UFRRJ

INSTITUTO DE TECNOLOGIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DISSERTAÇÃO

PROCESSAMENTO DE SORVETE INCORPORADO COM FARINHA DE CASCA DE JABUTICABA POR ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA

GISELE DOS SANTOS DE PINHO

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE TECNOLOGIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PROCESSAMENTO DE SORVETE INCORPORADO COM FARINHA DE CASCA DE JABUTICABA POR ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA

GISELE DOS SANTOS DE PINHO

Sob a Orientação do Professor

Dr. Amauri Rosenthal

e Coorientação da Professora

Dra. Ana Carolina Sampaio Doria Chaves

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção de grau do **Mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência de Alimentos.

Seropédica, RJ

Maio, 2019

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P654p

Pinho, Gisele Dos Santos De, 1988-
Processamento de sorvete incorporado com farinha de casca de jabuticaba por alta pressão hidrostática / Gisele Dos Santos De Pinho. - Rio de Janeiro, 2019.
47 f.

Orientador: Amauri Rosenthal.
Coorientadora: Ana Carolina Chaves.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, programa de pós graduação em ciência e tecnologia de alimentos, 2019.

1. Alta pressão hidrostática. 2. sorvete. 3. farinha da casca de jabuticaba. 4. análise sensorial. I. Rosenthal, Amauri, 1960-, orient. II. Chaves, Ana Carolina, 1968-, coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. programa de pós graduação em ciência e tecnologia de alimentos. IV. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PROCESSAMENTO DE SORVETE INCORPORADO COM FARINHA DE CASCA DE JABUTICABA POR ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA

GISELE DOS SANTOS DE PINHO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de Concentração em Ciência de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM : 28/05/2019

Dr. Amauri Rosenthal. UFFRJ

(Orientador)

Dra. Mariana Texeira da Costa Machado -UFRRJ

Dra. Regina Isabel Nogueira - Embrapa

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter conseguido chegar até aqui, pois não foi fácil (não mesmo). Aprendi e cresci muito, não só como profissional, mas como pessoa, e nessa jornada tive muitos e muitos apoiadores que me auxiliaram com palavras de incentivos e com a execução deste projeto.

À minha família dedico com muito amor esse título, pois sem ela eu não teria estrutura para completar essa jornada. Primeiramente, ao meu esposo que, em meio a vida corrida de trabalho, nunca me deixou desamparada e me compreendeu com muito carinho. Minha mãe, Margarida, flor do meu jardim, por todas as orações. Ao meu pai, Luís, pelo apoio logístico e amor, à minha irmã, Amanda, que sempre me ergueu com suas palavras.

Agradeço aos meus orientadores, Amauri Rosenthal e Ana Carolina Chaves por todo aprendizado e paciência que tiveram comigo.

À doutora Daniela Freitas por todo apoio no desenvolvimento da parte sensorial do projeto.

À minha amada Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela incrível oportunidade de ser aluna desde o colégio técnico e concluir um curso de pós-graduação.

À Embrapa Agroindústria de alimentos, que abriu as suas portas para a realização desse projeto.

Aos técnicos da Planta Piloto, Érica, Filé, William, Rodrigo e Mariana que sempre estiveram disponíveis para me ajudar.

Aos meus queridos amigos que estiveram lado a lado comigo, Helena, Mariah, Rose, Márcio, Isabela, Aline, Larissa, Nátali, Inayara e Marcela, como costumo dizer: “ninguém faz nada sozinho” e sem vocês ficaria difícil executar cada etapa deste projeto.

À todas as pessoas que colaboraram diretamente e indiretamente para execução deste projeto.

RESUMO

PINHO, Gisele dos Santos de. **Processamento de sorvete incorporado com farinha de casca da jabuticaba por alta pressão hidrostática.** 2019. 47p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

O sorvete é um derivado lácteo apreciado mundialmente, tornando-o um excelente produto para a adição de novos ingredientes, incluindo, por exemplo, coprodutos potencialmente funcionais da agroindústria alimentícia. A jabuticaba é uma fruta nativa do Brasil, muito apreciada do ponto de vista sensorial, por apresentar sabor doce e agradável, sua casca é rica em vitaminas, sais minerais, compostos fenólicos e antocianinas. A alta pressão hidrostática (APH) é uma tecnologia inovadora que ao ser aplicada em produtos lácteos, pode melhorar as características tecnológicas de interesse para a indústria alimentícia e para o consumidor. Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da APH na elaboração dos sorvetes adicionados de farinha da casca de jabuticaba (FCJ). Foram elaborados duas formulações base de sorvete, considerando a adição ou não de emulsificante e estabilizantes comerciais. A estas bases foi adicionado 5% de FCJ, sendo duas formulações controle: Controle CAD (com aditivos e sem pressurização), controle SAD (sem aditivos e sem pressurização) e três formulações submetidas ao tratamento por APH submetidas aos tratamentos:300 MPa CAD (com aditivo e com aplicação de 300 MPa/20 min), 300 MPa SAD (sem aditivo e com aplicação de 300 MPa/20 min) e 400 MPa CAD (com aditivo e com aplicação de 400 MPa/20 min). Foram realizadas análises microbiológicas, físico-químicas, quantificação de antocianinas, capacidade antioxidante, *Overrun*, teste de derretimento aceitação sensorial, cor instrumental e textura instrumental. A incorporação da FCJ no sorvete, além de proporcionar a coloração característica, também contribuiu para um elevado teor de compostos fenólicos (196,2 a 327,1 mg AGE/100 g) e de antocianinas (28,67 a 31,0 mg/100 g). A capacidade antioxidante pelo método ABTS variou de 16,50 a 30,75 µmol trolox/ g e pelo método ORAC de 28,16 a 45,29 µmol trolox/ g. No teste de *Overrun*, observou-se que o sorvete produzido a partir da mistura submetida ao tratamento 400 MPa/20 min com aditivos foi o que apresentou a maior taxa de incorporação de ar (31%). Pelo teste de derretimento, evidenciou-se que as amostras tratadas por APH apresentaram um derretimento mais lento que as amostras controle (controle CAD e controle SAD). Em relação à textura instrumental (força de cisalhamento), observou-se diferença significativa entre as amostras 400 MPa CAD (1,96 N) e controle SAD (4,85 N), ou seja, a amostra pressurizada ficou menos firme. As análises microbiológicas de coliformes fecais a 35 e 45 °C e Salmonella sp/25 g evidenciaram que os produtos foram processados com higiene adequada seguindo as Boas Práticas de Fabricação. Na análise sensorial, foi avaliada a aceitação global por meio de uma escala hedônica de nove pontos e pela aplicação do questionário CATA (*Check-All-That-Apply*) com 24 atributos sensoriais para descrever as amostras. Na aceitação global, não foram observadas diferenças significativas entre as cinco amostras porém, por meio do teste de Cochran e da análise de correspondência, foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$), indicando que os provadores foram capazes de identificar diferenças nas características sensoriais dos produtos.

Palavras-chave: Gelado, capacidade antioxidante, antocianina, análise sensorial.

ABSTRACT

PINHO, Gisele dos Santos de. **Processing of ice cream incorporated with jaboticaba peel flour by high hydrostatic pressure**. 2019. 47p. Dissertation (Master in Food Science and Technology). Institute of Technology, Department of Food Technology, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

Ice cream is a dairy derivative appreciated worldwide, making it an excellent product for the addition of new ingredients including, for example, potentially functional by-products from the food industry. Jabuticaba is a fruit native to Brazil much appreciated for its sweet and pleasant taste. Its peel is rich in vitamins, minerals, phenolic compounds and anthocyanins although it is commonly considered as waste. High pressure hydrostatic (HHP) is an innovative technology that when applied to dairy products it can improve technological characteristics of interest for the food industry and the consumer. Therefore, the objective of this work was to evaluate the influence of HHP on the processing of ice cream with the addition of jabuticaba peel flour (JPF). Two basic formulations of ice cream were made considering the addition or not of emulsifier and commercial stabilizers. To these bases it was added 5% JPF resulting into two control formulations: CAD control (with additives and without pressurization), SAD control (without additives and without pressurization); and three formulations submitted to HHP treatment submitted to them following treatments: 300 MPa CAD (with additives and with the application of 300 MPa / 20 min); 300 MPa SAD (without additive and with the application of 300 MPa / 20 min); and 400 MPa CAD (with additive and with the application of 400 MPa / 20 min). The following analyses were carried out: microbiology, proximate composition, anthocyanin quantification, antioxidant capacity, Overrun, melting test, sensorial acceptance, instrumental color and instrumental texture were performed. The incorporation of JPF in ice cream besides providing the characteristic colour also contributed to a high content of phenolic compounds (196.2 to 327.1 mg AGE / 100 g) and anthocyanins (28.67 to 31.0 mg / 100 g). The antioxidant capacity performed by ABTS method varied from 16.50 to 30.75 µmol trolox / g and by the ORAC method from 28.16 to 45.29 µmol trolox / g. In the Overrun test, it was observed that the ice cream produced from the mixture subjected to the treatment 400 MPa / 20 min with additives presented the highest rate of air incorporation (31%). The samples treated by HHP resulted in a slower melting than the CAD and SAD controls. Regarding the instrumental texture (shear force), a significant difference was observed between 400 MPa CAD (1.96 N) and SAD control (4.85 N), meaning that the pressurized sample was less firm. Microbiology analyzes of fecal coliforms at 35 and 45 ° C and Salmonella sp / 25 g showed that the products were processed with proper hygiene following Good Manufacturing Practices. In the sensory analysis, the global acceptance was evaluated by means of a hedonic scale of nine points and by the application of the Check-All-That-Apply questionnaire with 24 sensory attributes to describe the samples., no significant differences were observed among the five samples in overall acceptance, but significant differences ($p \leq 0.05$) were observed by the Cochran test and correspondence analysis, indicating that the panelists were able to identify differences in the products' characteristics.

Keywords: Ice cream, antioxidant capacity, anthocyanin, sensory analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Consumo per capita de sorvete em litros/ano.....4

Figura 2. Estrutura do sorvete com representação de diversos componentes 5

Figura 3. Esquema da estrutura de sorvete com bolhas de ar, mostrando como estas atuam para evitar o aumento do tamanho dos cristais de gelo.....7

Figura 4. Estrutura da antocianina cianidina 3 - glicosídeo.....9

Figura 5. Processamento de alimento por alta pressão hidrostática.....11

Figura 6. Efeito da APH nas moléculas de caseína: micrografia de transmissão eletrônica de mistura para sorvete controle 12

Figura 7. Fluxograma do processamento da farinha da casca de jabuticaba 14

Figura 8. Fluxograma da elaboração dos sorvetes.....16

Figura 9. Produtora de sorvete.....16

Figura 10. Amostras de sorvete para o teste sensorial.....17

Figura 11. Equipamento de Alta Pressão Hidrostática 18

Figura 12. Equipamento utilizado para análise de textura do sorvete utilizando-se Texturômetro 20

Figura 13. Amostras para análise sensorial de sorvete com e sem aditivos, submetidos ou não ao tratamento de alta pressão 23

Figura 14. Análise do *Overrun* dos diferentes tratamentos de sorvetes.....29

Figura 15. Teste de derretimento dos diferentes tratamentos de sorvetes.....30

Figura 16. Diferentes tratamentos de sorvetes durante o teste de derretimento (após 60 min).....30

Figura 17. Mapa de correspondência das análises.....36

Figura 18. Frequência e consumo de sorvete em geral (A) e de sorvete de jabuticaba (B).....37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química do sorvete.....5

Tabela 2. Amostras utilizadas no delineamento experimental.....18

Tabela 3.Médias de aceitação sensorial global e de escala do ideal para cor e sabor de sorvetes com diferentes teores de Farinha de Casca de Jabuticaba (FCJ).....25

Tabela 4. Características físico-químicas dos sorvetes, com ou sem aditivos e submetidos ao processo de alta pressão, em relação aos controles não pressurizados.....26

Tabela 5.pH, acidez total e sólidos solúveis das amostras de sorvete, com ou sem aditivos submetidos ao processo de alta pressão, em relação aos controles não pressurizados.....27

Tabela 6. Cor instrumental dos diferentes tratamentos de sorvetes.....28

Tabela 7. Textura instrumental dos sorvetes, com ou sem aditivos, submetidos ao processo de alta pressão, em relação aos controles não pressurizados.....31

Tabela 8. Textura instrumental dos sorvetes, com ou sem aditivos, submetidos ao processo de alta pressão, em relação aos controles não pressurizados.....32

Tabela 9. Notas médias de aceitação dos diferentes tratamentos 33

Tabela 10. Frequência de menção de cada termo do questionário CATA usado para descrever as amostras de sorvetes de jabuticaba, com ou sem aditivos, submetidos ao processo de alta pressão, em relação aos controles não pressurizados.....34

Tabela 11. Perfil sócio demográfico dos provadores (%) dos sorvetes, com ou sem aditivos, submetidos ao processo de alta pressão, em relação aos controles não pressurizados.....37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....1

1.1 Objetivo Geral.....2

1.2 Objetivos Específicos.....2

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....3

2.1 Sorvetes: História e Definição.....3

2.2 Tendência de mercado e Inovações.....3

2.3 Sorvete e Saúde.....4

2.4 Composição química e Estrutura do sorvete.....4

2.4.1. Açúcares.....5

2.4.2 Gorduras.....6

2.4.3 Proteínas.....6

2.4.4 Aditivos utilizados no processamento de sorvetes: estabilizantes e emulsificantes.....6

2.4.5 Cristais de gelo e Bolhas de ar.....7

2.5. Jabuticaba.....8

2.5.1 Farinha da casca de jabuticaba (FCJ): Coproduto do processamento da fruta.....8

2.5.2 Compostos fenólicos 8

2.5.3 Antocianinas.....9

2.5.4 Aplicação tecnológica da FCJ em alimentos.....10

2.6. Alta Pressão Hidrostática (APH).....10

2.6.1 Efeitos da APH em produtos lácteos.....11

2.6.2 Aplicação de APH em misturas para fabricação de sorvetes.....11

3 MATERIAL E MÉTODOS.....13

3.1 Matérias-primas.....13

3.2 Métodos.....13

3.2.1 Processamento da farinha da casca de jabuticaba.....13

3.2.2 Análise microbiológica da FCJ.....15

3.2.3 Elaboração dos sorvetes com adição de diferentes porcentagens de FCJ para definição da formulação a ser submetida à APH 15

3.2.4 Aceitação global e escala do ideal para determinação do teor ideal de FCJ no sorvete 15

3.2.5 Aplicação da Alta Pressão Hidrostática nas misturas para sorvetes 16

3 2.6 Análises físico-químicas.....17

3.2.7 Análise instrumental de cor.....18

3.2.8 *Overrun*.....18

3.2.9 Teste de derretimento.....19

3.2.10 Textura instrumental.....19

3.2.11 Compostos fenólicos totais.....19

3.2.12 Antocianinas monoméricas totais e Capacidade antioxidante 20

3.2.13 Análises microbiológicas das amostras de sorvete.....22

3.2.14 Análise sensorial dos sorvetes pressurizados.....22

3.2.14.1 Levantamento de atributos e *Check-all-that-apply* (CATA).....22

3.2.14.2 Teste de aceitação.....22

3.2.15 Análise estatística.....23

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....24

4.1 Rendimentos do processamento da Fatinha da Casca de Jabuticaba.....24

4.2 Características Microbiológicas da FCJ.....24

4.3 Teste preliminar: Avaliação sensorial.....24

4.4 Caracterização Físico-Química dos sorvetes elaborados com 5% de FCJ.....25

4.5 Cor Instrumental.....27

4.6 Overrun.....28

4.7 Teste de Derretimento.....29

4.8 Textura Instrumental 31

4.9 Compostos Fenólicos, Antocianinas e Capacidade Antioxidante.....32

4.10 Características Microbiológicas dos Sorvetes.....33

4.11Caracterização sensorial dos diferentes tratamentos por meio do Teste de Aceitação e do Check-all-that-apply (CATA).....33

4.11.1 Teste de aceitação global.....33

4.11.2 *Check-all-that-apply* (CATA).....33

5.CONCLUSÃO.....39

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....40

1 INTRODUÇÃO

O sorvete pode ser consumido de diferentes formas, no Brasil ele é largamente consumido como uma sobremesa. É um produto muito apreciado no mundo inteiro, estando presente em diferentes culturas. Pode apresentar um elevado valor nutricional e características sensoriais únicas, pois o produto é aerado e consumido congelado, tem uma textura macia e agradável, além de poder ter sabores variados (SOUZA *et al*., 2010).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), pela RDC n° 266 (2005), define os sorvetes na categoria de "gelados comestíveis" como: "produtos congelados, obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, podendo ou não ter adição de outros ingredientes, ou como sendo uma mistura de água e açúcares, também podendo ter adição ou não de outros ingredientes".

No Brasil, segundo a Mintel (empresa de inteligência de mercado), o sorvete apresenta um mercado com grande potencial de crescimento, devido ao clima e a diversidade de frutas existentes no país. O sorvete pode ser considerado um excelente alimento com ingredientes de alto valor nutritivo e/ou funcional, sendo um veículo de incorporação de compostos bioativos. Desse modo, o enriquecimento do sorvete com coprodutos oriundos da indústria de alimentos, como cascas ou polpa de frutas, resultará em um produto saboroso, nutritivo e/ou funcional (KAMPHOST, 2015). A incorporação de farinhas de cascas de frutas ou extratos vegetais em produtos alimentícios pode ser utilizada para substituir ou reduzir a utilização de aditivos artificiais, devido à presença de pigmentos naturais como as antocianinas que conferem cor e também atuam como antioxidantes, atendendo ao interesse do consumidor por alimentos saudáveis e com qualidade sensorial (CRUZ *et al*., 2009).

A jabuticaba (*Myrciara cauliflora*) é uma fruta nativa da biodiversidade brasileira, rica em nutrientes, incluindo vitaminas, sais minerais, fibras e compostos fenólicos, como as antocianinas. Os compostos bioativos encontram-se em maior concentração na casca da jabuticaba que geralmente é descartada. Uma alternativa interessante é a produção de farinha de casca da jabuticaba para ser utilizada na elaboração de diferentes produtos alimentícios. O aproveitamento das cascas de frutas como ingrediente na formulação de produtos alimentícios vem ganhando destaque nos últimos anos, sendo assim uma estratégia relevante, do ponto de vista econômico, ambiental e alimentar. Os resíduos do processamento das frutas vermelhas, em geral, apresentam elevados teores de pigmentos, como as antocianinas. E tais resíduos podem ser utilizados como corantes naturais, em substituição aos comerciais (ASCHERI, 2006; FERREIRA *et al*., 2012; SILVA, 2012).

A indústria de alimentos tem procurado atender a demanda dos consumidores por produtos mais saudáveis, livres ou com redução de aditivos, empregando tecnologias novas, sustentáveis, que não utilizam calor ou que o aplique de forma moderada. A Alta Pressão Hidrostática (APH) é uma das principais tecnologias emergentes que pode substituir os processos térmicos convencionais de forma ecologicamente sustentável, uma vez que permite a redução do consumo de energia e água, minimizando custos operacionais com maior sustentabilidade (TOEPFL *et al*., 2006; YALDAGARD *et al*., 2008; CHAWLA *et al*., 2011).

Em comparação com as tecnologias que utilizam o calor, a alta pressão tem a vantagem de não deteriorar os compostos químicos responsáveis pelo sabor e cor preservando, assim, a qualidade dos alimentos e evitando perdas nutricionais (MARCELLINI, 2006). Pode também reduzir ou eliminar a utilização de aditivos e evitar a formação de compostos indesejáveis que são produzidos durante o processamento térmico.

Além disso, a APH é uma tecnologia capaz de alterar a estrutura proteica (a configuração tridimensional), promovendo a inativação ou a ativação enzimática ou alteração desejável de textura (dependendo das condições de processamento). Para a indústria de

laticínios, por exemplo, esta tecnologia é muito interessante pois pode favorecer a obtenção de derivados lácteos com características sensoriais e nutricionais diferenciadas (TRUJILLO *et al*., 2002; WANG *et al*., 2013).

1.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito da aplicação da alta pressão hidrostática na fabricação de sorvetes incorporados de farinha de casca de jabuticaba.

1.2 Objetivos Específicos

- Elaborar a farinha de casca de jabuticaba por desidratação;
- Estabelecer a formulação para a elaboração dos sorvetes;
- Aplicar o tratamento por APH nas misturas para sorvetes;
- Avaliar as propriedades físicas e químicas dos sorvetes desenvolvidos;
- Determinar a concentração de compostos fenólicos, antocianinas e a capacidade antioxidantes nos sorvetes;
- Avaliar a aceitação sensorial dos sorvetes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sorvetes: História e Definição

Segundo alguns historiadores, produtos adicionados de flocos de neve eram servidos nas cortes babilônicas, antes da era Cristã. Há registros que comprovam que o Imperador Nero, durante o verão, resfriava suas bebidas com neve e gelo trazidos das montanhas por escravos. Catarina de Médici, ao casar-se com Henrique II, rei da França, solicitou ao seu cozinheiro que levasse receitas de produtos gelados para a corte francesa, guardando-as de forma secreta. Considera-se que o sorvete ficou conhecido no Brasil em 1834, quando um navio americano aportou no Rio de Janeiro com toneladas de gelo, e dois comerciantes cariocas compraram 217 toneladas do gelo e começaram a fabricar sorvetes com frutas brasileiras. Na época, não havia uma forma de conservar o sorvete gelado, implicando na necessidade de consumo logo após o preparo (Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes - ABIS, 2015).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), pela RDC N° 266 (2005), define "gelado comestível" como "um produto congelado, obtido a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, podendo ou não ter adição de outros ingredientes, ou como sendo uma mistura de água e açúcares e também podendo ter adição ou não de outros ingredientes".

Os gelados podem ser classificados quanto à composição básica, em: Sorvete de Creme; Sherbets; Sorbets e Gelados. Além da composição, o sorvete pode ser classificado quanto ao processo de fabricação em: (1) sorvetes de massa ou cremosos, que são misturas homogêneas ou não de ingredientes alimentares, batidas e congeladas, resultando em uma massa aerada; e (2) picolés, que são porções individuais de gelados comestíveis, geralmente suportadas por uma haste, obtidas por resfriamento até o congelamento da mistura, homogênea ou não, de ingredientes alimentares, com ou sem batimento.

2.2 Tendência de mercado e Inovações

Novos tipos de sorvetes têm surgido no mercado, abrangendo variações tais como: *Premium*, *Gourmet* e orgânicos, modificando o panorama da indústria de sorvetes, pois são produtos com um maior valor agregado que impulsionam o mercado brasileiro, que deve crescer cerca de 81% até 2020, segundo pesquisa da Mintel, empresa global de inteligência de mercado (SEBRAE, 2017).

O mercado brasileiro apresenta um histórico e tendência de crescimento, conforme pode ser verificado na Figura 1. Porém, o consumo nacional ainda é muito baixo, quando comparado com o consumo em países da Europa e com os Estados Unidos, sendo que certos países têm consumo *per capita* de 30 litros/ano (SEBRAE, 2015). O baixo consumo brasileiro está relacionado à sazonalidade do mercado do sorvete, consumido predominantemente no verão, além do fato do consumidor brasileiro ver o sorvete como uma sobremesa e não como um alimento nutritivo (ABIS, 2017).

Figura 1. Consumo per capita de sorvete em litros/ano.
Fonte: ABIS (2019).

Os sorvetes artesanais são uma forte tendência e existe a perspectiva de incluírem sabores tipicamente brasileiros, com frutas tropicais e regionais, para promover um diferencial e atrair novos consumidores. A preferência por produtos naturais e ingredientes funcionais tem levado os fabricantes a buscar inovações que promovam efeitos positivos na saúde, para satisfazer a demanda dos consumidores (KURT e ATALAR, 2018).

2.3 Sorvete e Saúde

O sorvete é um alimento interessante para a adição de ingredientes que contribuam para um melhor aporte nutricional e como veículo de alimentação para pacientes com doenças no aparelho digestivo, na garganta ou em tratamento de quimioterapia. Algumas doenças e tratamentos dificultam a ingestão dos alimentos, fazendo com que ocorra a perda do apetite, e um alimento doce e refrescante como o sorvete tem geralmente maior aceitação por parte dos doentes, em especial em idosos e crianças (DEOSARKAR *et al*., 2016).

Na Universidade Federal de Santa Catarina (hospital universitário) foi desenvolvido um sorvete como complemento alimentar para pacientes em tratamento de quimioterapia, o qual atende às necessidades nutricionais dos enfermos. O fato do sorvete ser muito apreciado, de fácil consumo, doce e refrescante e com diferentes sabores facilitou a alimentação destes pacientes, que comumente perdiam o apetite e apresentavam muito enjoo (VEJA, 2018).

Pesquisa realizada pela *Universidad Complutense de Madrid* sobre nutrição infantil concluiu que a inclusão de sorvete na dieta das crianças contribuiu para eliminar algumas das necessidades nutricionais, melhorando a ingestão de cálcio, vitaminas (B12 e A) e proteínas (SORVETES e CASQUINHAS, 2012).

De acordo com Spence *et al*. (2019), a desnutrição é um problema comum em idosos hospitalizados e, portanto, um sorvete fortificado com proteínas e/ou outros elementos é uma alternativa para um maior consumo de nutrientes por idosos e pacientes hospitalizados.

2.4 Composição química e Estrutura do sorvete

O sorvete é uma emulsão estável (a estabilidade é mantida por meio do congelamento do produto final) na qual se incorpora ar continuamente durante o congelamento. A composição do sorvete pode variar, os ingredientes utilizados na mistura devem estar na

proporção correta, pois possuem extrema importância na qualidade final do produto (GOFF, 2013). A Tabela 1 apresenta uma composição usual média de sorvete de base láctea.

Tabela 1. Composição química do sorvete

Componentes	Proporção (%)
Proteínas	8-15
Gorduras	8-20
Açúcares	13-20
Estabilizantes/emulsificantes	0,07
Água	55-64

Fonte: Souza *et al.* (2010).

A emulsão é composta por açúcares, gordura, cristais de gelo, bolhas de ar, proteínas e aditivos, entre outros ingredientes (SOUZA *et al*., 2010). A composição pode ser estabelecida com base nos parâmetros estruturais e sensoriais que são de grande relevância para obtenção de um produto de qualidade, incluindo textura, resistência ao derretimento, incorporação de ar (*Overrun*), formação de cristais de gelo, sabor e cor (GRANGER *et al*., 2005). Na Figura 2 pode ser observado um esquema da estrutura do sorvete com todos os componentes representados.

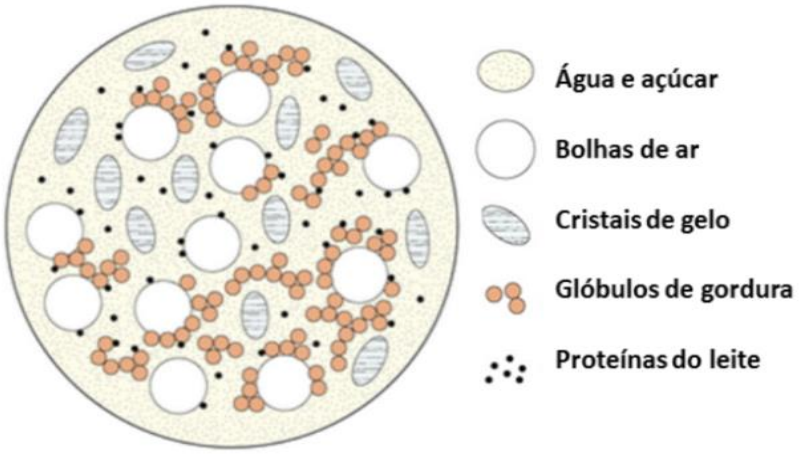

Figura 2. Estrutura do sorvete com representação dos diversos componentes
Fonte: Roth-Johnson, 2013.

2.4.1. Açúcares

As principais fontes de açúcares em sorvetes são a sacarose e a glicose, que possuem o papel de conferir a textura e palatabilidade. São comumente utilizados como fonte de sólidos, sendo um dos ingredientes de menor custo da formulação, e influenciam a formação dos cristais de gelo devido à redução da temperatura de congelamento da água (GOFF e HARTEL, 2013).

Os açúcares formam uma solução concentrada que contribui com que parte da água permaneça liquida, mesmo em temperaturas baixas (-18 °C), pois se houvesse o congelamento total da água, os sorvetes se tornariam extremamente duros. Por isto, é fundamental que uma parte da água do sorvete não congele (denominada "Serum"), se mantendo líquida para garantir a qualidade (GOFF, 2010).

2.4.2 Gorduras

Na mistura para produção de sorvetes podem ser utilizadas tanto as gorduras vegetais (óleo de girassol e óleo de palma) quanto a láctea. A gordura láctea é a de maior importância, sendo fonte de ácidos graxos essenciais, além de interagir com outros ingredientes. As gorduras melhoram a estabilidade, reduzem o tempo de derretimento do sorvete (MENDEZ-VELASCO e GOFF, 2012), melhoram a cremosidade do produto e conferem uma agradável sensação de preenchimento da boca.

No entanto, dependo do tipo de gordura utilizada é possível que ocorra um defeito de revestimento/recobrimento bucal (*mouth coating*), quando a gordura permanece sólida na temperatura da boca (CLARKE, 2004).

2.4.3 Proteínas

As principais proteínas do leite são: as caseínas, as proteínas do soro (globulina e albumina) e as proteínas das membranas dos glóbulos de gordura. No sorvete, as proteínas possuem as seguintes funções: contribuir na estruturação, na emulsificação, na aeração, no aumento da capacidade de retenção de água, melhorando a viscosidade da mistura (DAW e HARTEL, 2015). Também podem contribuir para redução na formação de gelo e para prolongar o tempo de derretimento do sorvete (GOFF, 2001; DAW e HARTEL, 2015), na medida em que o aumento do conteúdo de proteína acarreta uma redução na taxa de derretimento.

A caseína e as proteínas do soro do leite, ao passarem por tratamento térmico, aumentam a sua capacidade de retenção da água, apresentando a caseína uma maior retenção de água relativo às proteínas do soro (Souza *et al*., 2010). A retenção da água é importante pois quanto menor a quantidade de água livre no produto, menor será a quantidade e o tamanho dos cristais de gelo formados. A adsorção das proteínas aos glóbulos de gordura durante a homogeneização da mistura pode melhorar a emulsificação.

2.4.4 Aditivos utilizados no processamento de sorvete: estabilizantes e emulsificantes

De acordo com a legislação brasileira vigente, Portaria n° 540 de 27 de outubro de 1997 do Ministério da Saúde, emulsificante é a substância que torna possível a formação ou manutenção de uma mistura uniforme de duas ou mais fases imiscíveis no alimento, mantendo as características físicas das emulsões. Em sorvetes, os emulsificantes como goma guar e carboximetilcelulose são geralmente usados (Deosarkar *et al.*, 2016) e têm como função principal evitar a coalescência dos glóbulos de gorduras, além de contribuírem para uma melhor incorporação de ar na mistura durante o processamento. De acordo com Zhang e

Goff (2005), os emulsificantes proporcionam uma maior estabilidade das bolhas de ar, garantindo uma textura mais macia no produto final.

Os estabilizantes são substâncias que tornam possível a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento, sendo utilizados em misturas de sorvetes com a intenção de aumentar a resistência ao derretimento. Também evitam a formação de grandes cristais de gelo, devido às suas capacidades de retenção de água, e evitam o derretimento do sorvete durante a distribuição do produto. Tanto o emulsificante quanto o estabilizante são ingredientes que devem ser adicionados nas quantidades corretas na mistura para sorvete, pois o excesso pode gerar efeitos indesejáveis no produto final.

2.4.5 Cristais de gelo e Bolhas de ar

Os cristais de gelo são componentes dos sorvetes e devem ser suficientemente pequenos (de preferência com menos de 30 µm) para proporcionar uma sensação suave na boca. Salienta-se que a quantidade e tamanho de cristais de gelo afetam a qualidade do produto final, sendo que cristais de gelo muito grandes ocasionam a arenosidade do produto (GOFF, 2013).

As bolhas de ar, assim como os cristais de gelo, não compõem o grupo de ingredientes na preparação da mistura do sorvete, entretanto são fundamentais na estrutura do sorvete. Elas devem ser pequenas pois contribuem de forma indireta para o controle do crescimento de cristais de gelo, uma vez que limitam o espaço. As bolhas de ar são fundamentais na textura e maciez do sorvete, conferindo a cremosidade e permitindo o consumo do produto congelado. O controle da incorporação de ar no sorvete é crítico para a qualidade e estabilidade do produto final (XINYI *et al*., 2010). Na Figura 3 são representadas as bolhas de ar e as áreas de crescimento de cristais de gelo.

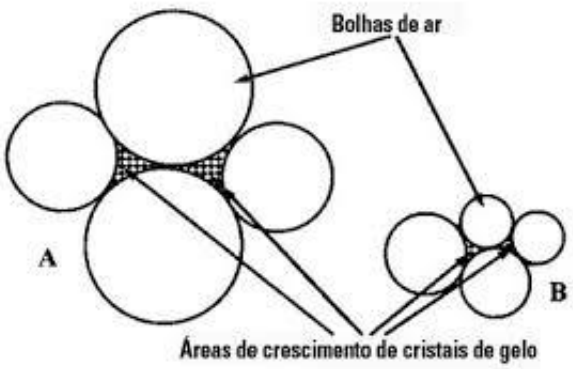

Figura 3. Esquema da estrutura de sorvete com bolhas de ar, mostrando como estas atuam para evitar o aumento do tamanho dos cristais de gelo.
Fonte: XINYI *et al*., 2010.

2.5. Jabuticaba

Dentre as frutas nativas que existem no Brasil, destacam-se a família das *Myrtaceae*. Essa família inclui várias espécies comestíveis e frutas (PLAZA *et al*., 2007; ALMEIDA et al., 2011). Entre as espécies frutíferas dessa família, destaca-se a jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*), árvore de ocorrência espontânea em grande parte do Brasil, podendo ser encontrada em diferentes estados, desde o Pará até o Rio Grande do Sul (CITADIN *et al*., 2010).

A jabuticaba se caracteriza por ser uma fruta globulosa, com casca que varia de avermelhada até quase preta, com uma polpa mucilaginosa, agridoce e muito saborosa. Segundo Oliveira *et al*. (2003), as características físico-químicas das jabuticabas são influenciadas pela região de cultivo. Muito apreciada do ponto de vista sensorial, a jabuticaba tem vitaminas, antocianinas, fibras e sais minerais.

Os compostos bioativos de interesse encontram-se em maior concentração na casca, parte da fruta que geralmente é descartada. A incorporação da casca da jabuticaba em diferentes produtos alimentícios é uma alternativa para o consumo destes compostos de interesse (REYNERTSON *et al*., 2006; LIMA *et al*., 2011; BORGES, 2014; LAGE, 2014; ANDRADE *et al*., 2015).

2.5.1 Farinha da casca de jabuticaba (FCJ): coproduto do processamento da fruta

O aproveitamento de resíduos do processamento de frutas vem ganhando destaque nos últimos anos, principalmente no caso das cascas e sementes de certos frutos, passíveis de serem incluídos na alimentação humana (OLIVEIRA *et al*., 2002; FERREIRA, *et al*. 2012). Segundo Damiani *et al*. (2011), a utilização de resíduos e coprodutos contribuem para a diminuição do desperdício de alimentos nas etapas de produção e no desenvolvimento de novos produtos, promovendo inovações na área da alimentação, além de trazer benefícios para o meio ambiente (LIMA, 2009; CRUZ, 2014).

De acordo com GÜL *et al*. (2013), os resíduos do processamento de frutas contêm diferentes compostos bioativos, como: carotenóides e flavonóides, além de apresentarem teores relevantes de fibras dietéticas. A farinha da casca da jabuticaba, especificamente, é rica em compostos fenólicos e pode ser utilizada como um corante natural por apresentar elevados teores de antocianinas, que tem potencial antioxidante (ASCHERI, 2006; FERREIRA *et al*., 2012; SILVA, 2012).

2.5.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos apresentam em sua estrutura química um ou mais anéis aromáticos que individualmente contém um ou mais grupos hidroxila, podendo ser subdivididos em taninos, cumarinas, estilbenos, ácidos fenólicos e flavonóides (FONTANA *et al*., 2013). Os compostos fenólicos são produtos secundários do metabolismo de vegetais e, alguns, têm a função de proteção da planta contra condições adversas, contribuindo também para as características de adstringência, cor, sabor e estabilidade oxidativa (NACZK e SHAHIDI, 2004).

Segundo Pádua *et al*. (2017), a quantidade de compostos fenólicos totais de vegetais é muito variável, podendo estar presentes em diferentes partes das plantas e variar conforme o estádio de maturação.

Janiques *et al*. (2013) afirmaram que as frutas são as principais fontes de compostos fenólicos, destacando-se aquelas que apresentam coloração vermelha ou azul como, por exemplo, ameixa, jamelão, cereja e jabuticaba.

Lima *et al*. (2009) e Rezende *et al*. (2010), ao determinarem os teores de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante das diferentes frações da jabuticaba, constataram que a casca possui maior concentração de compostos fenólicos e a maior capacidade antioxidante, conforme anteriormente considerado. A alta capacidade antioxidante da casca da jabuticaba pode ser atribuída à elevada quantidade de antocianinas.

Estudo realizado por Alezandro *et al*. (2013), ao compararem as duas espécies de jabuticaba mais cultivadas no Brasil (Sabará e Paulista) em relação a composição, teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante, observaram que a Sabará apresentou maior teor de compostos fenólicos.

Segundo Lage (2014), os compostos fenólicos encontrados na casca da jabuticaba (ácido elágico, quercetina e antocianinas) podem desempenhar uma função de inibidores de enzimas digestivas e o elevado teor de fibras, em ação conjunta com os antioxidantes, podem contribuir para a diminuição de colesterol plasmático.

2.5.3 Antocianinas

As antocianinas compõem o maior grupo de pigmentos solúveis em água do reino vegetal e são estudadas em todo o mundo. Estes pigmentos têm coloração que varia do vermelho ao azul e são encontradas em muitas frutas, legumes, cereais, hortaliças e grãos (TSUDA, 2012; FANG, 2014). Na Figura 4 pode ser observada a estrutura deste composto.

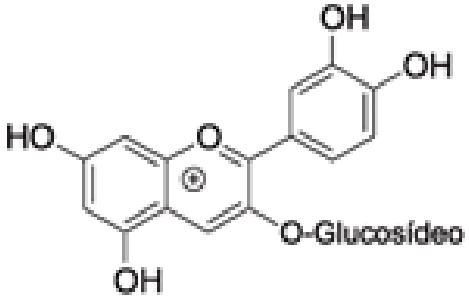

Figura 4. Estrutura da antocianina cianidina 3 - glicosídeo.
Fonte: MARÇO, 2008.

Segundo Lopes *et al*. (2007), as antocianinas presentes nos vegetais têm a função biológica de proteção contra a ação da luz, defesa e reprodução. Pesquisas desenvolvidas demostram que o consumo de alimentos ricos em antocianinas possui efeito benéfico para a saúde humana como, por exemplo: redução do risco de doenças crônicas, prevenção da obesidade, propiciar características anti-inflamatórias, atividade anticarcinogênica, antimicrobiana e capacidade antioxidante (PEIXOTO *et al.*, 2016).

Estudo realizado por Lima (2009) nas cascas de jabuticaba Sabará demostrou que as antocianinas compreendiam uma parcela significativa do conteúdo de compostos fenólicos totais, abrangendo as antocianinas cianidina 3-glicosídeo e a delfinidina 3-glicosídeo.

2.5.4 Aplicação Tecnológica da FCJ em Alimentos

A demanda pela substituição dos corantes artificiais por naturais tem sido cada vez maior (DUARTE *et al*., 2016). Em estudo realizado na Universidade Federal de Lavras (UFLA), pesquisadores desenvolveram uma farinha e um extrato da casca da jabuticaba que foram utilizados como corante ou para aumentar o teor de compostos bioativos. Observou-se que pães formulados com 10% de FCJ apresentaram maiores teores de compostos fenólicos e capacidade antioxidante do que pães elaborados com 100% de farinha de trigo integral. Após sete dias de armazenamento, os teores de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante mantiveram-se estáveis.

Ferreira *et al*. (2012), ao estudarem a utilização da FCJ em biscoitos tipo "cookie", observaram que a farinha influenciou de forma positiva na maciez e textura, demostrando ser viável neste tipo de produto.

Em estudo realizado por Souza (2016), no qual adicionou-se FCJ em bebida láctea saborizada com mamão, observou-se alteração da cor do produto, aumento da capacidade antioxidante e do teor de compostos fenólicos. A FCJ também contribuiu para manutenção da contagem de bactérias láticas acima de 10^6 UFC.g^{-1} durante o armazenamento.

Ao desenvolverem e caracterizarem diferentes formulações de sorvetes com FCJ, Lamounier *et al.* (2015) concluíram que a incorporação de 5% de FCJ aumentou o valor nutritivo, sem interferir negativamente nas características sensoriais do sorvete. A utilização da FCJ como um ingrediente em sorvete demonstrou ser promissora.

Zin (2018), ao adicionar 2% de FCJ em leite fermentado probiótico, observou um teor de 62,78 mg de ácido gálico/100g para compostos fenólicos e teor de antocianinas 0,12 mg/100 g e 1,83 mg/100 g (Delfinidina-3-glicosídeos e Cianidina-3-glicosideo, respectivamente) concluindo que a FCJ é um ingrediente para ser utilizado pela indústria de alimentos em diferentes produtos alimentícios, a fim de aumentar o valor nutritivo.

2.6 Alta Pressão Hidrostática (APH)

A APH tem sido aplicada em alimentos como uma alternativa ao processo térmico convencional.

A utilização da APH, além de estar relacionada com a redução de microrganismos em alimentos, também proporciona uma maior vida útil com alterações mínimas nos alimentos, preservando suas características sensoriais e nutricionais (LEISTNER e GORRIS, 1995), além de minimizar a utilização de aditivos químicos (VANIN, 2010).

O conceito da APH baseia-se em dois princípios: o princípio de Le-Chatelier e o princípio de Pascal (também denominado de princípio isostático). O princípio de Le-Chatelier estabelece que quando um sistema em estado de equilíbrio dinâmico é perturbado por alguma força externa, o sistema é deslocado para uma nova posição de equilíbrio para minimizar o efeito desta força como, por exemplo, redução do volume decorrente do aumento da pressão ou vice-versa (COELHO, 2002). No processamento por alta pressão, baseado no princípio de Pascal, a pressão é transmitida de modo instantâneo e uniforme em todas as direções, independentemente da forma ou volume (BARUFFALDI e OLIVEIRA, 1998).

As pressões utilizadas comercialmente costumam variar de 400 a 700 MPa. De acordo com Voigt *et al*. (2015), a pressurização é realizada em espaço confinado, empregando-se um fluido que é o meio de transmissão de pressão, podendo ser água ou uma mistura de óleo ou álcool. A pressão é aplicada em todas as direções de forma homogênea, o que propicia aos alimentos sólidos a conservação de seu formato original, como ilustrado na Figura 5.

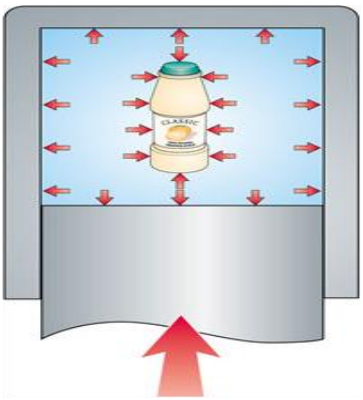

Figura 5. Processamento de alimento por alta pressão hidrostática.
Fonte: Processamento por alta pressão, Alimentos e novas tecnologias – UFRGS.

A pressão aplicada e o tempo irão dependem do tipo de produto a ser tratado e das características desejadas do produto final (CHEFTEL, 1995; FARKAS e HOOVER, 2000).

O Japão foi um dos países pioneiros na comercialização de produtos pressurizados, ocorrendo a partir de 1990 a produção de: doces de frutas em pasta, geleias, iogurtes de frutas e molhos para saladas (FELLOWS, 2006), estando o processo atualmente difundido em todos os continentes.

2.6.1 Efeitos da APH em produtos lácteos

A APH é capaz de alterar a estrutura proteica (especificamente a configuração tridimensional das proteínas). Nas proteínas do leite, APH promove mudanças nas características funcionais devido à ruptura e formação de ligações de hidrogênio em certo grau, afetando também as interações hidrofóbicas, o que induz mudanças que melhoram a funcionalidade para algumas aplicações especifica (DE ANCOS *et al*., 2000; LÓPEZ-FANDIÑO, 2006; PEGA *et al*., 2018).

Segundo Tsevdou e Taoukis (2011), a aplicação da APH tem sido estudado para melhorar as características de textura de diversos produtos lácteos, sendo possível sua utilização em leite cru e em produtos como queijos, iogurtes e sorvetes.

Andrade (2018), ao estudar a aplicação do processo de alta pressão hidrostática em bebida láctea fermentada com pressão variando de 100 a 200 MPa, observou que as contagens de probióticos (7,09 log UFC/mL e 7,06 UFC/mL, respectivamente) mantiveram-se em níveis exigidos pela legislação, para conferir uma possível alegação funcional para o produto.

Ao avaliar a aplicação Alta Pressão Hidrostática de 250 a 500 MPa por 10 min. em queijo tipo Minas Frescal incorporado com cenoura, Gouvea (2017) observou que a APH não impactou os níveis de carotenoides do produto e promoveu a extensão da vida útil.

2.6.2 Aplicação de APH em misturas para fabricação de sorvetes

Huppertz *et al*. (2011), ao realizarem um estudo para avaliar o efeito do tratamento com APH em misturas para a fabricação de sorvetes, observaram um aumento de até 25 vezes na viscosidade ao submeterem a mistura à pressão entre 200 e 500 MPa por 5 a 20 min, onde pressões entre 400 e 500 MPa, as micelas de caseína foram afetadas fortemente. Após o tratamento, observou-se uma redução no tamanho das micelas, o diâmetro passou de 200 nm

para menos que 100 nm, o que aumentou a capacidade emulsificante da proteína, como pode ser observado na Figura 6. Estes resultados promissores indicam que a aplicação de APH em mistura de sorvete pode substituir ou reduzir a utilização de aditivos, tais como emulsificantes e/ou estabilizantes.

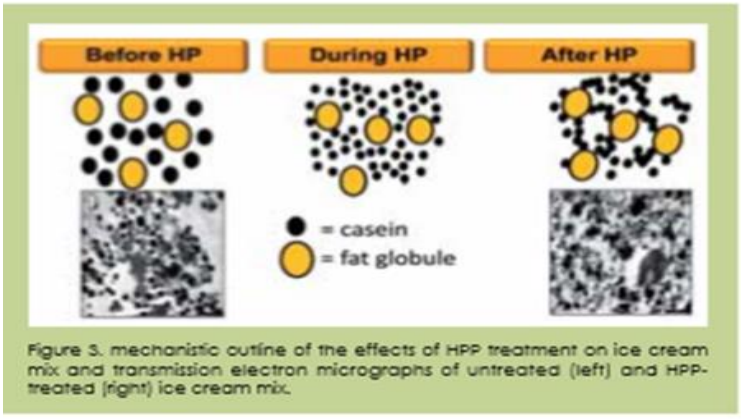

Figura 6. Efeito da APH nas moléculas de caseína: micrografia de transmissão eletrônica de mistura para sorvete controle (esquerda) e tratada por alta pressão (direita). **Fonte:** HUPPERTZ (2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os testes de processamento e determinações analíticas foram desenvolvidas nos laboratórios e plantas pilotos da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

3.1 Matérias-primas

As jabuticabas da variedade Sabará (*Myrciara cauliflora Berg*) foram adquiridas da empresa FLASK Agroindústria e Comércio de Bebidas e Alimentos LTDA, (Joaquim Egídio, Campinas, SP).

As frutas recém-colhidas foram embaladas em sacos plásticos, congeladas e transportadas em caixas isotérmicas para a Embrapa Agroindústria de Alimentos e mantidas em câmera de congelamento até o momento de sua utilização.

Foram utilizados os seguintes ingredientes para a formulação do sorvete: leite em pó (marca Nestlé®), açúcar refinado (marca Guarani®), creme de leite (marca Itambé®), emulsificante (marca Emustab Selecta®), liga neutra (marca Selecta®) e ácido cítrico (marca Mix®). Os ingredientes foram adquiridos em mercado local.

3.2 Métodos

O experimento foi dividido em duas partes, sendo primeiramente os testes preliminares, realizados com o objetivo de determinar a melhor formulação de sorvete para dar continuidade ao trabalho.

Com base nos resultados obtidos deu-se prosseguimento a segunda parte, em que foram desenvolvidas cinco amostras de sorvetes com 5% de FCJ, sendo: dois tratamentos controle, um com e outro sem adição de aditivos (emulsificantes e estabilizantes), e três tratamentos submetidos ao APH com aplicação de 300 MPa (um com aditivos e outro sem aditivos) e 400 MPa (apenas um tratamento com aditivos), todas as pressurizações ocorreram durante 20 minutos.

3.2.1 Processamento da farinha da casca de jabuticaba

O processamento da jabuticaba foi realizado na Embrapa Agroindústria de Alimentos, conforme descrito por ZIN (2018). As jabuticabas foram higienizadas com lavagem inicial em água corrente para remoção das sujidades grosseiras, seguida por sanitização (imersão das frutas em solução hipoclorito de sódio 200 ppm) por 15 minutos para redução da contaminação inicial da superfície das frutas. Após a etapa de higienização, as frutas foram despolpadas em despolpadeira horizontal (Marca Bonina 0,25 df), para separar as cascas e caroços da polpa, conforme representado na figura7.

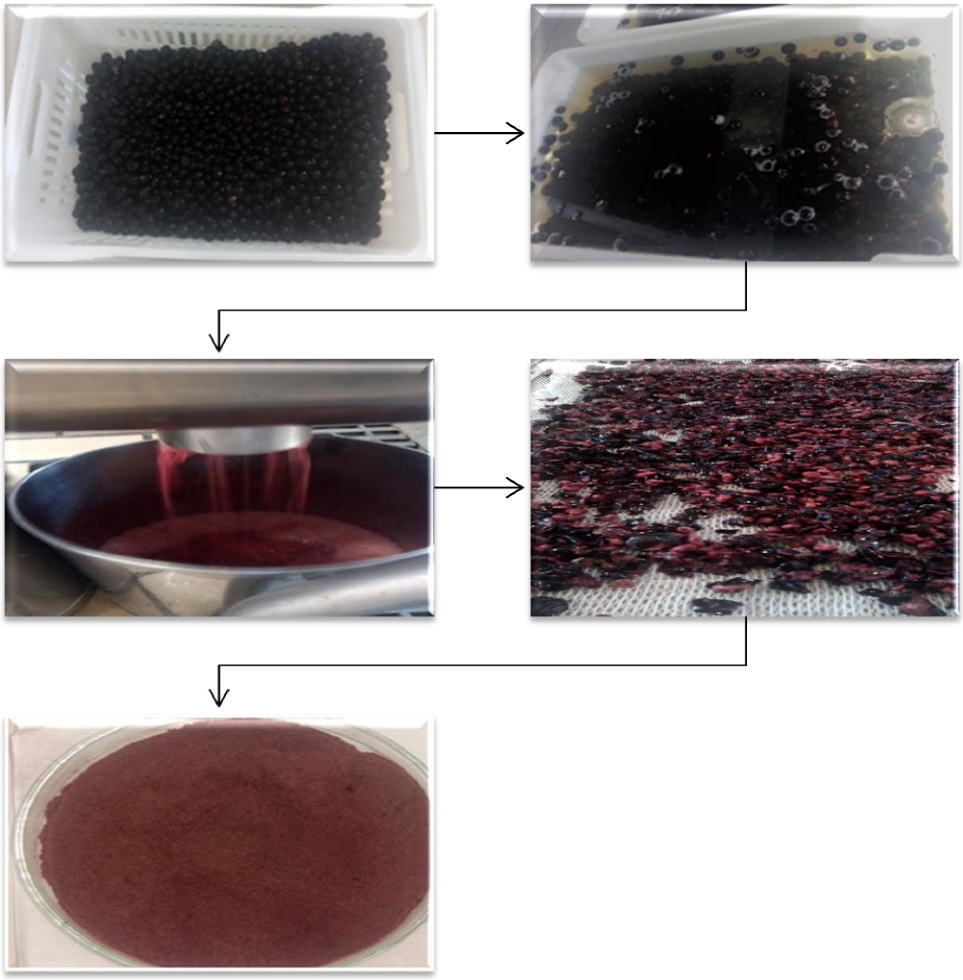

Figura 7. Fluxograma do processamento da farinha da casca de jabuticaba
Fonte: Próprio autor, 2018

A FCJ foi produzida a partir das cascas desidratadas que foram trituradas, peneiradas e embaladas até a utilização das mesmas. A FCJ foi adicionada ao sorvete para atuar como corante natural e elevar o teor de fibras e de compostos antioxidantes.

O rendimento do processamento foi calculado utilizando-se a massa de casca/sementes e a massa de jabuticaba *in natura*, conforme a Equação 1.

$$\text{Rendimento final} = \frac{\text{massa final de resíduo}}{\text{massa da fruta } \textit{in natura}} \times 100 \qquad (1)$$

As cascas de jabuticabas foram submetidas à desidratação em um secador de bandeja com circulação forçada de ar, desidratação convectiva a temperatura entre 40 a 45 ºC por 36 horas. Em seguida, foi triturada em moinho de martelo, passada em um conjunto de peneiras (mesh 20 e 35) para uniformizar o tamanho das partículas. O rendimento do processo de desidratação foi calculado utilizado a massa inicial das cascas *in natura* e a massa final de casca de jabuticaba desidratada, conforme a Equação 2.

$$\text{Rendimento final} = \frac{\text{massa final}}{\text{massa inicial}} \times 100 \qquad (2)$$

A farinha foi acondicionada em embalagens de polietileno metalizada, seladas a vácuo e armazenadas em câmara de congelamento a -18ºC, até o momento da utilização.

Para produção do preparado com a polpa de jabuticaba, adicionou-se 30% de açúcar em relação à massa da polpa, a mistura foi aquecida e mantida sob ebulição por 15 minutos, atingindo 55,5 °Brix, sendo posteriomente envasada a quente em potes de vidro previamente esterilizados e armazenada sob congelamento a -18 ºC, até o momento do uso.

3.2.2 Análise microbiológica da FCJ

Foram determinadas as contagens de coliformes totais, coliformes termotolerantes e de bolores e leveduras realizadas conforme descrito em APHA (2001), de acordo com as determinações da RDC n°12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

3.2.3 Elaboração dos sorvetes com adição de diferentes porcentagens de FCJ para definição da formulação a ser submetida à APH

Foram elaboradas seis formulações de sorvetes, com as seguintes concentrações de FCJ: 1%, 2%, 3%, 4%, 5% em relação à massa de mistura de ingredientes "calda" e sem farinha (controle). A FCJ foi adicionada à mistura após a etapa de resfriamento a 4 °C e homogeneizada em liquidificador por 3 minutos.

Para elaboração da "calda" para o preparo dos sorvetes, foram utilizados os seguintes ingredientes: leite em pó reconstituído com água (69,5%), emulsificante (0,69%), estabilizante (0,69%), creme de leite (15,27%) e açúcar (13,88%). Em relação à massa total do sorvete, foi adicionado 20% do preparado com polpa de jabuticaba e 0,02% de ácido cítrico.

Os ingredientes foram vigorosamente misturados em um liquidificador por 3 min, posteriormente realizou-se um tratamento térmico por 10 min. em temperatura de ebulição, seguido de resfriamento a 4 ºC. A esta mistura foi adicionado o creme de leite, emulsificante, o preparado de jabuticaba e a FCJ seguida de nova homogeneização em liquidificador por 3 min. A "calda" com todos os ingredientes foi colocada na produtora de sorvete (Gelato Express® Marca Tramontina) que foi programada conforme instruções do fabricante. Nesta etapa, ocorreu a aeração e concomitantemente o congelamento, por 40 minutos. O sorvete foi colocado em potes e armazenado sob congelamento (-18 °C) em freezer. O processamento do sorvete pode ser observado nas Figuras 8 e 9.

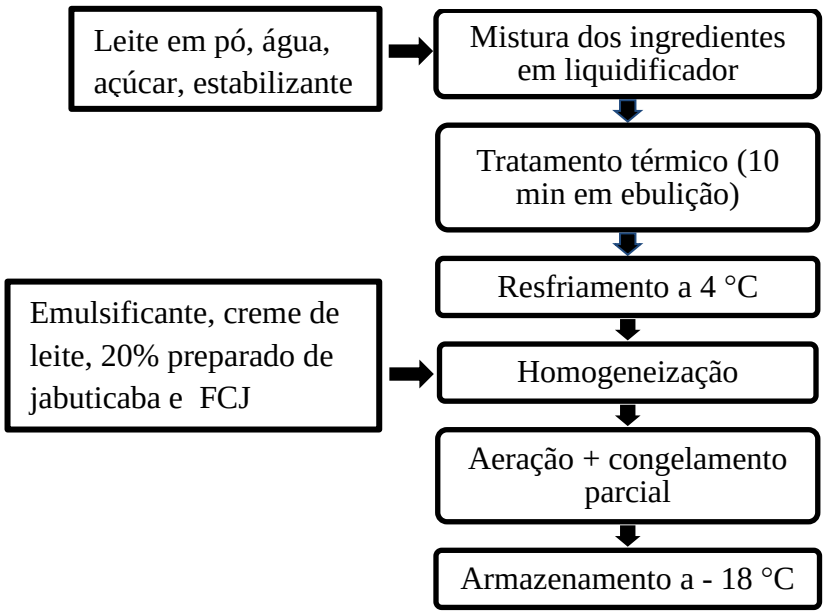

Figura 8. Fluxograma da elaboração dos sorvetes**.**
Fonte: Próprio autor, 2018.

Figura 9. Produtora de sorvete.
Fonte: Próprio autor, 2018.

3.2.4 Aceitação global e escala do ideal para determinação do teor ideal de FCJ no sorvete

O teste sensorial foi realizado com o objetivo de avaliar a percepção sensorial dos provadores em relação à coloração do produto, sabor e aceitação global, afim de selecionar a formulação com a maior aceitação para produção e caracterização dos sorvetes pressurizados.

A análise sensorial foi realizada com 85 consumidores (faixa etária de 19 a 65 anos), na Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, durante o período matutino (09:00 às 11:30) e vespertino (13:00 às 16:00). As amostras foram servidas em porções de aproximadamente 10 g em potes (50 ml) descartáveis de plástico transparentes codificados

com números de três dígitos, em ordem de apresentação balanceada para cada consumidor, conforme sugerido por ARES e JAEGER, (2013).

Na avaliação sensorial as seis amostras foram servidas em uma bandeja, contendo um copo de água e uma bolacha cream cracker para limpeza do palato, entre a avaliação das amostras (Figura 10).

Figura 10. Amostras de sorvete para o teste sensorial.
Fonte: Próprio autor, 2018.

A avaliação sensorial foi realizada por meio de teste de aceitação global utilizando-se escala hedônica estruturada de 9 pontos (1= desgostei extremamente e 9 = gostei extremamente)

A intensidade da cor e do sabor de jabuticaba foram avaliadas por meio da escala do ideal (*Just About Right* adaptada) com 9 pontos (9 = muito mais que o ideal; 5 = ideal; 1 = muito menos que o ideal) segundo metodologia proposta por Faria e Yotsuyanagi (2008).

3.2.5 Aplicação da Alta Pressão Hidrostática nas misturas para sorvetes

As misturas para sorvetes com 5% de FCJ foram processadas conforme descrito no item 3.2.3 sendo submetidas a dois diferentes tratamentos de pressurização no equipamento laboratorial ("SFL-850-09-W, Stansted", Reino Unido), com câmara de pressão de 180 mL e pressão de operação máxima nominal de 900 MPa (Figura 11).

Figura 11. Equipamento de Alta Pressão Hidrostática
Fonte: Próprio autor, 2018.

Foram realizados cinco tratamentos incluindo controles, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Amostras utilizadas no delineamento experimental.

Amostras	Tratamento
Controle CAD	Mistura sem tratamento com aditivo
Controle SAD	Mistura sem tratamento e sem aditivo
300 MPa CAD	Mistura com aditivo pressurizada a 300 MPa/20 min
300 MPa SAD	Mistura sem aditivo pressurizada a 300 MPa/20 min
400 MPa CAD	Mistura com aditivo pressurizada a 400 MPa/20 min

3.2.6 Análises físico-químicas

As análises de umidade, cinzas, lipídeos, fibras e proteínas foram realizadas de acordo com AOAC (2010). A determinação das medidas de pH e acidez total foram realizadas em um titulador automático, modelo 785 DMP Titrino, Metrohm, Suíça. O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi determinado por meio de um refratômetro digital portátil (Atago®, modelo Pal-1 Co, Ltda., EUA).

3.2.7. Análise instrumental de cor

A análise instrumental de cor das diferentes amostras de sorvetes foi realizada utilizando-se um colorímetro Color Quest XE, com escala CIELAB e CIELCh, com abertura

de 0,375 mm de diâmetro, iluminante D65/10. Os parâmetros medidos foram luminosidade (L*) na escala de 0 (preto) a 100 (branco), (a*) na escala de verde (-80 até 0) a vermelho (0 até +100) e (b*) na escala de azul (-100 até 0) a amarelo (0 até +70).

3.2.8. *Overrun*

O *Overrun* determina o quanto de ar foi incorporado ao sorvete durante o batimento e se caracteriza pelo aumento percentual do volume do sorvete em relação à mistura utilizada para produção do sorvete.

A determinação do *Overrun* foi realizada de acordo com o método descrito por Marshall, Goff e Hartel (2003), onde um volume fixo 50 ml (em béquer) de cada tratamento foi pesado antes e após o batimento na produtora de sorvete. O *Overrun* foi calculado com a Equação 3.

$$\%\ Overrun = \frac{\text{massa da mistura} - \text{massa de sorvete}}{\text{massa de sorvete}} \times 100 \quad (3)$$

3.2.9 Teste de derretimento

O teste de derretimento foi realizado segundo Granger *et al.* (2005) com as seguintes modificações: As amostras de cada um dos tratamentos foram retiradas com um boleador de sorvetes (com aproximadamente de 25 g), pesadas e colocadas sobre uma peneira metálica sobre um funil de vidro dentro de uma proveta (50 mL). A massa de sorvete derretida foi medida ao longo de 60 minutos em temperatura ambiente mantida em 25 °C em uma balança semi-analítica. Com os valores obtidos, foram construídos gráficos da massa derretida em função do tempo. O teste foi realizado em duplicata.

3.2.10 Textura Instrumental

A textura instrumental dos sorvetes foi determinada por meio de um texturômetro modelo TA XT Plus (Stable Micro Systems, Surrey, Inglaterra, Figura 12.), conforme descrito por Kurt e Atalar. (2018). Para cada amostra, foram realizadas 10 repetições da medida, sendo utilizada uma sonda cilíndrica de 5 mm de diâmetro, com 30 kg de carga, a compressão ocorreu a uma velocidade de um mm/s com 10 mm.

Figura 12. Equipamento utilizado para análise de textura do sorvete utilizando-se Texturômetro.
Fonte: Próprio autor, 2018.

3.2.11 Compostos fenólicos totais

A determinação dos compostos fenólicos totais foi realizada conforme o método espectrofotométrico proposto por Singleton e Rossi (1965), modificado por Georgé *et al.* (2005), e os resultados obtidos foram expressos em equivalente de ácido gálico.

Para a obtenção do extrato, foram pesados 2 gramas de cada amostra em triplicata sendo extração realizada com solução de acetona 70% por 30 minutos, sob agitação,seguida de filtração em ambiente escuro, com papel de filtro quantitativo. Em tubos de ensaios, foram pipetados 500 µL do extrato e adicionados 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu por 2 min. Em seguida, foram adicionados 2,0 mL de solução de carbonato de sódio, agitou-se em vórtex e levou-se ao banho-maria a 50 ºC por 15 min. Os tubos foram colocados por 30 segundos em banho de gelo. As leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro UV-1800 a 760 nm (Shimadzu®, Kyoto, Japão).

3.2.12 Antocianinas monoméricas totais e Capacidade antioxidante

A quantificação do teor de antocianinas monoméricas totais foi realizada pelo método espectrofotométrico do pH diferencial segundo Wrolstad (1976) e modificado por Abe *et al.* (2007). As amostras foram pesadas (2 g) em triplicata em tubos Falcons de 50 mL, adicionou-se 25 mL de metanol: ácido clorídrico (99,9: 0,1 v/v), os tubos foram agitados por 30 segundos em vórtex, colocados em banho de ultrassom por 10 min, centrifugados a 2000 rpm à temperatura ambiente por 15 minutos. Uma alíquota do sobrenadante do extrato foi recolhida em balão de 10 mL, para cada um dos tampões de pH 1,0 (solução de cloreto de potássio acidificada com HCl) e de pH 4,5 (solução de acetato de sódio acidificada com HCl). Em seguida, os balões foram homogeneizados e, após 30 minutos da adição do tampão, realizaram-se as leituras das absorbâncias em espectrofotômetro UV-1800 (Shimadzu®, Kyoto, Japão) nos comprimentos 510 nm e 700 nm. Para a realização dos cálculos, foi

utilizada a cianidina-3-glicosídeo como referência e o teor de antocianinas monoméricas totais (AMT) foi calculado de acordo com as Equação 4.

$$A = (A510\ nm - A700)\ pH=1 - (A510\ nm - A700)\ pH=4,5 \quad (4)$$

Onde:
A = absorbância
C (mg/100g) = A x MM x FD x 103 / ε x ecC = concentração expressas em mg cianidina-3-glicosídeo / 100 g de amostra
MM (massa molar) = 449,2 g/mol
FD = fator de diluição
ε (absortividade molar) = 26900 mol/L
ec (espessura da cubeta) = 1 cm

A capacidade antioxidante dos sorvetes foi determinada por meio de dois diferentes métodos, o $ABTS^+$ e ORAC.

A determinação da capacidade antioxidante foi realizada pelo método $ABTS^+$ conforme proposto por Serpen *et al.* (2007), teve resultados expressos em *Trolox Equivalent Antioxidant Capacity* (TEAC). Os extratos foram obtidos de acordo com a metodologia descrita por Rufino *et al*. (2007). As amostras foram pesadas (um grama) em tubos Falcons e diluídas em 10 mL de metanol 50% em água. Após 60 min. de armazenamento em ambiente escuro, os tubos foram levados para o vórtex por 30 seg., centrifugados por 15 min. a 3000 rpm e o sobrenadante foi recolhido em um balão de 25 mL. Foi adicionado ao resíduo 10 mL de acetona 70% em água (v/v) e repetiu-se, por mais uma vez, o procedimento descrito de extração.

Uma alíquota de 30 µL de cada extrato foi recolhida em tubos de ensaio, adicionou-se 3,0 mL da solução do radical $ABTS^+$ diluída em etanol 95%, promoveu-se uma homogeneização em vórtex a temperatura ambiente. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro V-M5 (Bel photonics®, Piracicaba, Brasil) a 734 nm, após 6 minutos da reação do extrato com o radical $ABTS^+$. Foi realizado uma curva analítica de Trolox em etanol 95% e os resultados expressos em µmol Trolox Equivalente/g. A quantificação foi realizada de acordo com Re *et al*. (1999).

A determinação da capacidade antioxidante realizada pelo método de ORAC (*Oxygen Radical Antioxidant Capacity*), em que foram usados os mesmos extratos obtidos para análise de ABTS, diluídos em solução tampão fosfato 75 mM pH 7,4. Preparou-se uma curva analítica de Trolox a partir de uma solução estoque de Trolox 500 µM diluída com solução tampão fosfato 75 mM pH 7,4. Para análise, 80 µL das soluções de Trolox e dos extratos diluídos foram pipetados em uma microplaca escura (Greiner 96 Flat Bottom Black Polystyrol), dispensou-se na sequência pelo equipamento 80 µL da solução de fluoresceína 78 nM nas posições contendo as amostras e 200 µL nas posições de referência da fluoresceína. Em seguida, a placa foi agitada e a leitura da fluorescência nas posições de referência foram realizadas por 10 min. Para o branco, foi utilizado 80 µL da solução tampão. Depois da leitura inicial da fluorescência, foram dispensados 40 µL da solução de AAPH (2-metilpropionamida) em todas as posições, com exceção das posições de referência. A leitura da fluorescência foi medida no modo cinético, em equipamento de leitor de microplaca Tecan modelo Infinite 200-TWT (Tecan, Grodig, Áustria) com comprimento de onda de excitação de 485 nm e de emissão de 535 nm à 37 °C.

Os dados de fluorescência em relação ao tempo foram plotados e foi calculada a área abaixo da curva (AUC - *Area Under Curve*) utilizando-se um programa computacional específico (Prisma, Statistica®). Foi construída uma curva de calibração utilizando a diferença entre a AUC dos padrões com a concentração das respectivas soluções (µmol/L) e a AUC do branco. Para a quantificação da capacidade antioxidante das amostras foi utilizada a Equação 5.

$$\mathrm{ORAC}_{(\mu\mathrm{mol\ Trolox/g})} = \frac{\frac{[(\mathrm{AUC\ amostra} - \mathrm{AUC\ branco}) - b]}{a}}{\overline{concentração\ da\ amostra}} \qquad (5)$$

Sendo:
b= coeficiente linear;
a= coeficiente angular;
Concentração da amostra em solução: expressa em mg/L.

3.2.13 Análises microbiológicas das amostras de sorvete

As análises microbiológicas realizadas para avaliar a conformidade microbiológica para consumo foram coliformes a 35 e 45 °C, *Salmonella* sp/25 g, segundo as metodologias indicadas pela APHA (2001).

3.2.14 Análise sensorial dos sorvetes pressurizados

3.2.14.1 Levantamento de atributos e *Check-all-that-apply* (CATA)

Foi utilizada a técnica CATA para levantamento de atributos que caracterizassem as amostras de sorvete estudadas. Os termos utilizados no questionário CATA foram obtidos por meio da avaliação das cinco amostras de sorvetes com 5% de FCJ, com e sem aditivo e com e sem pressurização. As amostras foram apresentadas para oito avaliadores não treinados, com o objetivo de levantar o maior número de características sensoriais relacionadas as diferentes amostras, com relação a aparência, aroma, sabor e textura (TSAKIRIS *et al*., 2006; PONTES *et al*., 2010).

Cada avaliador recebeu uma ficha com os códigos referentes a cada amostra de sorvete para descrever o produto. Das características descritas relacionadas às amostras, foram selecionados os 24 atributos: aroma de leite, sem aroma, ácido, pouco ácido, muito ácido, doce, pouco doce, muito doce, sabor de jabuticaba, adstringente, cor marrom, cor roxa, cristais de gelo, opaco, brilhante, com pontos escuros, homogêneo, quebradiço/esfarelento, arenoso/com grânulos, cristais de gelo na superfície, cremoso, pouco cremoso, sem grânulos, macio e duro.

3.2.14.2 Teste de aceitação

A análise sensorial dos sorvetes deste estudo foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos por meio do processo número 59289316.90000.5264. A

análise foi realizada com 81 provadores não treinados (com faixa etária de 19 a 65 anos), funcionários e estudantes da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, durante o período matutino (09:00 às 11:30) e vespertino (13:00 às 16:00). As amostras foram servidas em porções de aproximadamente 10 g em copos descartáveis transparentes, codificados com números de três dígitos, conforme representado na Figura 13.

Figura 13. Amostras para análise sensorial de sorvete com e sem aditivos, submetidos ou não ao tratamento de alta pressão.
Fonte: Próprio autor, 2018.

Na avaliação sensorial foi realizado o teste de aceitação global utilizando-se a escala hedônica estruturada de 9 pontos (onde a nota 1 significa desgostei extremamente e a nota 9 significa gostei extremamente).

As amostras também foram avaliadas por meio do CATA. Os provadores escolheram os atributos que consideravam apropriados para descrever cada uma das amostras. A ordem de apresentação das amostras, assim como dos termos CATA, seguiu delineamento balanceado, para que isso não influenciasse na avaliação do produto (ARES e JAEGER, 2013).

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) para verificar a existência de diferenças significativas entre as amostras, enquanto a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A análise de correspondência (AC) foi utilizada para se obter uma representação visual das amostras, a relação entre as amostras e com os atributos selecionados por meio do CATA. O teste Q de *Cochran* foi aplicado para identificar diferenças significativas entre as amostras para cada um dos termos utilizados no questionário CATA.

3.2.15 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) para verificar a existência de diferenças significativas entre as amostras, enquanto a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

O delineamento experimental utilizado foi um DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado) e o programa estatístico utilizado foi o XLSTAT, versão 6.5.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Rendimento do Processamento da Farinha de Casca de Jabuticaba

Com relação ao rendimento das diferentes etapas de processamento, dos 107 Kg de jabuticabas *in natura* processados que foram submetidos à operação de despolpamento, foi obtido 42 kg de cascas e sementes, correspondendo ao rendimento (Equação 1) de 39,25%. Na etapa subsequente de desidratação, foram obtidos 1,831 kg de casca desidratada, correspondendo ao rendimento (Equação 2) de 24,42%.

4.2 Características microbiológicas da FCJ

Os resultados das análises microbiológicas demonstraram as boas condições higiênico-sanitárias de processamento da FCJ, sendo a contagem dos coliformes termotolerantes e dos coliformes totais inferiores a 3 NMP/g e a contagem de bolores e leveduras de $1{,}0 \times 10^3$ UFC/g, abaixo do limite máximo permitido (10^4 UFC/g) pela legislação brasileira para farinhas.

Pode-se afirmar que as condições de processamento, desidratação e armazenagem da farinha foram apropriadas às boas práticas, possibilitando a utilização da mesma na formulação dos sorvetes.

4.3 Teste preliminar: Avaliação sensorial

A aceitação global do sorvete e a percepção de ideal de sabor e da cor de jabuticaba aumentaram significativamente com o aumento da concentração da FCJ na formulação (Tabela 3). Os resultados demonstraram que as amostras F4 e F5 com os maiores teores de FCJ foram as que obtiveram as maiores médias no teste de aceitação global.

Tabela 3. Médias de aceitação sensorial global e de escala do ideal para cor e sabor de sorvetes com diferentes teores de Farinha de Casca de Jabuticaba (FCJ).

Formulação	Aceitação global*	Cor**	Sabor**
F0 (0% de FCJ)	5,01[e]	1,62[f]	1,91[e]
F1(1% de FCJ)	5,27[de]	2,62[e]	2,51[d]
F2 (2% de FCJ)	5,76[cd]	3,52[d]	3,26[c]
F3 (3% de FCJ)	6,14[bc]	4,19[c]	3,84[b]
F4 (4% de FCJ)	6,55[ab]	4,67[b]	4,34[b]
F5 (5% de FCJ)	6,85[a]	5,43[a]	5,01[a]

Média na mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$);
*Aceitação sensorial: Escala hedônica variando de 1-desgostei extremamente até 9-gostei extremamente;
**Escala ideal da cor: variando de: 1- muito mais claro que o ideal, 5 - cor ideal e 9 - muito mais escuro que o ideal;
** Escala ideal da cor: variando de: 1- muito menos sabor que o ideal, 5 - sabor ideal e 9 - muito mais sabor que o ideal.

As formulações F4 e F5 também foram as que receberam notas mais próximas do ideal de cor e de sabor de jabuticaba, segundo a percepção dos consumidores deste estudo. As amostras com adição de 4 e 5 % de FCJ alcançaram valor médio mais próximo de 5,0 (que é a nota referente ao ideal) nos atributos de cor e de sabor.

A formulação com 5% de FCJ (F5) apresentou nota de 5,43 e 5,01 (ou seja, quase ideal) para os atributos de cor e de sabor, respectivamente, diferindo estatisticamente de todas as demais amostras.

A amostra sem adição de farinha (F0) obteve as menores notas, não obtendo uma boa aceitação sensorial, nota média equivalente a "não gostei, nem desgostei". Ressalta-se que todas as formulações continham a mesma concentração de preparado de jabuticaba obtido a partir da polpa.

Com relação a aceitação sensorial, no presente estudo foi observado variação significativa ($p < 0,05$) entre todas as formulações. Em contrapartida, Lamounier *et al*. (2015), avaliando a aceitação sensorial dos atributos de aparência, sabor, textura e aspecto global de sorvetes sem FCJ e com 5% e 10% de FCJ, não observaram diferenças significativas entre as amostras com 5% e sem a FCJ.

Nesta pesquisa, a formulação com adição de 5% de FCJ foi a que obteve os melhores resultados e, portanto, foi a selecionada para dar prosseguimento ao estudo.

4.4 Caracterização Físico-Química dos sorvetes elaborados com 5% de FCJ

A Tabela 4 apresenta as características físico-químicas dos sorvetes elaborados com 5% de FCJ, cujas misturas forma submetidas ou não à APH.

Tabela 4. Características físico-químicas dos sorvetes, com ou sem aditivos e submetidos ao processo de alta pressão, em relação aos controles não pressurizados.

Amostras	Análises Físico-químicas				
	Umidade (g/100 g)	**Cinzas (g/100 g)**	**Proteína (g/100 g)**	**Lipídeos (g/100 g)**	**Fibra Alimentar (g/100 g)**
Controle CAD	$64{,}51^{b} \pm 0{,}00$	$0{,}66^{d} \pm 0{,}00$	$2{,}23^{e} \pm 0{,}00$	$5{,}29^{b} \pm 0{,}11$	$1{,}89^{a} \pm 0{,}0$
Controle SAD	$68{,}37^{a} \pm 0{,}01$	$0{,}72^{c} \pm 0{,}03$	$2{,}36^{d} \pm 0{,}00$	$4{,}13^{d} \pm 0{,}04$	$2{,}96^{a} \pm 0{,}00$
300 MPa CAD	$62{,}89^{c} \pm 0{,}09$	$0{,}97^{a} \pm 0{,}01$	$3{,}83^{b} \pm 0{,}00$	$4{,}62^{c} \pm 0{,}04$	$2{,}56^{a} \pm 0{,}00$
300 MPa SAD	$62{,}38^{d} \pm 0{,}08$	$0{,}80^{b} \pm 0{,}01$	$2{,}49^{c} \pm 0{,}00$	$4{,}12^{d} \pm 0{,}27$	$2{,}83^{a} \pm 0{,}00$
400 MPa CAD	$59{,}96^{e} \pm 0{,}06$	$1{,}00^{a} \pm 0{,}00$	$4{,}05^{a} \pm 0{,}03$	$7{,}82^{a} \pm 0{,}11$	$2{,}36^{a} \pm 0{,}00$

Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem significativamente ($p>0{,}05$).

Controle SAD (controle sem aditivo); controle CAD (controle com aditivo); 300 MPa SAD (mistura sem aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 300 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 400 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 400 MPa/20 min).

O teor de umidade dos sorvetes variou entre 59,96 (400 MPa CAD) e 68,37 g/100 g (controle SAD), apresentando diferença significativa ($p < 0{,}05$). Nascimento *et* al. (2016), ao compararem a umidade de sorvete sem farinha e com 2% de farinha de resíduo de uva, observaram teor de umidade de 65,49% e 65,34%, respectivamente, não observando diferença significativa na umidade. Em contrapartida, Vital *et* al. (2017) ao adicionarem de 2,5 a 10% de resíduo de suco de uva em sorvetes, observaram umidade variando de 63,39 a 68,47%, a farinha de resíduo de uva reteve a umidade no produto, resultando em maior umidade os sorvetes com maior concentração de farinha.

Com relação ao teor de cinzas, observou-se no presente estudo diferenças significativas, houve uma variação de 0,66 a 1,00. Valor semelhante de cinzas (1,01%) foi encontrado por Lamounier *et al.* (2015) ao adicionar 5% de FCJ em sorvete.

O teor de proteína variou de 2,23 a 4,05% nos produtos estudados. A legislação brasileira (ANVISA, 1999) estabelece que um sorvete de base láctea deve ter um mínimo 2,5% de proteína. Os sorvetes 300 MPa CAD, 300 MPa SAD e 400 MPa CAD, apresentaram valores de proteínas entre 2,49 e 4,05%, em conformidade com o padrão exigido pela legislação.

Embora a formulação base para a preparação das misturas dos sorvetes tenha sido elaborada de forma idêntica para todas as amostras, exceto pela presença ou ausência de aditivos e a aplicação ou não de alta pressão hidrostática, os resultados em relação a caracterização físico-química das amostras de sorvete não foram conclusivos. A APH pode ter influenciado na interação dos ingredientes presentes na formulação base proporcionando uma maior ou menor liberação dos componentes nos procedimentos analíticos, porém não era esperado variação relevante.

Com relação ao teor de gordura das amostras, foram observadas médias entre 4,12 a 7,82 g/100 g. Segundo a Portaria nº 379 de 26 de abril de 1999 da ANVISA, sorvetes a base de leite e/ou derivados lácteos devem ter no mínimo 2,5% de gordura. Todas as formulações de sorvetes atendem a tal requerimento.

A FCJ, além de contribuir com cor do sorvete, também aumentou o teor de fibra alimentar no produto final, embora nenhum dos sorvetes desse estudo tenha alcançado o valor mínimo estabelecido para um alimento ser considerado fonte de fibras pela ANVISA (1998), que corresponde a 3 g/100 g para alimentos sólidos.

Micheletti *et al.* (2018) observaram que a adição de 9% de farinha da casca de jabuticaba

em *Muffins* resultou em um produto com 4,31 g/100 g de fibra, enquanto que a amostra controle apresentou 1,47 g/100 g. Ou seja, adição de FCJ ao produto possibilitou triplicar o teor de fibra alimentar.

Os sorvetes apresentaram acidez entre 6,76 e 8,89% e valores de pH variando de 4,17 e 4,90 (Tabela 5). Porto (2016) observou um valor baixo de pH (3,99) ao incorporar 25% de polpa de tamarindo e 10% de farinha da casca da jabuticaba em sorvetes.

Tabela 5. pH, acidez total e sólidos solúveis das amostras de sorvete, com ou sem aditivos submetidos ao processo de alta pressão, em relação aos controles não pressurizados.

	Análises		
Amostras	**pH**	**Acidez (em g Ácido cítrico/100 g)**	**Sólidos solúveis totais (°Brix)**
Controle CAD	$4,17^{c} \pm 0,10$	$8,89^{d} \pm 0,30$	$34,05^{b} \pm 0,05$
Controle SAD	$4,57^{b} \pm 0,03$	$6,76^{b} \pm 0,11$	$29,25^{c} \pm 0,05$
300 MPa CAD	$4,90^{a} \pm 0,01$	$8,73^{b} \pm 0,04$	$36,70^{a} \pm 0,10$
300 MPa SAD	$4,63^{b} \pm 0,03$	$7,74^{c} \pm 0,13$	$36,40^{a} \pm 0,10$
400 MPa CAD	$4,50^{b} \pm 0,19$	$9,47^{a} \pm 0,08$	$37,05^{a} \pm 0,55$

ontrole SAD (controle sem aditivo); controle CAD (controle com aditivo); 300 MPa SAD (mistura sem aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 300 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 400 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 400 MPa/20 min).

Lamounier *et al*. (2015), ao analisarem sorvetes enriquecidos com FCJ, encontraram pH de 5,30 para amostra com 5% de farinha de jabuticaba e de 4,20 para amostra com 10% de farinha de jabuticaba, o que indica que a variação do teor de FCJ em sorvete pode influenciar os valores de pH do produto final.

Em relação aos sólidos solúveis totais, os valores encontrados foram de 29,25 °Brix (controle SAD) e 37,05 °Brix (400 MPa CAD). Silva *et al*. (2018) observaram teores de sólidos solúveis próximos, variando entre 29,57 e 34,53 °Brix para sorvetes formulados com adição de 0,27% de polpa de sapota e de 0,135% de geleia de sapota, respectivamente.

4.5 Cor Instrumental

A cor dos alimentos é um importante atributo para que um produto seja aceito pelo consumidor e, em sorvetes é certamente uma das principais características que atrai a atenção do consumidor.

Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para os parâmetros L*, a* e b* entre todas as amostras. O parâmetro L* refere-se à luminosidade, podendo variar de 0 (preto) a 100 (branco). Assim, quanto maior o valor de L*, maior a luminosidade do produto. O parâmetro L* variou de 44,59 a 49,79. Observou-se diferenças significativas entre as amostras pressurizadas e os controles.

O parâmetro a* pode variar do verde (-a*) ao vermelho (+a*) e o parâmetro b* e do azul (-b*) ao amarelo (+b*). Neste trabalho, o parâmetro a* variou de 9,60 a 13,04, a amostra controle CAD apresentando a coloração vermelha mais intensa, o que está associado ao

menor valor de pH desta amostra, pois as antocianinas em meio ácido tendem a coloração vermelha mais intenso (BORDIGNOLI Jr. *et al*. 2009).

Para o parâmetro b*, os resultados variaram de 3,44 a -0,03. Os valores médios dos parâmetros de cor analisados podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6. Cor instrumental dos diferentes tratamentos de sorvetes.

Análises de Cor			
Amostras	**L***	**a***	**b***
Controle CAD	$44,59^{d} \pm 0,06$	$13,04^{a} \pm 0,12$	$2,01^{c} \pm 0,04$
Controle SAD	$47,29^{c} \pm 0,45$	$11,74^{b} \pm 0,13$	$-0,58^{e} \pm 0,17$
300 MPa CAD	$48,55^{b} \pm 0,79$	$9,60^{e} \pm 0,30$	$3,44^{a} \pm 0,19$
300 MPa SAD	$49,79^{a} \pm 0,07$	$10,88^{d} \pm 2,44$	$2,44^{b} \pm 0,04$
400 MPa CAD	$49,60^{ab} \pm 0,35$	$11,31^{c} \pm 0,06$	$-0,03^{d} \pm 0,04$

Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem significativamente ($p>0,05$).

Controle SAD (controle sem aditivo); controle CAD (controle com aditivo); 300 MPa SAD (mistura sem aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 300 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 400 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 400 MPa/20 min).

Apesar de todas as formulações terem a mesma porcentagem de polpa de jabuticaba e de FCJ, observou-se uma variação na cor instrumental. Fato este que pode estar relacionado a baixa dispersão da FCJ adicionada a mistura de elaboração dos sorvetes, resultando em uma mistura heterogênea, o que pode ter afetado a cor instrumental.

4.6. *Overrun*

A taxa de incorporação de ar variou de 22,3 a 31,0 %, sendo que o sorvete produzido pela mistura processada a 400 MPa CAD apresentou a maior incorporação de ar, seguido pelas amostras 300 MPa CAD e 300MPa SAD. Os controles obtiveram as menores taxas de *Overrun*. Na Figura 14 são apresentadas as taxas de ar incorporado (*Overrun*) em cada tratamento.

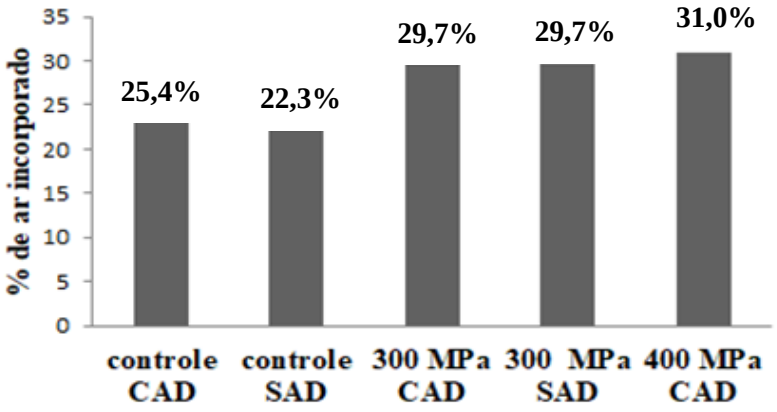

Figura 14. Análise do *Overrun* dos diferentes tratamentos de sorvetes.
Legenda: Controle SAD (controle sem aditivo); controle CAD (controle com aditivo); 300 MPa SAD (mistura sem aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 300 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 400 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 400 MPa/20 min).

Esses resultados indicam que a aplicação de APH em misturas para sorvete com ou sem a presença de aditivos (emulsificantes e estabilizantes) favorece a incorporação de ar no produto durante a etapa de batimento/congelamento. Esse fato pode estar relacionado ao fato da alta pressão em romper parcialmente as micelas de caseína, promovendo redução do diâmetro das mesmas, favorecendo uma maior capacidade emulsificante das caseínas após a pressurização (HUPPERTZ *et al*., 2010) e estabilização da emulsão e a incorporação das bolhas de ar, resultando em um produto com maior *Overrun.*

Lamounier *et al*. (2015) observaram em sorvetes sem FCJ, com adição de 5 e 10% de FCJ, respectivamente *Overrun* de 77%, 88% e 82%. A incorporação de ar dos sorvetes deste estudo foi bem inferior aos encontrados por Lamounier *et al.* (2015). O *Overrun* baixo pode estar associado ao tipo de equipamento utilizado, que foi uma produtora em batelada de pequeno porte.

Em geral, as produtoras de sorvete em bateladas de pequeno porte incorporam uma menor quantidade de ar que produtoras contínuas (CHANG; HARTEL, 2002a; CHANG; HARTEL, 2002b; SOFJAN; HARTEL, 2004; PEREIRA *et al*., 2011; LAMOUNIER *et al*.,2015).

4.7 Teste de Derretimento

Os resultados do teste de derretimento ao longo de 60 minutos podem ser observados na Figura 15. O gráfico mostra a massa de sorvete derretida (em gramas) em função do tempo em minutos.

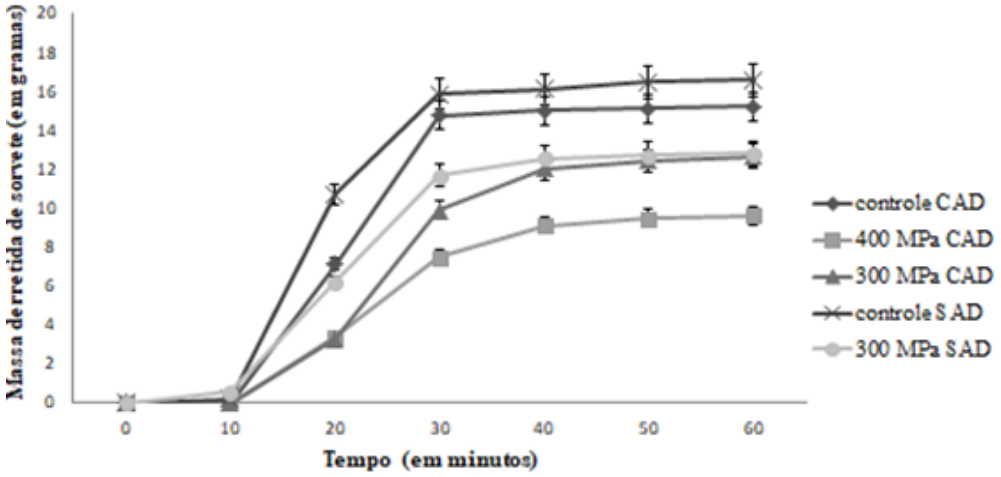

Figura 15: Teste de derretimento dos diferentes tratamentos de sorvetes**.**
Legenda: Controle SAD (controle sem aditivo); controle CAD (controle com aditivo); 300 MPa SAD (mistura sem aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 300 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 400 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 400 MPa/20 min).

As amostras submetidas ao tratamento por alta pressão apresentaram um derretimento mais lento do que os sem pressurização, tanto nas amostras com aditivo quanto nas sem a adição de emulsificantes e estabilizantes. Quanto maior foi a pressão aplicada na mistura, mais lentamente ocorreu o derretimento do sorvete, (a amostra 400 MPa com aditivo). As duas amostras controles, tanto com quanto sem aditivos, derreteram bem mais rápido que as pressurizadas, sendo que a controle SAD foi a que apresentou derretimento mais acentuado, em especial no início do teste. Também se observou que no intervalo entre 20 e 30 minutos as amostras 300 MPa CAD, 300 MPa SAD e 400 MPa CAD apresentaram percentual de derretimento entre 15,7% e 26,4%. Na Figura 16 observa-se o registro fotográfico do comportamento de todas as amostras no início e no final do teste.

5 min

60 min

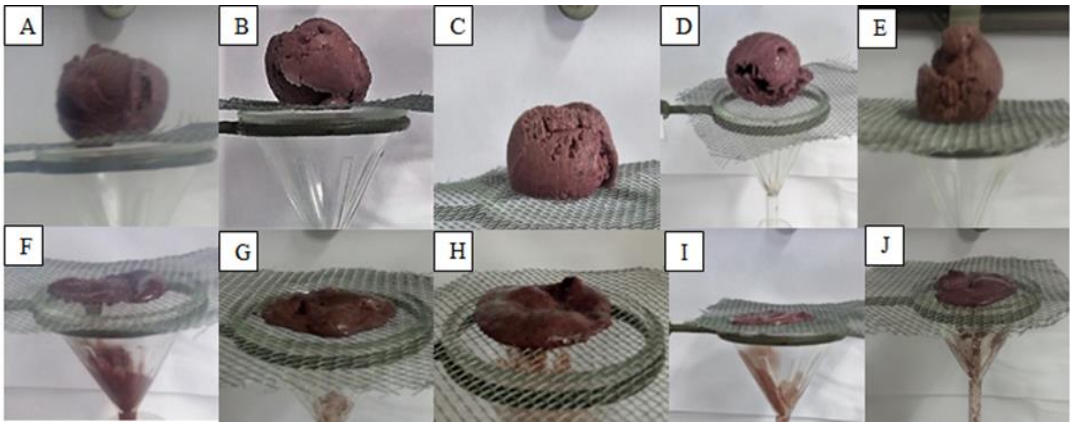

Figura 16. Diferentes tratamentos de sorvetes durante o teste de derretimento (após 60 min).
Legenda: (A) controle CAD; (B) 300 MPa CAD; (C) 400 MPa CAD; (D) controle SAD; (E) 300 MPa SAD; (F) controle CAD; (G) 300 MPa CAD; (H) 400 MPa CAD; (I) controle SAD; (J) 300 MPa SAD.

Os tratamentos a APH 300 MPa e 400 MPa apresentaram impacto positivo no derretimento, tornando-o mais lento. Segundo Huppertz *et al*. (2010), a aplicação de pressão superior a 200 MPa contribuiu para o rompimento das micelas de caseína, garantindo uma emulsão mais estável, contribuindo para o aumento da viscosidade da mistura e podendo, desta forma, resultar em um produto mais estável ao derretimento. Desse modo, a aplicação de APH em misturas para sorvete pode representar uma vantagem tecnológica tanto para indústria e para os consumidores. Para todos os segmentos, a manutenção da estrutura do sorvete é essencial para garantir a textura única do produto. O sorvete, ao derreter (quando os cristais de gelo se tornam água liquida), perde as bolhas de ar que estavam dispersas e incorporadas na massa, e ocorre a separação de fases devido ao colapso da estrutura do produto. A estabilidade da emulsão no caso do sorvete é assim, mantida pelo congelamento, que garante a estabilidade da emulsão e a aparência do produto.

4.8 Textura Instrumental

A maciez é um atributo sensorial desejável em sorvete. Os resultados da análise da firmeza dos diferentes sorvetes (expresso em força de cisalhamento na análise de textura experimental) variaram de 1,96 a 4,85 N, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7: Textura instrumental dos sorvetes, com ou sem aditivos, submetidos ao processo de alta pressão, em relação aos controles não pressurizados.

	Análise
Amostras	**Firmeza (N)**
Controle CAD	$4{,}01^{bc}$ ±0,46
Controle SAD	$4{,}85^{c}$ ± 0,98
300 MPa CAD	$2{,}73^{ab}$ ± 0,55
300 MPa SAD	$3{,}18^{abc}$ ± 0,03
400 MPa CAD	$1{,}96^{a}$ ± 0,92

Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem significativamente ($p>0{,}05$).
Controle SAD (controle sem aditivo); controle CAD (controle com aditivo); 300 MPa SAD (mistura sem aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min.); 300 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min.); 400 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 400 MPa/20 min.).

Observou-se diferenças significativas ($p<0{,}05$) entre as amostras 400 MPa CAD (menor média) e a amostra controle SAD (maior média). Também foi constatado que o tratamento pressurizado sem aditivo (300 MPa SAD) não diferiu estatisticamente dos tratamentos pressurizados com aditivo. Esse resultado sugere que a aplicação da alta pressão em mistura para sorvete sem adição de aditivos contribuiu para o desenvolvimento de um produto com características de firmeza semelhante aos sorvetes com aditivos e pressurizados.

O fato do tratamento controle SAD apresentar a maior média provavelmente está relacionado a ausência de emulsificantes e estabilizantes em sua formulação, o que o tornou mais firme.

Muse e Hartel (2004) afirmaram que a dureza pode ser afetada pela incorporação de ar durante o processamento do sorvete, sendo inversamente proporcional ao *Overun*. Góral *et al*. (2018), ao estudarem sobre o impacto de diferentes estabilizantes no processo de congelamento de sorvetes a base de leite de coco, observaram que a força para penetração no produto variou entre 2,60 e 4,71 N, que são valores relativamente próximos aos observados neste estudo.

4.9 Compostos Fenólicos, Antocianinas e Capacidade Antioxidante

Na Tabela 8 estão apresentados os dados referentes as análises de compostos fenólicos, antocianinas monoméricas totais e capacidade antioxidante. Apesar de todas as amostras possuírem a mesma concentração de FCJ (5%), o teor de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante dos sorvetes apresentaram diferença significativa nos valores médios observados.

Tabela 8. Compostos fenólicos, antocianinas monoméricas e atividade antioxidante por $ABTS^+$ e ORAC nos diferentes tratamentos de sorvetes.

	Análises			
Amostras	**Compostos Fenólicos (mg AGE/100 g)**	**Antocianinas monoméricas totais (mg/100 g)**	**ABTS (µmol trolox/ g)**	**ORAC (µmol trolox/ g)**
Controle CAD	$327{,}10^{a} \pm 34{,}26$	$30{,}67^{a} \pm 2{,}08$	$16{,}50^{d} \pm 0{,}68$	$36{,}60^{ab} \pm 15{,}88$
Controle SAD	$196{,}21^{c} \pm 12{,}16$	$30{,}00^{a} \pm 3{,}46$	$23{,}15^{bc} \pm 1{,}11$	$28{,}16^{b} \pm 6{,}65$
300 MPa CAD	$254{,}06^{b} \pm 9{,}78$	$31{,}00^{a} \pm 3{,}46$	$25{,}72^{b} \pm 1{,}49$	$34{,}72^{ab} \pm 9{,}20$
300 MPa SAD	$295{,}44^{ab} \pm 20{,}19$	$27{,}67^{a} \pm 2{,}52$	$21{,}71^{c} \pm 0{,}70$	$44{,}67^{ab} \pm 14{,}16$
400 MPa CAD	$289{,}64^{ab} \pm 5{,}22$	$28{,}67^{a} \pm 1{,}53$	$30{,}75^{a} \pm 0{,}96$	$45{,}29^{a} \pm 5{,}43$

ontrole SAD (controle sem aditivo); controle CAD (controle com aditivo); 300 MPa SAD (mistura sem aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 300 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 400 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 400 MPa/20 min).

Com relação aos compostos fenólicos, observou-se uma variação de 196,21 a 327,10 mg AGE/100 g. Os tratamentos pressurizados (300 MPa CAD, 300 MPa SAD e 400 MPa CAD) não apresentaram diferenças significativas, sugerindo que a APH não afetou significativamente os compostos bioativos presentes na FCJ. Também não foi observada a diferença significativa em relação a quantidade de antocianinas entre os tratamentos, que variou de 27,67 a 30,67 mg/100 g.

A capacidade antioxidante pelo método $ABTS^+$ variou de 16,50 a 30,75 µmol trolox/ g. O sorvete cuja mistura foi submetida a 400 MPa apresentou o maior média, seguido pela amostra submetida a 300 MPa CAD em relação as outras amostras, sugerindo que a APH contribuiu para um aumento da capacidade antioxidante dos sorvetes com 5% de FCJ. Nascimento (2016), analisando os compostos fenólicos em sorvete com 2% de farinha do resíduo do bagaço de uva, encontrou um valor de 197,41mg AGE/100 g semelhante ao observado nos sorvetes com FCJ.

Pelo método ORAC, as amostras apresentaram uma variação da capacidade antioxidante de 28,16 µmol trolox/ g (controle SAD) a 45,29 µmol trolox/ g (400 MPa CAD). Zin (2018) determinou que a capacidade antioxidante do leite fermentado probiótico com 2%

de FCJ pelo método ORAC foi de 9,29 µmol trolox/g. Esses dados demonstraram que a adição de farinha da casca de jabuticaba é uma forma interessante de aumentar o teor de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante de um produto alimentício.

4.10 Características Microbiológicas dos Sorvetes

Em relação à análise microbiológica, todas as formulações de sorvetes encontravam-se aptas ao consumo, com contagens de coliformes (35 e 45 °C) inferiores ao permitido pela legislação vigente e ausência de *Salmonella* sp em 25 gramas.

4.11 Caracterização sensorial dos diferentes tratamentos por meio do Teste de Aceitação e do Check-all-that-apply (CATA)

4.11.1 Teste de aceitação global

Oitenta e um provadores voluntários não treinados, com idade entre 18 e 65 anos participaram do estudo de aceitação de sorvetes realizado na Embrapa Agroindústria de Alimentos. Por meio do teste de aceitação global os provadores não detectaram diferença significativa entre os tratamentos de sorvetes. As notas variaram entre 6,24 e 6,75, correspondendo a gostei ligeiramente. As notas de aceitação global dos tratamentos podem ser observadas na Tabela 9.

Tabela 9. Notas médias de aceitação dos diferentes tratamentos

	Amostras				
	Controle SAD	Controle CAD	300 MPa CAD	300 MPa SAD	400 MPa CAD
Nota de aceitação global (n=81)	6,24[a] ± 1,69	6,75[a] ± 1,84	6,49[a] ± 1,64	6,51[a] ± 1,48	6,38[a] ± 1,59

Escala hedônica variando de 1: desgostei muitíssimo a 9: gostei muitíssimo. Amostras: Controle CAD (com adição de aditivos); controle SAD (sem adição de aditivos); 300 MPa SAD (mistura sem aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 300 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 400 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 400 MPa/20 min). (*) Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente (p >0,05).

4.11.2 Check-all-that-apply (CATA)

Dentre os termos do CATA selecionados (24 termos), nove deles foram utilizados com uma maior frequência pelos provadores para descrever as cinco amostras de sorvetes, sendo eles: Arenoso/com grânulos, Cor roxa, Cor marrom, Sabor de jabuticaba, Doce, Macio, Cremoso, Opaco, Com pontos escuros. Na Tabela 10 podem ser observadas as frequências de menção de cada termo do questionário CATA utilizado para descrever os diferentes tratamentos de sorvetes de jabuticaba.

Tabela 10. Frequência de menção de cada termo do questionário CATA usado para descrever as amostras de sorvetes de jabuticaba, com ou sem aditivos, submetidos ao processo de alta pressão, em relação aos controles não pressurizados.

	TRATAMENTOS				
Atributos	**Controle CAD**	**Controle SAD**	**300 MPa SAD**	**300 MPa CAD**	**400 Mpa CAD**
Aroma de leite ^{ns}	28^{a}	25^{a}	28^{a}	27^{a}	23^{a}
Sem aroma ^{ns}	19^{a}	25^{a}	23^{a}	22^{a}	23^{a}
Ácido ^{ns}	7^{a}	7^{a}	14^{a}	10^{a}	6^{a}
Pouco ácido ^{ns}	31^{a}	26^{a}	23^{a}	30^{a}	36^{a}
Muito ácido^{ns}	2^{a}	2^{a}	2^{a}	0^{a}	2^{a}
Doce^{ns}	44^{a}	40^{a}	44^{a}	41^{a}	52^{a}
Pouco doce*	8^{ab}	19^{c}	7^{a}	17^{bc}	12^{abc}
Muito doce*	17^{ab}	8^{a}	18^{b}	11^{ab}	8^{a}
Sabor de jabuticaba^{ns}	50^{a}	49^{a}	47^{a}	46^{a}	43^{a}
Adstringente^{ns}	16^{a}	8^{a}	15^{a}	19^{a}	13^{a}
Cor marrom***	8^{a}	32^{b}	12^{a}	32^{b}	31^{b}
Cor roxa***	66^{b}	38^{a}	64^{b}	39^{a}	42^{a}
Cristais de gelo*	14^{a}	26^{b}	13^{a}	19^{ab}	16^{ab}
Opaco**	24^{ab}	37^{c}	24^{a}	35^{bc}	34^{abc}
Brilhante*	27^{b}	16^{a}	26^{b}	18^{ab}	17^{ab}
Com pontos escuros*	22^{a}	34^{b}	28^{ab}	32^{ab}	34^{b}
Homogêneo ^{ns}	32^{a}	22^{a}	27^{a}	22^{a}	25^{a}
Quebradiço / Esfarelento**	13^{a}	29^{b}	20^{ab}	17^{a}	15^{a}
Arenoso / com grânulos^{ns}	60^{a}	67^{a}	62^{a}	63^{a}	58^{a}
Cremoso^{ns}	32^{a}	28^{a}	34^{a}	29^{a}	34^{a}
Pouco cremoso^{ns}	19^{a}	22^{a}	22^{a}	22^{a}	34^{a}
Sem grânulos^{ns}	4^{a}	2^{a}	4^{a}	3^{a}	3^{a}
Macio^{ns}	35^{a}	34^{a}	42^{a}	37^{a}	33^{a}
Duro^{ns}	1^{a}	4^{a}	2^{a}	1^{a}	2^{a}

***Indica diferença significativa ($p < 0,001$) de acordo com o teste Q de *Cochran;* ** Indica diferença significativa ($p < 0,01$) de acordo com o teste Q de *Cochran;* * Indica diferença significativa ($p < 0,05$) de acordo com o teste Q de *Cochran;* ns indica que não há diferença significativa ($p < 0,05$) de acordo com o teste Q de *Cochran;* Frequências com letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si.

De acordo com o teste Q de Cochran foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$), sugerindo que os provadores (n=81) foram capazes de perceber diferenças nas características sensoriais dos produtos.

Para o termo "pouco doce", o tratamento mais citado foi o controle SAD (sem aditivo), sugerindo que a ausência de aditivos no sorvete possa ter interferido na percepção da doçura, mas em contrapartida o tratamento 300 MPa SAD (sem aditivo) obteve a maior frequência para o termo "muito doce". Comparando o controle sem aditivo com o tratamento 300 MPa SAD, foi possível concluir que a APH pode ter contribuído de alguma forma para que os provadores tivessem um leve aumento da percepção de doçura da amostra 300 MPa SAD.

Em relação a frequência do termo "cor marrom", os tratamentos 300 MPa CAD e 400 MPa CAD (ambas com aditivos) não apresentaram diferenças significativa quando

comparadas ao tratamento controle sem aditivo. A cor marrom pode estar associada a oxidação das antocianinas (pigmentos responsáveis pela coloração arroxeada da FCJ). Segundo Vital *et. al*. (2017), pode ocorrer uma redução dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante durante a estocagem de sorvetes enriquecidos com compostos bioativos, porém não há registros similares com relação ao efeito da APH. A "cor roxa" foi mencionada mais vezes para a amostra controle CAD (com aditivo) do que para as outras amostras, possivelmente devido ao efeito do pH, como já considerado no item 4.5.

A menção do termo "cristais de gelo" foi mais associada com o tratamento controle sem aditivo (SAD), o que já era esperado, uma vez que a ausência de estabilizantes na formulação favorece o aumento do tamanho dos cristais de gelo e a percepção sensorial dos mesmos.

Para o termo "com pontos escuros" foi observada diferenças significativas apenas para os tratamentos controle sem aditivos (SAD) e controle com aditivo (CAD). Embora a quantidade de FCJ (5%) e a granulometria seja a mesma para todas as formulações, a distribuição das partículas da FCJ nos sorvetes não ocorreu de forma totalmente homogênea, o que favoreceu a observação dos pontos escuros nos sorvetes, em especial nos tratamentos que não foram submetidos à pressurização. Pelos resultados foi possível inferir que a APH promoveu uma melhor distribuição da FCJ no produto final, ocasionando uma maior homogeneização dos ingredientes no produto final.

Os tratamentos controle sem aditivo (SAD) e controle com aditivo (CAD) apresentaram diferenças significativas para o termo "quebradiço/esfarelento", sendo o tratamento controle SAD considerado com a textura mais quebradiça, o que pode ser associado a falta dos aditivos (emulsificantes e estabilizantes) e a baixa taxa de incorporação de ar (*Overrun*), conforme já mencionado no item 4.6.

Foi observado nesse estudo que os tratamentos 300 MPa CAD e 400 MPa CAD em relação ao controle (mistura com aditivo e sem pressurização) não diferiram significativamente para determinados atributos pelo teste Q de Cochran (aroma de leite, sem aroma, ácido, pouco ácido, doce, sabor de jabuticaba, adstringente, homogêneo, arenoso/com grânulos, pouco cremoso, sem grânulos, macio e duro). Este resultado indica que o processo de APH pode ser uma alternativa possível para substituir ou reduzir a utilização de aditivos comerciais (emulsificante e estabilizantes) na produção de sorvetes.

A representação gráfica dos atributos CATA, com diferentes tratamentos pela análise de correspondência (AC) pode ser observada na Figura 17. A primeira e segunda dimensões juntas explicam 86,52% da variação observada, com 71,74% na primeira dimensão e 14,78% na segunda dimensão.

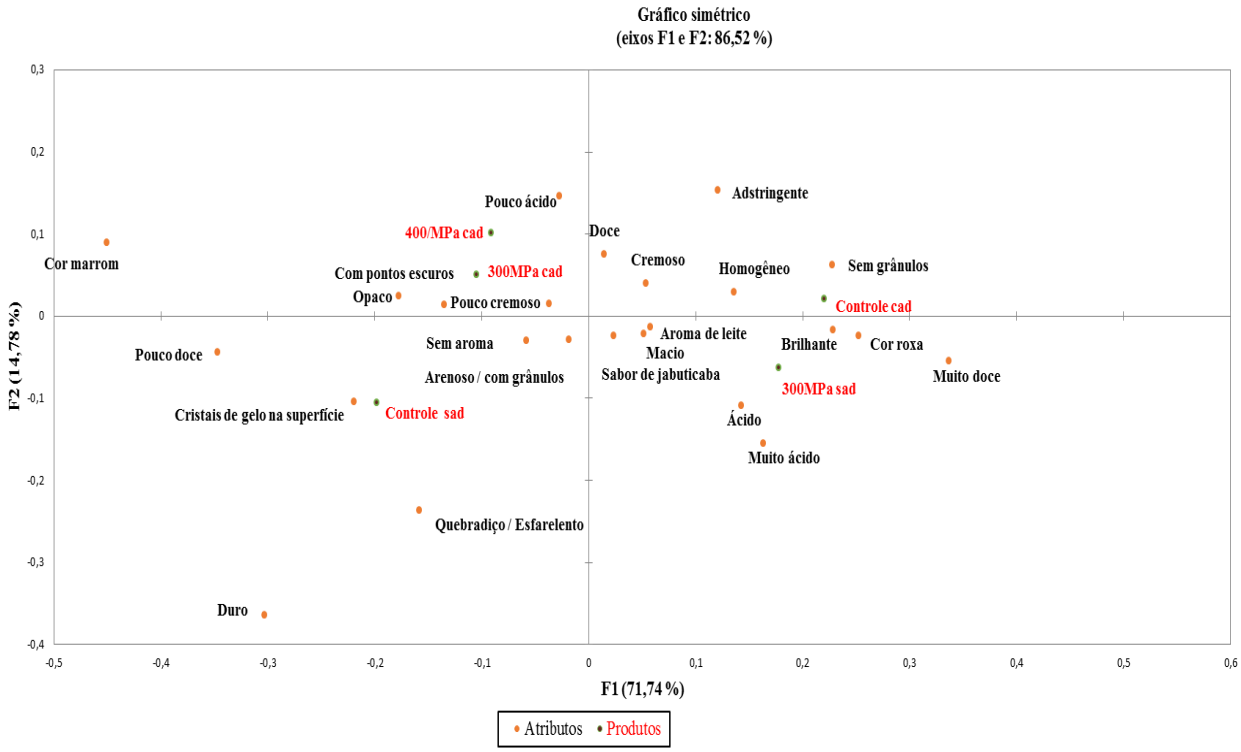

Figura 17. Mapa de correspondência das análises.
Controle SAD (controle sem aditivo); Controle CAD (controle com aditivo); 300 MPa SAD (mistura sem aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min); 300 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 300 MPa/20 min);400 MPa CAD (mistura com aditivo e pressurizada a 400 MPa/20 min).

Os tratamentos 300 MPa CAD, 400 MPa CAD foram posicionados no quadrante superior esquerdo e foram descritos como sendo: “pouco ácido”, “opaco”, “pouco cremoso” e “com pontos escuros”. O tratamento Controle SAD ficou posicionado no quadrante inferior esquerdo e apresentou como principais características “sem aroma”, “cristais de gelo”, “arenoso/com grânulos” e “quebradiço/esfarelento”, o que não são atributos sensoriais característicos de um bom sorvete.

O tratamento Controle CAD ficou situado no quadrante superior direito e foi descrito como “doce”, “adstringente”, “cremoso homogêneo” e “sem grânulos”. Já o tratamento 300 MPa SAD ficou posicionado no quadrante inferior direito e descrito pelos termos: “macio”, “aroma de leite”, “brilhante”, “muito doce”, “sabor de jabuticaba”, “ácido”, “muito ácido” e “cor roxa”.

Esse resultado sugere que a APH, quando aplicada em mistura para sorvete sem a presença de emulsificantes e estabilizantes, pode supostamente proporcionar um efeito próximo ou semelhante aos aditivos que comumente são adicionados nas misturas para fabricação de sorvetes. Esses resultados também foram observados nas análises instrumentais (textura, derretimento, *Overrun*). O sorvete com o tratamento 300 MPa SAD obteve médias semelhantes aos dos sorvetes pressurizados com aditivos.

A segunda dimensão separou os controles com e sem aditivos, ficando o tratamento controle SAD no quadrante inferior e o controle CAD no quadrante superior, demonstrando a percepção dos provadores da ausência dos aditivos no sorvete controle SAD, que são descritos pelos seguintes termos: cristais de gelo, duro, arenoso/com grânulos, quebradiço/esfarelento, sem grânulos, cremoso que descrevem a textura do sorvete. Esses resultados corroboram com a redução da taxa de incorporação de ar, aumento da firmeza

(dureza), formação de grandes cristais de gelo e estrutura menos homogênea observados no sorvete sem aditivos.

O grupo de avaliadores foi composto por consumidores femininos (64,2%) e masculinos (35,8%), com idade entre 36 e 45 anos e 64,2% com nível de escolaridade de pós-graduação característica peculiar do local onde o estudo foi realizado. Na Tabela 11 pode ser observado o perfil sócio demográfico dos provadores.

Tabela 11. Perfil sócio demográfico dos provadores (%) dos sorvetes, com ou sem aditivos, submetidos ao processo de alta pressão, em relação aos controles não pressurizados.

	n	Total %
Gênero		
Feminino	52	64,2
Masculino	29	35,8
Idade		
18-25 anos	14	17,28
26-35 anos	14	17,28
36-45 anos	22	27,16
46-55 anos	17	20,99
56-65 anos	11	13,58
>65 anos	3	3,7
Escolaridade		
Fundamental Incompleto	2	2,47
Fundamental Completo	0	0
Médio Incompleto	0	0
Médio Completo	6	7,41
Superior Incompleto	13	16,05
Superior Completo	8	9,88
Pós-Graduação	52	64,2

Na Figura 18 pode ser observado o perfil dos consumidores, extraídos do questionário aplicado ao final da análise sensorial, relacionado a frequência do consumo de sorvete e de consumo de sorvete de jabuticaba.

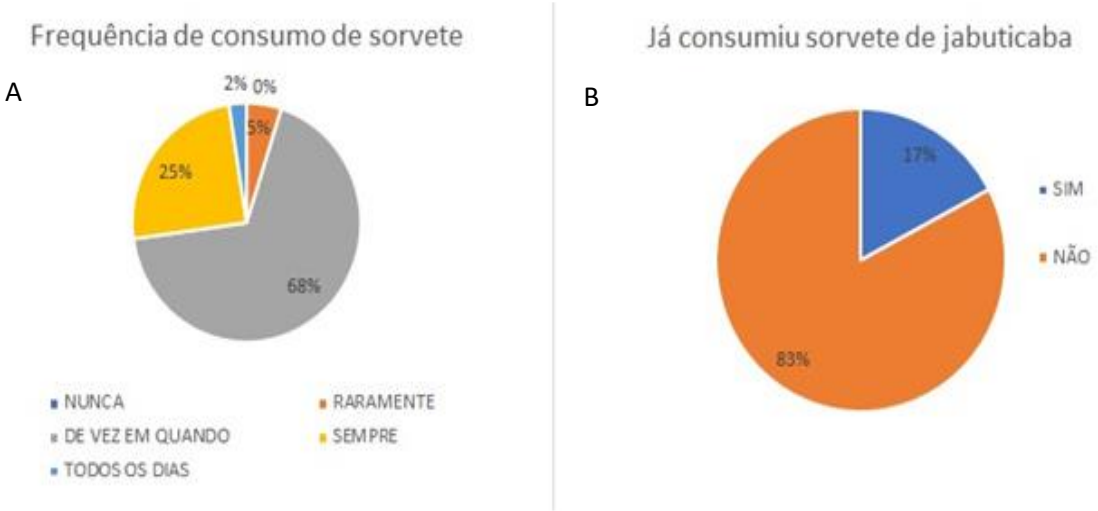

Figura 18. Frequência e consumo de sorvete em geral (A) e de sorvete de jabuticaba (B).

É possível observar que a frequência de consumo de sorvete dos participantes deste estudo é relativamente baixa, corroborando com os dados da ABIS (2018), que relatam que o consumo de sorvete *per capita* em litros no ano de 2018 pelo brasileiro foi de 5,27 litros. Esse consumo é baixo quando comparado a outros países, como por exemplo, a Nova Zelândia, onde o consumo é em torno de 12,8 kg *per capita*. O baixo consumo no Brasil está relacionado aos hábitos culturais e/ou econômicos, variando de acordo com as estações do ano.

Em relação a ingestão de sorvete de jabuticaba, apenas 17% dos provadores responderam que já haviam consumido tal produto, o que indica que, os resultados de cor e sabor ideal de jabuticaba deste estudo foram pautados nas referências sensoriais das formas de consumo mais usuais dos brasileiros, de fruta *in natura* e/ou de geleia.

5. CONCLUSÃO

As formulações dos sorvetes desenvolvidos com diferentes teores de casca de jabuticaba apresentaram cor, sabor e textura adequados, sendo que as formulações 4 e 5% de FCJ foram as mais aceitas pelos provadores. Os resultados demonstraram igualmente que a incorporação da farinha de jabuticaba contribuiu de forma positiva para um aumento do teor de compostos fenólicos e da capacidade antioxidante, além de aumentar o teor de fibras. Desse modo, a FCJ pode ser potencialmente utilizada em substituição aos corantes sintéticos e como um ingrediente funcional, resultando em um sorvete de qualidade sensorial e nutricional.

Foi constatado que os sorvetes produzidos cujas misturas foram submetidas a APH, com pressão de 300 MPa e de 400 MPa durante o tempo de 20 min e independente da presença de aditivos, apresentaram resultados satisfatórios com relação ao *Overrun,* teste de derretimento e textura instrumental.

A análise sensorial por meio da aplicação do questionário CATA evidenciou que o sorvete produzido a partir da mistura pressurizada a 300 MPa por 20 minutos sem a adição de emulsificantes e estabilizantes (300 MPa SAD) obteve médias próximas a do sorvete produzido a partir de uma mistura com a presença de aditivos e sem tratamento por APH (controle CAD). Pode-se inferir que a aplicação da APH na mistura para sorvete resulta em efeitos positivos nas características sensoriais dos sorvetes, tornando-o semelhante ao sorvete controle, com aditivos na formulação.

Novos estudos devem ser realizados, a fim de uma melhor compreensão dos efeitos da alta pressão hidrostática nas características tecnológicas, considerando outras combinações de tempo e pressão, bem como para aprofundar a compreensão da percepção sensorial dos provadores em relação a substituição de aditivos por uma tecnologia inovadora como a APH no processamento de sorvetes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, L. T. *et al.* Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007.

ABIS – **Associação Brasileira das indústrias e do setor de sorvete**. Disponível em:

<http://www.abis.com.br/institucional historia.html>. Acesso em 10, jan. 2019.

ABIS – **Associação Brasileira das indústrias e do setor de sorvete**. Disponível em: <http://www.abis.com.br/noticias_2017_3.html>. Acesso em 10, jan. 2019.

ABIS – **Associação Brasileira das indústrias e do setor de sorvete**. Disponível em: <http://www.abis.com.br/estatistica_producaoeconsumodesorvetesnobrasil.html>. Acesso em: 10, jan. 2019.

ALEZANDRO, M. R. *et al.* Comparative study of chemical and phenolic compositions of two species of jaboticaba: *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg and *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg. **Food Research International**, v. 54, p. 468-477, 2013.

ALMEIDA, M. M. B. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 2155-2159, 2011.

ANCOS, B. de; CANO, M. P.; GÓMEZ, R. Characteristics of stirred low-fat yoghurt as affected by high pressure. **International Dairy Journal**, vol. 10, n. 1-2, p.105-111, jan. 2000.

ANDRADE, D.M.L. *et al*. Vasorelaxant and Hypotensive Effects of Jaboticaba Fruit (Myrciaria Cauliflora) Extract in Rats**. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**.v. 2015.

ANDRADE, M. R. de **Bebida láctea de mamão e laranja fermentada com probiótico e tratada por alta pressão hidrostática: Avaliação físico-química, sensorial e microbiológica**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2018.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. **Regulamento técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes).** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 abr.1998.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária.. Portaria n º 379, de 26 de abril de 1999. **Regulamento técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 abr.1999.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o "REGULAMENTO TÉCNICO PARA GELADOS COMESTÍVEIS E PREPARADOS PARA GELADOS COMESTÍVEIS".** Diário Oficial da União, Brasília, DF, de 23 de setembro de 2005.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Gaithersburg, v.17, 2010.

APHA, american public health association. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4th Ed., Washington, DC, 2001, 31p.

ARES, G.; JAEGER, S. R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, Barking, vol. 28, n. 1, p. 141-153, 2013.

ASCHERI, D. P. R., ASCHERI, J. L. R., CARVALHO, C. W. P. de. Caracterização da farinha de bagaço de jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 897-905, 2006.

AUGUSTO, P. E. D.; TRIBST, A. A. L.; CRISTIANINI, M. Chapter 20 - High Hydrostatic Pressure and High-Pressure Homogenization Processing of Fruit Juices A2 - Rajauria, Gaurav. In: TIWARI, B. K. (Ed.). **Fruit Juices**. San Diego: Academic Press, 2018. p. 393-421.

AVILA, J. A. D. *et al*. Use of nonthermal technologies in the production of functional beverages from vegetable ingredients to preserve heathlabile phytochemicals**. Journal of Food Processing and Preservation**, vol. 42, ed. 2, 2018.

BARBA, F. J.; ESTEVE, M. J.; FRÍGOLA, A. High Pressure Treatment Effect on Physicochemical and Nutritional Properties of Fluid Foods During Storage: A Review. Comprehensive Reviews in **Food Science and Food Safety**, vol. 11, n. 3, p. 307-322, 2012.

BARUFFALDI, R., OLIVEIRA. M. N. **Fundamentos de Tecnologia de Alimentos**. Ed. Atheneu. 1998, p. 51- 52.

BORDIGNOLI Jr. C. l. *et al.* Influência do pH da solução extrativa no teor de antocianinas em frutos de morango.**Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n.1, p. 183-188, mar. 2009. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612009000100028>. Acesso em: 28 abr. 2019.

BORGES, L.L. **Bioprodutos padronizados em compostos fenólicos obtidos de resíduos agroindustriais das cascas dos frutos de Myrciaria cauliflora (Mart.) O. Berg.** Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

CHANG, Y; HARTEL, R.W. Development of air cells in a batch ice cream freezer. **Journal of Food Engineering**, vol. 55, n. 1, p. 71-78, nov. 2002.

CHANG, Y; HARTEL, R.W. Stability of air cells in ice cream during hardening and storage. **Journal of Food Engineering**, vol. 55, n. 1, p. 59-70, nov. 2002.

CHAWLA, R.; PATIL, G. R.; SINGH, A. K. High hydrostatic pressure technology in dairy processing: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 48, n. 3, p. 260-268, 2011.

CITADIN, I.; DANNER, M. A.; SASSO, S. A. Z. Jabuticabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, vol. 32, n. 2, p. 343-656, 2010.

CLARKE, C. The Science of Ice Cream. Londres: **Royal Society of Chemistry**, 2004. 187 p.

COELHO, G.L.V. Efeitos da alta pressão hidrostática em alimentos: aspectos físico-químicos. **Revista Universidade Rural, Série Ciências Exatas e da Terra**, v.21, n.1, p.105-110, 2002.

CONHEÇA o sorvete que ajuda a aliviar os sintomas da quimioterapia. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/saude/conheca-o-sorvete-que-ajuda-a-aliviar-os-sintomas-da-quimioterapia/>. Acesso em: 19 fev. 2019.

CRUZ, A. G. *et al.* Milk Drink Using Whey Butter Cheese (queijo manteiga) and Acerola Juice as a Potential Source of Vitamin C. **Food and Bioprocess Technology**, v. 2, n. 4, p. 368-373, 2009.

DAMIANI, C. *et al.* Doces de corte formulados com casca manga. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, vol. 41, n. 3, p. 360-369, 2011.

DAW, E.; HARTEL, R. W. Fat destabilization and melt-down of ice creams with increased protein content. **International Dairy Journal**, vol. 43, p. 33-41, abr. 2015.

DEOSARKAR, S. S. *et al.* Ice Cream: Composition and Health Effects. **Encyclopedia of Food And Health**, p.385-390, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301702571_Ice_Cream_Composition_and_Health_Effects>. Acesso em: 8 abr. 2019.

DUARTE, P.; MONTEIRO, M.; FIALHO, E.; Adição de Farinha de Jabuticaba em Pães Integrais: Avaliação da Composição Centesimal e de Compostos Bioativos ao Longo do Armazenamento. *In*: **XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Gramado, RS, 2016. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/1081.pdf.>. Acesso em: 14 abr. 2019.

FANG, J. Bioavailability of anthocyanins. **Drug Metabolism Reviews** vol. 46, n. 4, p. 508-520, 2014.

FERREIRA, A. E. *et al*. Produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jabuticaba em biscoitos tipo cookie. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 603-607, 2012.

FONTANA, A. R.; ANTONIOLLI, A.; BOTTINI, R.: Grape Pomace as a Sustainable Source of Bioactive Compounds: Extraction, Characterization, and Biotechnological Applications of Phenolics. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, vol. 61, n. 38, p. 8987-9003, 16 set. 2013.

GEORGÉ, S. *et al.* Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.5, p.1370- 1373, 2005.

GOFF, H. D.; HARTEL, R.; W. **Ice Cream**. 7 ed. New York: Ed. Springer, 2013.

GÓRAl, M. *et al*.; Impact of stabilizers on the freezing process, and physicochemical and organoleptic properties of coconut milk-based ice cream. **Food Science and Technology** vol. 92, p. 516-522, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643818302251#!.>. Acesso em: 04 fev. 2019.

GOUVEA, F. D. S. **Desenvolvimento e processamento por alta pressão hidrostática de queijo minas frescal incorporado com cenoura**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos). Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2017.

GRANGER, C. *et al.* Influence of formulation on the thermal behavior of ice cream mix and ice cream. **Journal of the American oil Chemists Society**, v.82, n.6, p.427-431 2005.

GÜL, H *et al.* Antioxidant activity, total phenolics and some chemical properties of öküzgözü and narince grape pomace and grape seed flours. **Journal of food, Agriculture e Environment**, v.11,n.2, p.28-34, 2013.

HUPPERTZ, T. *et al.* Effects of high pressure treatment of mix on ice cream manufacture, **International Dairy Journal**. v.21 ed.9 p.718-726, 2011.

KIRTIL, E.; OZTOP, M. H. Characterization of emulsion stabilization properties of quince seed extract as a new source of hydrocolloid. **Food Research International**, [s.l.], vol. 85, p. 84-94, jul. 2016.

KURT, A.; ATALAR, I. Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice cream. **Food Hydrocolloids**, vol. 82, p. 186-195, set. 2018.

LAMOUNIER, M. L. *et al*.; Desenvolvimento e Caracterização de Diferentes Formulações de Sorvetes Enriquecidos com Farinha de Casca da Jabuticaba (Myrciaria cauliflora). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes** vol. 70, n. 2, p. 93-104, 2015.

LAGE, F.F. **Casca de jabuticaba: inibição de enzimas digestivas, antioxidante, efeitos biológicos sobre o fígado e perfil lipídico.** Tese (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras. Lavras - MG, 2014.

LEISTNER, L., GORRIS, L.G.M. Food preservation by hurdle technology. **Trends in Food Science & Technology**, v. 6, p. 41-46, 1995.

LIMA, A. de J. B. **Caracterização e Atividade Antioxidante da Jabuticaba**. (Tese Doutorado) - Curso de Agroquímica, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

LIMA, A. de J. B. et al. Sugars, organics acids, minerals and lipids in jabuticaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 33, n. 2, p. 540-550, 2011.

LOPES, T. J. *et al*. Antocianinas uma Breve Revisão das Características Estruturais e da Estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, Florianópolis, vol. 13, n. 3, p. 291-297, 2007.

MARÇO, P. H.; POPPI, R. J.; SCARMINIO, I. S. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais.**Quim. Nova**, São Paulo, v. 31, n. 5, p. 1218-1223, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000500051&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 de fev de 2019.

MARSHALL,R.T.; GOFF,H.D.; HARTEL,R.W. **Ice cream**. 6 ed.New York: Kluwer Academic, Plenum Press, p.139-143 2003.
MENDEZ-VELASCO, C.; GOFF, H. D. Fat structure in ice cream: a study on the types of fat interactions. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v.29, n.1, p.152-159 2012.

MICHELETTI, J. *et al*. The addition of jaboticaba skin flour to muffins alters the physicochemical composition and their sensory acceptability by children Brazilian. **Journal Food Technology**. 2018, vol. 21. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198167232018000100439&lng=en&nrm=iso.>. Acesso em: 15 abr. 2019.

MUSE, M.R. *et al.* Ice Cream Structural Elements that Affect Melting Rate and Hardness. **Journal Of Dairy Science**, vol. 87, n. 1, p. 1-10, 2004. Disponível em: <https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(04)73135-5/fulltext>. Acesso em: 15 mar. 2019

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolic in food. **Journal of chromatography A.** v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, 2004.

NASCIMENTO, E. de A**. Sorvete com potencial funcional adicionado de resíduo agroindustrial de uva**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos), Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016.

OLIVEIRA, A. L.; BRUNINI, M. A.; SALANDINI, C. A. R. Caracterização tecnológica de jabuticabas 'Sabará' provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, vol. 25, p. 397-400, 2003.

OLIVEIRA, L. F. *et al.* Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (passiflora edulis f. Flavicarpa) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 33, n. 3, p. 259-262, 2002.

PATRIGNANI, F.; LANCIOTTI, R. Applications of High and Ultra High Pressure Homogenization for Food Safety. **Frontiers In Microbiology**, vol. 7, p.1-13, 2016.

PEGA, J. *et al.* Effect of High-Pressure Processing on Quality and Microbiological Properties of a Fermented Beverage Manufactured from Sweet Whey Throughout Refrigerated Storage. **Food and Bioprocess Technology**, vol. 11, n. 6, p.1101-1110, 22 fev. 2018.

PEIXOTO, F. M. *et al.* Simulation of *in vitro* digestion coupled to gastric and intestinal transport models to estimulate absorption of anthocyanins from peel powder of jabuticaba, jamelão and lambo fruits. **Journal of Functional Foods**, v. 24, p. 373-381, 2016.

PEREIRA, G. das G. *et al*. Influence of the partial substitution of skim milk powder for soy extract on ice cream structure and quality. **European Food Research and Technology**, vol

232, n. 6, p.1093-1102, 2011.

PLAZA, C. V.; SILVA, D. H. S.; PAULETTI, P. M. Antioxidantes presentes em folhas e frutos de Eugenia jambolana Lam. (Myrtaceae). ***In*: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química.** Sociedade Brasileira de Química, 2007.

PONTES, P. R. B. *et al.* Atributos sensoriais e aceitação de sucos de uva comerciais. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 313- 318, abr./jun. 2010.

PORTO, W.da S. **Aceitabilidade de sorvete de tamarindo com casca de jabuticaba**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2016.
PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes Artificiais em Alimentos. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view File/865/744.>. Acesso em: 17 abr. 2019.

REZENDE, L.C. **Avaliação da atividade antioxidante e composição química de seis frutas tropicais consumidas na Bahia**. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal da Bahia, 2010.

ROTH-JOHNSON, L. Homemade Ice Cream. 2013. Disponível em: < https://scienceandfooducla.wordpress.com/2013/03/05/homemade-ice-cream/>. Acesso em: 16 jan. 2019.

RUFINO, M. S. M. *et al*. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS+.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p.4, 2007.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas- **Como se destacar no mercado de sorvetes**. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/como-se-destacar-no-mercado-de-sorvetes,a49d99a5a995b510VgnVCM1000004c00210aRCRD> Acesso em: 12 mar. 2019.

SERPEN, A. *et al.* A new procedure to measure the antioxidant activity of insoluble food components. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 19, p. 7676– 7681, 2007.

SILVA, M. C. **Aproveitamento do resíduo de jabuticaba (Myrciaria cauliflora) para obtenção de pigmento com propriedades funcionais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

SILVA,V.C.M. **Caracterização físico-química e aplicabilidade tecnológica da sapota (Quararibea cordata Vischer).** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, 2012.

SINGLETON, V.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, n.3, p.144-158. 1965.

SOFJAN, R. P.; HARTEL, R. W. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. **International Dairy Journal**,vol. 14, n. 3, p. 255-262, mar. 2004.

SORVETES E CASQUINHAS. As propriedades funcionais do sorvete. Disponível em:<http://insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/edicoes_materias.php?id_edicao=54.> Acesso em: 15 mar. 2019.

SOUZA, D.G**. Caracterização da farinha da casca de jabuticaba e uso em bebidas lácteas saborizadas com mamão**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2016.

SOUZA, J. C. B. *et al*. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. **Revista Alimentos e Nutrição**, vol. 21, n. 1, p. 155-165, 2010.

SPENCE, C.; NAVARRA, J.; YOUSSEF, J. Using ice-cream as an effective vehicle for energy/nutrient delivery in the elderly. **International Journal of Gastronomy And Food Science**, vol. 16, 2019.

TOEPFL, S. *et al*. Review: Potential of High Hydrostatic Pressure and Pulsed Electric Fields for Energy Efficient and Environmentally Friendly Food Processing. **Food Reviews International**, vol. 22, n. 4, p. 405-423, 2006.

TRUJILLO, A. J. *et al.* Applications of high hydrostatic pressure on milk and dairy products: a review. **Innovative Food Sciences and Emerging Technologies**, v. 3, n. 4, p. 295-307, 2002.

TSAKIRIS, A. *et al*. Wine produced by immobilized cells on dried raisin berries in sensory evaluation comparison with commercial product. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, vol. 86, n. 4, p. 539-543, 2006.

TSEVDOU, M. S.; TAOUKIS, P. S. Effect of non-thermal processing by High Hydrostatic Pressure on the survival of probiotic microorganisms: Study on Bifidobacteria spp. **Anaerobe**, vol. 17, n. 6, p. 456-458, 2011.

TSUDA, Takanori. Anthocyanins as Functional Food Factors - Chemistry, Nutrition and Health Promotion. **Food Science And Technology Research**. vol. 18, n. 3, p. 315-324, 2012.

VITAL, A. C. P. et al. Ice cream supplemented with grape juice residue as a source of antioxidants. **International Journal of Dairy Technology**, vol. 71, n. 1, p. 183-189, 2017.

VOIGT, D. D.; KELLY, A. L.; HUPPERTZ, T. High-Pressure Processing of Milk and Dairy Products.In: **Emerging Dairy Processing Technologies**. p.71-92, 2015.

VANIN, N. **Aplicação de Alta Pressão Hidrostática em presuntos fatiados embalados a vácuo: uma revisão.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

WANG, C. Y. *et al.* The relationship between inactivation and morphologic damage of Salmonella enterica treated by high hydrostatic pressure. **Food Research International**, v. 54, n. 2, p. 1482-87, 2013.

WROLSTAD, R. E. **Color and pigment analysis in fruit products**. Corvallis: Oregon Agricultural Experimental Station, p.17, 1976.

XINYI, E.; PEI, Z. J. ; SCHMIDT, K. A. Ice cream: foam formation and stabilization- a review. **Food Reviews International**, v.26 p.122-137, 2010.

YALDAGARD, M.; MORTAZAVI, S. A.; TABATABAIE, F. The principles of ultra high pressure technology and its application in food processing/preservation: A review of microbiological and quality aspects **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 16, p. 2739-2767, 2008.

ZHANG, Z.; GOFF, H. D. On fat destabilization and composition of the air interface in ice cream containing saturated and unsaturated monoglyceride. **Internacional Dairy Journal**, v.15, p.495-500, 2005.

ZIN, I. M. **Determinação do efeito bifidogênico da farinha de casca de jabuticaba em leite fermentado probiótico**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2018.