uma distribuição de ar e gordura necessária e assegurar textura macia ao paladar e boas características de derretimento (OLIVEIRA; SOUZA; MONTEIRO, 2008).

Os emulsificantes além de ter suas funções características no resultado final do sorvete são muito importantes para promover uma textura típica do

sorvete de alta qualidade. Porém, as concentrações de emulsificantes precisam ser muito bem estudadas, em excesso pode prejudicar as características da textura, alterando as suas características desejáveis (MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003). Doses acima do recomendado podem causar encolhimento do sorvete e um sabor gorduroso indesejável (RUGER; BAER; KASPERSON, 2002).

Os emulsificantes possuem composição variada, que segundo apresenta a Revista Aditivos e Ingredientes (2009), envolvem porcentagens médias, que se mostram distribuídas nos emulsificantes da seguinte forma: 40% de um monoglicerídeo, 40% do monoglicerídeo 2, 45% de diglicerídeo, 15% de triglicerídeo, 1% de glicerina e 1% de estearato alcalino.

Dessa forma, os emulsificantes acabam por propiciar a junção ou tornar homogênea a composição de gordura em sorvetes, em função da proteína que se junta com as partículas de gordura, propiciando que o congelamento e a agitação quebrem as partículas e permitam que a massa dos produtos se misture tornando a emulsão mais firme e dando estrutura e estabilidade ao produto, segundo complementa exposição de Whitehurst (2004).

O mesmo autor expõe que os emulsionantes saturados acabam alterando a estabilidade da gordura em níveis de instauração, o que acaba por envolver os ácidos graxos que propiciam a desestabilização da gordura e esse processo promove a alteração das proporções de diferentes tipos de emulsionantes que podem levar as condições adequadas de propriedades aos sorvetes.

Todos os emulsificantes têm uma característica comum, que é o fato de serem moléculas anfifílicas, ou seja, a mesma molécula tem uma porção polar, solúvel em água, ainda chamada de porção hidrofílica e uma porção apolar, insolúvel em água, também chamada de lipofílica ou hidrofóbica. A porção hidrofóbica da molécula é comumente uma cadeia alquila longa, enquanto a hidrofílica incide em um grupo dissociável ou grupos hidroxilados. Os emulsificantes são importantes modificadores da textura (interação com amido e proteína), resultando em modificações das propriedades físicas do alimento (ROBINS, WATSON, WILDE, 2002). Estas propriedades permitem que os emulsificantes melhorem as qualidades desejáveis em sorvete, reforçando o poder de mistura, aumentando a capacidade de *overrun*, reduzindo tempo de batimento da calda e aumentando a resistência à fusão (HEGENBART, 2009).

Segundo explicam Pelan et al. (1997), as funções que são desenvolvidas pelos emulsionantes propiciam diminuição de tempo para o batimento, melhor controle de gordura em suavidade e textura, o que permite aumentar a resistência do produto ao derretimento e encolhimento.

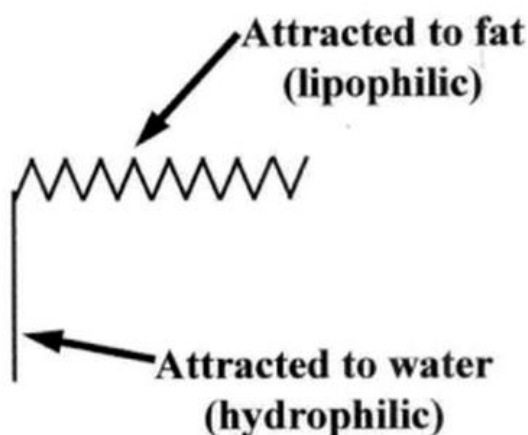
De acordo com exposição de Goff e Jordan (1989), o grau de desestabilização dos glóbulos de gordura é algo que se mostra fundamental para que o sorvete tenha uma apresentação mais desejável, uma vez que os emulsionantes deslocam as proteínas com contato direto dos glóbulos de gordura ao longo do processo de congelamento, em que ocorre a cristalização parcial de glóbulos de gordura que se juntam um com outro.

O congelamento da mistura de sorvete, segundo expõem Goff e Segall (2002), propicia a aglutinação de glóbulos de gorduras que são, parcialmente, cristalizados ao serem expostos às temperaturas mais baixas e se fundem com as células de ar, formando estruturas em rede tridimensional.

Os emulsionantes permitem a formação de pequenas células de ar que se mostram dispersas e acabam protegendo contra a possibilidade de deterioração de textura que surge em face do choque térmico que acaba por proporcionar uma aparência e sensação de textura melhor, conforme expõem Clark et al. (2009).

De acordo com Tharp e Young (2013), os emulsionantes apresentam propriedades que permitem fazer com que as moléculas de gordura se associem com a fase de água e porção lipofílica da gordura, de maneira que se tem um resultado de revestimento da partícula de gordura que impede a junção com outros glóbulos e esse tipo de funcionalidade se mostra exposta na figura a seguir, em que se ilustra a atração de gorduras e água.

Figura 1 – Natureza anfifílica dos emulsificantes



Fonte: Tharp e Young (2013)

Pode-se observar na figura 2l como ocorre a junção da gotícula de gordura em um sistema aquoso, em que as moléculas de emulsionantes se apresentam dispersas. Importante registrar que a estrutura da molécula que é composta pelo emulsionantes se alinha com a superfície de gordura e se junta com a água.

Os mesmos autores complementam que o emulsionante cobre de forma completa a superfície o que acaba por impedir o contato de gordura com gordura o que acaba por não permitir que junção de gotículas líquidas ou parcial de gotículas cristalizadas.

As concentrações de emulsificantes precisam ser muito bem estudadas, doses acima do recomendado podem causar encolhimento do sorvete e um paladar gorduroso, além de derretimento muito lento e alterações nas características desejáveis do corpo e textura (MARSHALL; GOFF; HATEL, 2003).

Por meio de exposição de Clark et al. (2009), se entende que os níveis de emulsionantes podem vir a apresentar um sabor residual de alguns ingredientes como se estes estivessem velhos ou oxidados, ou sensação de que se deterioraram de alguma forma.

Os emulsionantes acabam por apresentar lecitina e mono e diglicéridos de ácidos graxos, bem como polysorbato e polissorbato e triesterato de sorbitano, o que envolvem aspectos que determinados emulsionantes podem apresentar em concentração variável de 0,03 a 0,2%, envolvendo ainda a condição

de desestabilização de gordura mais extensa em comparação com a presença destes mono e diglicerídeos (MASHALL et al., 2003).

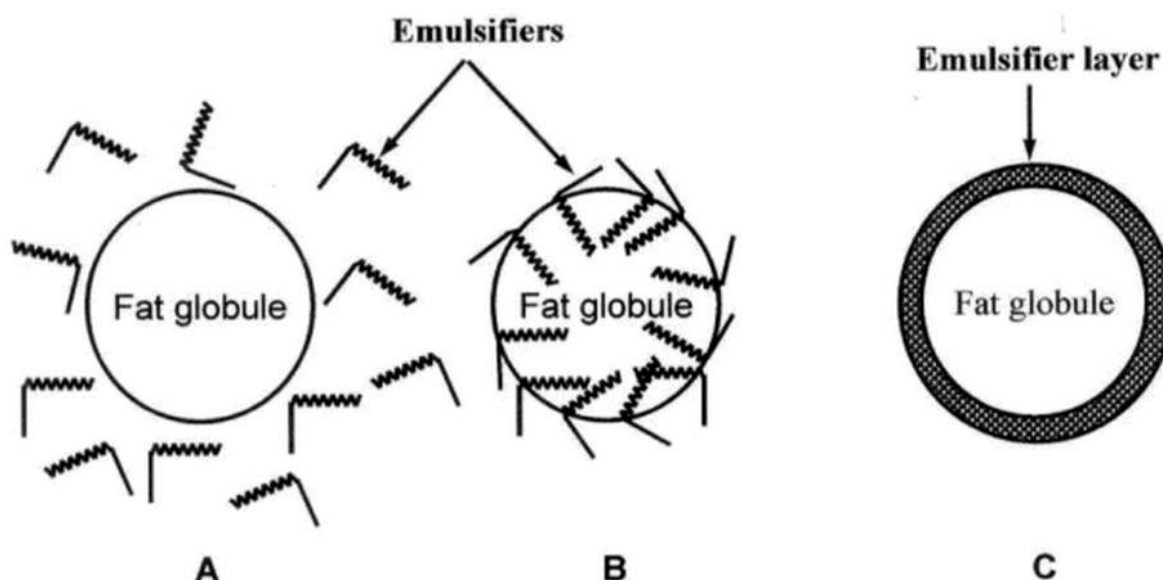
Assim, os emulsificantes que têm sido utilizados para produção de sorvetes acabam sendo classificados em duas categorias, a primeira observando a função de ácidos graxos presentes, ou seja, a presença de monoglicerídeos e diglicerídeos e a segunda em função dos polissorbatos. Os emulsificantes mais comuns envolvem os monoglicerídeos, diglicerídeos, polissorbatos, lactatos e gomas.

As gomas aumentam a viscosidade, estabilizam o sistema por diminuir a mobilidade da água, retardam a taxa de crescimento dos cristais de gelo (DAMODARAN, 2007), reduzem sinerese, previnem o encolhimento do produto durante a vida de prateleira (BOLLIGER; GOFF; THARP, 1999) e aumentam a estabilidade de produtos com alto teor de açúcar (YOUNG; KAPPEL; BLADT, 2003). Estes hidrocolóides são polissacarídeos de alto peso molecular que modificam o comportamento reológico das misturas e retardam os mecanismos negativos de separação das fases (SILVA JUNIOR, 2008).

Uma das funções do emulsificante é de estabilizar o sistema. Segundo a portaria nº 540 de 27 de Outubro de 1997, do Ministério da Saúde, estabilizante é a “substância que torna possível a manutenção de uma dispersão uniforme das duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento.”

A função do emulsificador é ilustrada na figura 2:

Figura 2 – Ilustração da funcionalidade do emulsificador (sem escala)



Fonte: Sharp e Young (2013)

Além do emulsificante, a formulação do sorvete pode conter outros componentes que melhoram a textura final do produto. A gordura exerce uma ação mecânica que melhora a cremosidade, sabor e corpo do produto e propicia o desenvolvimento de uma textura suave ao sorvete (SOUZA et al.,2010). Os carboidratos contribuem para a formação da suavidade da textura, em contrapartida favorece o aumento da taxa de derretimento do sorvete e influencia no tamanho do cristal formado pela lactose (MOSQUIM, 1999).

### 1.3 TEXTURA

A composição química do sorvete determina vários parâmetros estruturais como firmeza, resistência ao derretimento e textura (GRANGER et al., 2005).

A textura depende de alguns fatores que tem influência direta no seu comportamento, como o estado de agregação dos glóbulos de gordura, da aeração, da viscosidade e do tamanho e estado de agregação dos cristais de gelo (KUS; ALTAN; KAYA, 2005).

A textura do sorvete está diretamente relacionada com a sua estrutura e composição. Muitos fatores intervêm na textura do sorvete, como por exemplo: 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 (KAYA; TEKIN, 2001).

Outra consideração relevante é que a proteína, além de interferir na textura do sorvete, pois se inter-relaciona com a água dando textura suave e boa consistência, contribui com o valor nutritivo e, devido aos grupos laterais hidrófobos contém parte da membrana que encobre os glóbulos de gordura, determinando assim, com os estabilizantes e emulsificantes, as propriedades reológicas do sorvete (AMIOT, 2001; EARLY, 2000;).

O batimento do sorvete oferece vários benefícios para a qualidade do produto final: distribuição uniforme da gordura, sem tendência de separação, maior resistência à oxidação e melhor corpo e textura. O congelamento deve ser



realizado de forma rápida, para que o tamanho dos cristais seja pequeno, o que confere melhor textura ao produto final (CENZANO; MADRID, 2005).

Em outras palavras, pode-se dizer que a textura é um parâmetro relacionado com a consistência e a dureza do sorvete, tendo como consequência, o seu derretimento. O ar incorporado propicia ao sorvete uma textura leve e influencia as propriedades físicas de derretimento e dureza. A dureza e a maciez do produto são avaliadas pela textura para a verificação da qualidade do produto. São mecanismos fundamentais de aceitação e uma ferramenta eficaz para avaliar a composição do sorvete

### 1.3.1 Formação de Cristais

O congelamento é considerado o estágio mais importante no processo de fabricação do sorvete, compreendendo o congelamento rápido com agitação do *mix* para incorporação de ar (*overrun*) e formação de pequenos cristais de gelo, além do endurecimento do produto já armazenado (congelamento final) (VEGA; GOFF, 2005).

O tamanho na formação dos cristais de gelo é influenciado por implicações mecânicas e tecnológicas. O batimento influencia na formação de cristais, quanto maior for a velocidade menor será o tamanho dos cristais formados, enquanto que o menor tempo de mudança de temperatura menor serão os cristais de gelo. Por isso a textura do sorvete é condicionada ao ato de congelar a maior quantidade de água possível. Um aumento na temperatura derreterá os pequenos cristais de gelo formados e ao congelar o sorvete novamente, a água se recristalizará, resultando em cristais de gelo maiores (THARP, 1996).

Após o envase, o produto segue para a câmara de congelamento ou freezer onde é armazenado até a sua distribuição a uma temperatura que varia de –18 a –25°C. O tempo transcorrido entre o congelamento e endurecimento deve ser o mais breve possível. Mudanças bruscas de temperatura causarão derretimento parcial ou total da estrutura do sorvete, formando com isto grande cristais de gelo durante o armazenamento e a textura do sorvete ficará prejudicada (SOUZA; COSTA; DE RENSIS; SIVIERI, 2010).

O tamanho dos cristais de gelo tem grande influência sobre a resistência ao derretimento e sorvetes com cristais de gelo maiores derretem mais rápido. Assim, a desestabilização da gordura e o tamanho dos cristais a partir de diferentes formulações, agem ao lado da consistência do sorvete (MUSE; HARTEL 2004).

## REFERÊNCIAS

ABIS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS E DO SETOR DE SORVETE. **Brasil asseveram que o consumo do sorvete teve um crescimento no período 2013**. Disponível em:<[www.abis.com.br/](http://www.abis.com.br/)>. Acesso em: 30 jul. 2014.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. Disponível em: <<http://www.anvisa.org.br> >. Acesso em: 20 jan. 2015.

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

BOLLIGER, S.; GOFF, H. D.; THARP, B. W. Correlation between colloidal properties of ice cream mix an ice cream. **International Dairy Journal**, Barking, v. 10, p. 303-309, 1999.

CENZANO, I.; MADRID, A. **Tecnologia de la elaboración de los helados**. Madrid: [s.n.], 2005.

CLARK, S.; CASTELLO, M.; DRAKE, M.; BODYFELD, F. **Sensory evaluation of dairy products**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Springer Science, 2009.

CLARKE, C. **The science of ice cream**. Camdbridge: Royal Society of Chemistry, 2004. 187p.

CLARKE, C. **The science of ice cream**. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge: RSC, 2012.

COSTA, O. R.; LUSTOZA, D. C. Aspectos tecnológicos envolvidos na fabricação de sorvetes. **Revista Sorveteria e Confeitaria Brasileira**, São Paulo, v. 123, p. 47-60, 1998.

DAMODARAN, S. Inhibition of ice Crystal growth in ice cream mix by gelatin hydrolysate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 55, p. 10918-10923, 2007.

EARLY, R. **Tecnologia de los productos lácteos**. Zaragoza: Acribia, 2000.

GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Ice Cream**. 6. Ed. New York: Kluwer, 2003.

\_\_\_\_\_. **Ice cream**. 7. ed. New York: Sprinter, 2013.

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

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

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

HEGENBART, S. Maintaining harmony in the base. *Dairy Foods*, Chicaco, v. 90, n. 2, p. 83-85, 2009.

KAYA, S.; TEKIN, A. R. The effect of salep content on the rheological characteristics of atypical ice-cream mix. *Journal of Food Engineering*, Essex, v. 47, p. 59-62, 2001.

KUS, S.; ALTAN, A.; KAYA, A. Rheological behavior and time-dependent characterization of ice cream mix with different salep content. *Journal of Texture Studies*, Westport, v. 36, p. 273-288, 2005.

MAIA, M. C. A.; GALVÃO, A. P. G. L. K; DELLA MODESTA, R. C. PEREIRAJÚNIOR, N. Avaliação sensorial de sorvetes à base de xilitol *Ciência e Tecnologia e Alimento*, Campinas, v. 28, n. 1, p. 146-151, jan./mar. 2008.

MARSHALL, R. T.; ARBUCKLE, W. S. **Ice cream**. 5. ed. New York: International Thomson Publisher, 1996.

MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Ice cream**. 6. ed. New York: Kluwer Academic, 2003.

MOSQUIM, M. C. A. **Fabricando sorvete com qualidade**. São Paulo: Varela, 1999.

MUSE, M. R.; HARTEL, R. W. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 87, n. 4, p. 1-10, 2004.

OLIVEIRA, K. H.; SOUZA, J. A. R.; MONTEIRO, A. R. **Caracterização reológica de sorvetes**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 3, p. 592-598, jul./set. 2008.

PELAN, K. M.; WATTS, I.; CAMPBELL, J.; LIPS, A. The stability of aerated milk protein emulsions in the presence of small molecule surfactants. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 80, p. 2631-2638, 1997.

ROBINS, M.; WATSON, A. D.; WILDE, P.J . Emulsions. creaming and rheology. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, London, v. 7, p. 419-425, 2002.

RUGER, P.R.; BAER, R.J.; KASPERSON, K.M. Effect of double homogenization and whey protein concentrate on the texture of ice cream. *Journal of Dairy Science*,

Champaign, v. 85, n. 7, p. 1.684-1.692, 2002.

SANTANA, L. R. R.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. Genótipos melhorados de mamão (*Caricapapaya* L.) avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. **Ciência de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 151-155, set. 2003.

SANTOS, C. A.; MING, C. C.; GONÇALVES, L. A. G. Emulsificantes: atuação como modificadores do processo de cristalização de gorduras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 3, p. 567-574, mar. 2014. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n3/a8114cr2013-0070.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2014.

SEGALL, K. I.; GOFF, H. D. A modified icecream processing routine that promotes fat destabilization in the absence of added emulsifier. **International Dairy Journal**, Barking, v. 12, p. 1013-1018, 2002.

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

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

THARP, B. W. Efecto de las fluctuaciones de temperatura antes del endurecimiento en la estabilidad térmica de los helados. **Heladería Panadería Latinoamericana**, Buenos Aires, n. 122, p. 42-46, 1996.

THARP, B. W.; YOUNG, L. S. **Tarp & young on ice cream**. Pennsylvania: DEStech, 2013.

VEGA, C.; GOFF, H. D. Phase separation in soft-serve ice cream mixes: rheology and microstructure. **International Dairy Journal**, Barking, v.15, p. 249-254, 2005.

WHITEHURST, R. J. **Emulsifiers in food technology**. Iowa: Blackwell, 2004.

YOUNG, N. W. G.; KAPPEL, G; BLADT, T. A polyuronan blend giving novel synergistic effects and bake-stable functionality to high solids soluble fruit fillings. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 17, p. 407-408, 2003.

## **2 OBJETIVO**

Comparar a influência de três emulsificantes com composições diferentes sobre os parâmetros pH, acidez livre titulável, taxa de derretimento, *overrun* e dureza de sorvetes armazenados a - 18°C durante 28 dias.

### 3 ARTIGO

#### ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES MARCAS DE EMULSIFICANTES EM SORVETE: DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, TEXTURA E OVERRUN

SILVA, R. H.<sup>1</sup>; PINTO, T. B.<sup>1</sup>; GONZAGA, T. F.<sup>1</sup>; SANTANA, E. H. W.<sup>1</sup>; ARAGON-  
ALEGRO, L. C.<sup>1</sup>; SOUZA, C. H. B.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Universidade Norte do Paraná – UNOPAR – Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite, Rua Marselha, 591, Jardim Piza, 86041-140, Londrina, PR, Brasil.

\* Corresponding author: C. H. B. Souza

E-mail: cinthiahoch@yahoo.com.br

Tel.: +55 43 3371-7993

Fax: +55 43 3371-7834

**Running headline:** ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES MARCAS DE EMULSIFICANTES EM SORVETE: DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, TEXTURA E OVERRUN

## 1 INTRODUÇÃO

Conforme exposição de Goff, Verespej e Smith (1999), o produto denominado de sorvete é feito por meio de um complexo sistema coloidal em que se tem a emulsão feita por gotículas de gordura, proteínas e bolhas de ar, além de cristais de gelo dispersos em uma fase aquosa que ainda se envolve por meio de uma solução concentrada de sacarose, tendo o acréscimo de emulsificantes e estabilizantes.

Dessa forma, a microestrutura que compõe os sorvetes em acordo com exposição de Silva Junior (2008) envolve os cristais de gelo, bolhas de ar e gordura em uma solução viscosa de açúcares, polissacarídeos e proteínas de leite que formam a denominada matriz, o que implica o entendimento por foco físico-químico de que este produto seja visto como fluido feito por meio de congelamento e aeração de uma emulsão.

Os componentes químicos do sorvete geram vários parâmetros estruturais e sensoriais para aquisição de um produto final de qualidade, quanto à firmeza, oposição ao derretimento, textura, entre outras características (GRANGER et al., 2005). Deste modo, a escolha dos ingredientes empregados na composição do *'mix'* do sorvete são de extrema importância para definição das características finais do produto.

O sorvete em sua composição precisa do uso de emulsionantes, que são produtos de grande desempenho que busca propiciar uma qualidade ao produto, bem como vida útil de prateleira, visto que é um produto considerado como uma emulsão aerada.

Os emulsificantes além de ter suas funções características no resultado final do sorvete são muito importantes para promover uma textura típica do sorvete de alta qualidade. Porém, as concentrações de emulsificantes precisam ser muito bem estudadas, em excesso pode prejudicar as características da textura, alterando as suas características desejáveis (MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003). Doses acima do recomendado podem causar encolhimento do sorvete e um sabor gorduroso indesejável (RUGER; BAER; KASPERSON, 2002).

Os emulsificantes possuem composição variada, que segundo apresenta a Revista Aditivos e Ingredientes (2009), envolvem porcentagens médias,



que se mostram distribuídas nos emulsificantes da seguinte forma: 40% de um monoglicerídeo, 40% do monoglicerídeo 2, 45% de diglicerídeo, 15% de triglicerídeo, 1% de glicerina e 1% de Estearato alcalino.

Recentemente, dois tipos de emulsificantes predominam na formulação de sorvetes. Um é o monoglicerídeo. Alguns processos, como a destilação molecular, por exemplo, admite que hoje sejam impetrados índices de monoglicerídeos da ordem de 90%, o que permite maior estabilidade à emulsão. Outro tipo de emulsificante comumente empregado é o polissorbitato 80, em éster sorbitano que incide de uma molécula de álcool-glicóse, vinculada a um ácido graxo, que confere o benefício de grupos de oxietileno para aperfeiçoar sua solubilidade em água (RUGER; BAER; KASPERSON, 2002).

As diferentes marcas de emulsificante existentes no mercado são associações balanceadas que contam com composição e concentração variada entre monoglicerídeos, diglicerídeos, polisorbatos, lactatos e as gomas.

As gomas aumentam a viscosidade, estabilizam o sistema por diminuir a mobilidade da água, retardam a taxa de crescimento dos cristais de gelo (DAMODARAN, 2007), reduzem sinérese, previnem o encolhimento do produto durante a vida de prateleira (BOLLIGER; GOFF; THARP, 1999) e aumentam a estabilidade de produtos com alto teor de açúcar (YOUNG; KAPPEL; BLADT, 2003). Estes hidrocolóides são polissacarídeos de alto peso molecular que modificam o comportamento reológico das misturas e retardam os mecanismos negativos de separação das fases (SILVA JUNIOR, 2008).

Uma das funções do emulsificante é de estabilizar o sistema. Segundo a Portaria Nº 540 de 27 de Outubro de 1997, do Ministério da Saúde, estabilizante é a substância que torna possível a manutenção de uma dispersão uniforme das duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento.

O objetivo do presente trabalho foi comparar três diferentes marcas de emulsificante nas concentrações recomendadas pelo fabricante para produção de sorvete na avaliação da acidez titulável, pH, incorporação de ar, taxa de derretimento e textura durante 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para as produções das diferentes formulações de sorvetes foram utilizados os seguintes ingredientes: leite desnatado UHT (Piá®, Capanema, Brasil), açúcar refinado (União®, São Paulo, Brasil), xarope de milho (Marvi®, Ourinhos, Brasil), creme de leite UHT (Nestlé®, Araçatuba, Brasil), aroma de baunilha (Mix®, São Bernardo do Campo, Brasil) e leite em pó (Frimesa®, Capanema, Brasil) e três diferentes emulsificantes, cujas marcas serão codificadas com as letras A, B e C. Foram produzidas três formulações, em triplicata, de acordo com a Tabela 1. Os sorvetes são obtidos de acordo com as etapas descritas na Figura 1. As quantidades dos emulsificantes A, B e C foram padronizadas de acordo com o indicado por seus respectivos fabricantes.

Tabela 1 - Ingredientes e suas respectivas quantidades utilizadas para cada formulação de sorvete estudada.

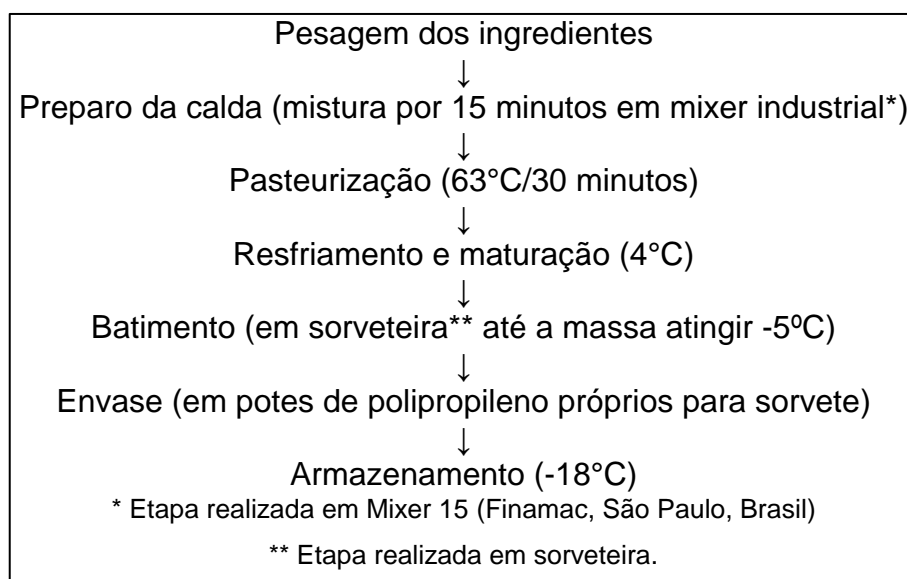
Ingredientes	Quantidade (%)		
	Formulações		
	A*	B**	C***
<b>Leite desnatado</b>	62,5	62,5	62,5
<b>Creme de leite</b>	15	15	15
<b>Açúcar</b>	15	15	15
<b>Xarope de milho</b>	2,5	2,5	2,3
<b>Emulsificante</b>	0,4	0,4	0,6
<b>Essência de baunilha</b>	0,2	0,2	0,2
<b>Leite em pó</b>	4,4	4,4	4,4

\* Mono e diglicerídios de ácidos graxos (INS 471), monoestearato de sorbitan (INS 491), polisorbato 60 (INS 435).

\*\* Goma Acácia (INS 414)

\*\*\* Mono e diglicerídios de ácidos graxos (INS 471), polisorbato 80 (INS 433), goma de tara (INS417), goma guar (INS 412), carragena (INS 407).

Figura 1 - Fluxograma para fabricação dos sorvetes.



## 2.1 PERÍODO DE ARMAZENAMENTO E AMOSTRAGEM

As formulações desenvolvidas foram armazenadas congeladas em freezer a  $-18^{\circ}\text{C}$  por um período de 28 dias para realização das análises. Durante esse período, foram realizadas as análises de pH, acidez livre titulável, taxa de derretimento e de textura, semanalmente. A análise para quantificação da incorporação de ar (*overrun*) foi realizada logo após a produção dos sorvetes. A análise centesimal foi realizada no primeiro dia após a produção dos sorvetes.

## 2.2 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

### 2.2.1 Acidez livre titulável e pH

As análises para determinação da acidez livre titulável foi realizada segundo a Association of Official Agricultural Chemists (AOAC, 1995). O pH foi determinado em pHmetro, modelo Tec 3MP (Tecnal, Piracicaba, Brasil). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### 2.2.2 Overrun

A proporção de ar incorporado à calda durante o batimento e congelamento (*overrun*) foi determinada logo após a produção dos sorvetes, a partir de uma amostra de cada lote produzido, de acordo com Muse e Hartel (2004), através do seguinte cálculo:  $overrun (\%) = \frac{\rho_{calda} - \rho_{sorvete}}{\rho_{sorvete}} \times 100$ , onde  $\rho$  = peso em 250 mL

### 2.2.3 Taxa de derretimento

Os testes para avaliação da taxa de derretimento dos diferentes sorvetes foram realizados conforme descrito por Granger et al. (2005) e Sofjan e Hartel (2004). Os testes foram realizados em estufa com temperatura controlada a 25°C. Amostras de 50 gramas de sorvete foram transferidas para uma peneira de plástico, posicionada em um funil de vidro acoplado à uma proveta de 100 mL. Foram registrados os tempos necessários para o derretimento de 5 mL de sorvete durante uma hora e meia. A partir dos dados obtidos, foram construídos gráficos do tempo em função do volume derretido. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### 2.2.4 Determinação da dureza

Após a produção, os sorvetes foram mantidos em embalagens de polipropileno de 100 gramas a -5°C em estufa com temperatura controlada (Fanen, modelo 347CD, São Paulo, Brasil) e mantidas durante 24 horas, antes de serem analisadas. A análise de textura dos sorvetes foi realizada através de teste de penetração com cone de acrílico com ponta não truncada e ângulo de 45°, em texturômetro Texture Analyser CT3 (Brookfield Engineering Labs, Middleboro, EUA), controlado por computador. Os dados foram coletados através do software Texture CT V1.4 Build 17. Todas as análises foram realizadas semanalmente, em triplicata, durante todo o período de armazenamento dos produtos, obedecendo às seguintes condições de teste, estabelecidas por Karaman et al. (2014): velocidade: 1 mm/s,

velocidade de pré-teste: 2mm/s, velocidade do pós-teste: 1 mm/s e distância: 10 mm.

### 2.3 DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

As determinações de umidade, proteínas, lipídios e cinzas foram realizadas para todas as formulações de sorvetes produzidas, de acordo com metodologia preconizada pela Association of Official Agricultural Chemists (AOAC, 1995). O teor de carboidratos foi definido por diferença. Todas as análises foram realizadas em triplicata um dia após a produção.

### 2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados com auxílio do software estatístico SPSS versão 20.0. Os resultados foram apresentados em média e desvio padrão. Inicialmente foi testada a distribuição e a homogeneidade dos dados aplicando os testes propostos por Kolmogorov-Smirnov e Levene. As variáveis que não atenderam os pressupostos foram transformadas. Na sequência aplicou-se a ANOVA *oneway* seguida do teste de comparações múltiplas (*post-hoc*) proposto por *Bonferroni*. Os resultados que apresentaram probabilidade menor que 0,05 foram considerados significativos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A composição centesimal obtida nos sorvetes em formulações com diferentes emulsificantes são apresentados na Tabela . Não houve diferenças estatísticas entre os emulsificantes para estas variáveis.

Tabela 2 - Análise centesimal (média e desvio-padrão DP) obtidos para os sorvetes produzidos com emulsificante de marcas A, B e C, após 1 dia de armazenamento a -18°C.

	A*		B**		C***		P
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
<b>Lipídios</b>	5,05	0,47	4,24	0,81	7,58	1,2	0,01
<b>Proteína total</b>	4,56	0,47	5,13	0,22	4,7	0,21	0,17
<b>Cinzas</b>	0,82	0,03	0,89	0,02	0,83	0,06	0,19
<b>Umidade</b>	67,59	0,3	66,57	0,64	67,34	0,19	0,06

\* Mono e diglicerídios de ácidos graxos (INS 471), monoestearato de sorbitan (INS 491),polisorbato 60 (INS 435)

\*\* Goma Acácia (INS 414)

\*\*\* Mono e diglicerídios de ácidos graxos (INS 471), polisorbato 80 (INS 433), goma de tara (INS417), goma guar (INS 412), carragena (INS 407).

#### 3.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

##### 3.2.1 pH e Acidez Titulável

Os valores de pH e acidez obtidos nos dias 7, 14, 21 e 28 durante os tempos de armazenamento são apresentados na Tabela . Os resultados obtidos no presente trabalho permanecem dentro do descrito para sorvetes, 6,50 para pH e 0,15 para acidez, em média (JAY, 2000). Não foram verificadas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre os valores de pH e acidez para cada tratamento por período de análise e entre os diferentes períodos de avaliação.

Tabela 3 - pH e acidez dos sorvetes produzidos com as marcas A, B e C de emulsificantes nos dias 7, 14, 21 e 28 de armazenamento a -18°C.

	A*		B**		C***		P
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
<b>pH 7</b>	6,41	0,06	6,37	0,11	6,52	0,12	0,25
<b>Acidez 7</b>	1,57	0,06	1,49	0,22	1,58	0,07	0,71
<b>pH 14</b>	6,52	0,15	6,43	0,15	6,47	0,12	0,77
<b>Acidez 14</b>	1,51	0,22	1,53	0,32	1,58	0,13	0,94
<b>pH 21</b>	6,39	0,06	6,33	0,03	6,41	0,07	0,24
<b>Acidez 21</b>	1,4	0,38	1,38	0,3	1,51	0,05	0,83
<b>pH 28</b>	6,52	0,38	6,48	0,36	6,57	0,33	0,95
<b>Acidez 28</b>	1,57	0,07	1,57	0,03	1,59	0,08	0,89

\* Mono e diglicerídios de ácidos graxos (INS 471), monoestearato de sorbitan (INS 491),polisorbato 60 (INS 435)

\*\* Goma Acácia (INS 414)

\*\*\* Mono e diglicerídios de ácidos graxos (INS 471), polisorbato 80 (INS 433), goma de tara (INS417), goma guar (INS 412), carragena (INS 407).

### 3.2.2 Incorporação de Ar

Os valores de incorporação de ar (*overrun*) obtidos na produção dos sorvetes são apresentados na Tabela 4. A diferença nos resultados pode ser explicada pela característica das formulações, em que o sorvete produzido por com emulsificante que associa tensoativos (mono-diglicerídeos e polisorbatos) com gomas (tara, guar e carragena) melhoram a formação de bolhas de ar pela melhor estabilidade da emulsão.

Tabela 4 - Incorporação de ar (média e desvio-padrão DP) obtidas para os sorvetes produzidos com emulsificante de marcas A, B e C, após a saída do sorvete da sorveteira a -5°C.

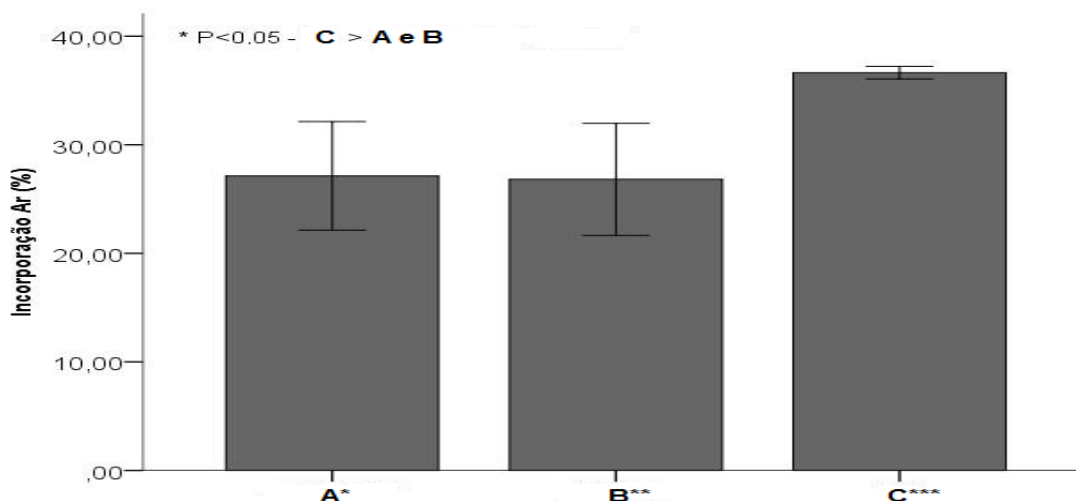
	A*		B**		C***	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
<b>%Incorporação de ar (<i>Overrun</i>)</b>	27,56	5,13	27,87	5,93	36,48	0,71

\* Mono e diglicerídios de ácidos graxos (INS 471), monoestearato de sorbitan (INS 491) ,polisorbato 60 (INS 435)

\*\* Goma Acácia (INS 414)

\*\*\* Mono e diglicerídios de ácidos graxos (INS 471), polisorbato 80 (INS 433), goma de tara (INS417), goma guar (INS 412), carragena (INS 407).

Figura 2 - Incorporação de ar (média e desvio-padrão DP) obtidas para os sorvetes produzidos com emulsificante de marcas A, B e C, após a saída do sorvete da sorveteira a -5°C.



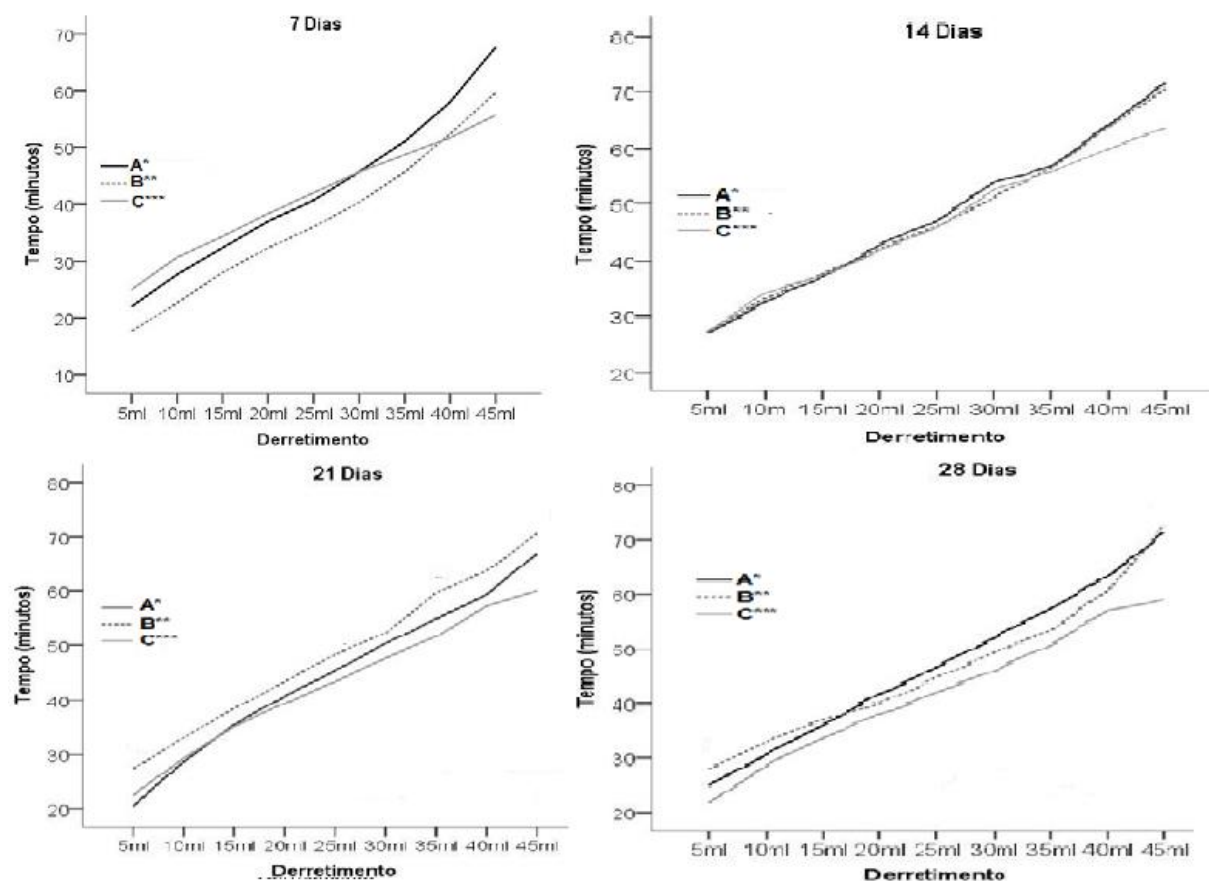
### 3.2.3 Taxa de Derretimento

A Figura 3 mostra de derretimento para formulações em todo o tempo de armazenamento. A menor taxa de derretimento foi obtida para C, formulação esta com mono e diglicerídios de ácidos graxos, polisorbato 80 e gomas (tara, guar e carragena).

O derretimento da formulação com o emulsificante B mostrou-se mais constante do que A e C que indica uma menor interação entre a água e óleo do sistema. A água livre tem maior facilidade em derreter do que a água ligada com o óleo no caso das emulsões estáveis.



Figura 3 - Tempo de derretimento dos sorvetes das marcas A, B e C de emulsificantes nos dias 7, 14, 21 e 28, após o armazenamento a  $-18^{\circ}\text{C}$ .



\* Mono e diglicerídios de ácidos graxos (INS 471), monoestearato de sorbitan (INS 491), polisorbato 60 (INS 435)

\*\* Goma Acácia (INS 414)

\*\*\* Mono e diglicerídios de ácidos graxos (INS 471), polisorbato 80 (INS 433), goma de tara (INS417), goma guar (INS 412), carragena (INS 407).

As diferenças significativas entre os emulsificantes ocorreram para a fórmula A em que o emulsificante A foi maior que B e C os outros em 45ml de derretimento. Já na segunda formulação o emulsificante C foi menor que os outros dois significativamente também em 45ml de derretimento.

O derretimento constante da formulação do emulsificante B deve-se ao fato da formação do gelo ser maior em formulações com natureza coloidal e o derretimento se torna constante. Enquanto a variação do derretimento nas formulações A e C sugerem que a viscosidade da formulação dificulte o escoamento do sorvete entre os tempos.

### 3.2.4 Textura

A avaliação da textura em sorvetes analisa atributos inerentes a dureza. Assim, com base nos trabalhos realizados com sorvetes por Guinard et al. (1997), Aime et al. (2001), El-Nagar et al. (2002) e Muse e Hartel (2004), verificou-se que a dureza é o indicador de textura mais apropriado para esse tipo de produto. Para a obtenção do parâmetro dureza, as amostras foram armazenadas em potes de polipropileno de 100 gramas, considerando suas dimensões para a penetração do probe.

A dureza dos sorvetes está relacionada com a sua estrutura. As bolhas de ar estão envolvidas por um fluido que contém a grupamentos de gordura e pequenos cristais de gelo. Nos produtos com uma emulsão estável, mostra que a coesão entre a água e o óleo, formadas pela ação dos tensoativos do emulsificante, sustentam as bolhas de are dão a estrutura aos sorvetes (AIME; ARNTFIELD; MALCOLMSON et al. 2001).

Tabela 5 - Textura (dureza) dos sorvetes produzidos com as marcas A, B e C de emulsificantes nos dias 7, 14, 21 e 28 de armazenamento a -5°C.

	A*		B**		C***		P	Contrastes Significativos
	Média	DP	Média	DP	Média	DP		
<b>Dia 7</b>	0,2	0,03	0,27	0	0,14	0,01	0	A<B ; A>C ; B>C
<b>Dia 14</b>	0,19	0,03	0,27	0,1	0,14	0,02	0	A<B ; A>C ; B>C
<b>Dia 21</b>	0,19	0,03	0,29	0,1	0,12	0,01	0	A<B ; A>C ; B>C
<b>Dia 28</b>	0,17	0,02	0,28	0	0,15	0,02	0	A<B ; A>C ; B>C

\* Mono e diglicerídios de ácidos graxos (INS 471), monoestearato de sorbitan (INS 491), polisorbato 60 (INS 435)

\*\* Goma Acácia (INS 414)

\*\*\* Mono e diglicerídios de ácidos graxos (INS 471), polisorbato 80 (INS 433), goma de tara (INS417), goma guar (INS 412), carragena (INS 407).

Os resultados descritos como *P* indicam que a diferença entre os emulsificantes formam estatisticamente significativos. Os sorvetes analisados do decorrer do armazenamento no dia 7, 14, 21 e 28 apresentam que dureza do sorvete A foi menor que B; A foi menor que C; B foi maior que C significativamente.

Os mono e diglicerídeos presentes na formulação favorecem uma melhor estabilidade do sorvete pela interação do óleo com a água, devido a natureza anfipática dos tensoativos. Em contrapartida as gomas emulsificam criando uma suspensão coloidal menos estável e mais susceptível à formação de cristais de gelo maiores que aumentam a dureza do sorvete. Já a associação dos tensoativos (mono-diglicerídeos e polisorbatos) e gomas (tara, guar e carragena) aumentam a associação e as interações entre água e óleo que melhoram a coesão entre as substâncias que confere maciez ao sorvete.

#### **4 CONCLUSÃO**

O presente trabalho mostrou que a associação de tensoativos com gomas favorecem uma emulsão mais estável em sorvetes do que emulsificantes com formulações isoladas. Os mono e diglicerídeos presentes no emulsificante A demonstram na formulação um comportamento intermediário na dureza e na taxa de derretimento.

A formulação C contendo a associação de tensoativos (mono-diglicerídeos e polisorbatos) e gomas (tara, guar e carragena) mostrou-se mais viável para disponibilizar uma formulação mais estável durante o período de armazenamento estudado.

## REFERÊNCIAS

ABIS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS E DO SETOR DE SORVETE. **Brasil asseveram que o consumo do sorvete teve um crescimento no período 2013**. Disponível em:<[www.abis.com.br/](http://www.abis.com.br/)>. Acesso em: 30 jul.2 014.

\_\_\_\_\_. **Em expansão, mercado de sorvetes enfrenta desafios**. Disponível em <[http://www.abis.com.br](http://www.abis.com.br/)>. Acesso em: 04 abr. 2014.

AIME, D. B.; ARNTFIELD, S. D.; MALCOLMSON, L. J.; RYLAND, D. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. **Food Research International**, v. 34, n. 2/3, p.237-246, 2001.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. Disponível em: <<http://www.anvisa.org.br> >. Acesso em: 20 jan. 2015.

\_\_\_\_\_. **Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis**. 2005. Disponível em:<[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em: 31 jul. 2014.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16. ed. Arlington, 1995. v. 2.

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] Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 set. 2005.

EL-NAGAR, G.; CLOWES, G.; TUDORYČÁ, KURI, V.; BRENNAN, C. S. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. **International Journal of Dairy Technology**, Barking, v. 55, n. 2, p. 89-93, 2002.

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

GRANGER, C.; LEGER, A.; BAREYB, P.; LANGENDORFF, V.; CANSELLA, 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.; UATONI, B.; PANYAM, D.; KILARA, A. Sugar and fat effects on sensory properties of ice cream. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 62, n. 5, p. 1087-1094, 1997.

JAY, J. M. **Modern food microbiology**. 6<sup>o</sup> ed. Gaithersburg: Aspen Publishers, 2000.

KARAMAN, Safa; TOKER, Ömer Said; ÇAM, Mustafa; KAYACIER, Ahmed; DOGAN, Mahmut. **Physicochemical, bioactive, and sensory properties of persimmon-based ice cream**: technique for order preference by similarity to ideal solution to determine optimum concentration. *J. Dairy Sci.* v. 97 p. 97–110. 2014.

KAYA, S.; TEKIN, A. R. The effect of salep content on the rheological characteristics of atypical ice-cream mix. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 47, p. 59-62, 2001.

MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Ice cream**. 6. ed. New York: Kluwer Academic, 2003.

MUSE, M. R.; HARTEL, R. W. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 4, p. 1-10, 2004.

RUGER, P.R.; BAER, R.J.; KASPERSON, K.M. Effect of double homogenization and whey protein concentrate on the texture of ice cream. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, n. 7, p. 1.684-1.692, 2002.

SILVA JUNIOR, E. **Formulações especiais para sorvete**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOFJAN. R. P.; HARTEL, R. W. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. **International Dairy Journal**, Barking, v 14, p. 255–262, 2004.

YOUNG, N. W. G.; KAPPEL, G; BLADT, T. A polyuronan blend giving novel synergistic effects and bake-stable functionality to high solids soluble fruit fillings. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 17, p. 407-408, 2003.

#### **4 CONCLUSÃO**

O presente trabalho mostrou que a associação de tensoativos com gomas favorecem uma emulsão mais estável em sorvetes do que emulsificantes com formulações isoladas. Os mono e diglicerídeos presentes no emulsificante A demonstram na formulação um comportamento intermediário na dureza e na taxa de derretimento.

A formulação C contendo a associação de tensoativos (mono-diglicerídeos e polisorbatos) e gomas (tara, guar e carragena) mostrou-se mais viável para disponibilizar uma formulação mais estável durante o período de armazenamento estudado.