UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JÚLIA FERNANDA URBANO MARINHO

Desenvolvimento e avaliação de sorbets probióticos e simbióticos elaborados com polpa de juçara (*Euterpe edulis*)

Pirassununga
2016

JÚLIA FERNANDA URBANO MARINHO

Desenvolvimento e avaliação de sorbets probióticos e simbióticos elaborados com polpa de juçara (*Euterpe edulis*)

Versão corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Ciências da Engenharia de Alimentos.

Orientador: Profa. Dra. Carmen Sílvia Fávaro Trindade.

Pirassununga

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Marinho, Julia Fernanda Urbano
M337d Desenvolvimento e avaliação de sorbets probióticos e simbióticos elaborados com polpa de juçara (Euterpe edulis) / Julia Fernanda Urbano Marinho ; orientadora Carmen Silvia Fávaro Trindade. -- Pirassununga, 2016.
132 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Alimento funcional. 2. Lactobacillus. 3. Prebiótico. 4. Polidextrose. 5. Compostos bioativos. I. Fávaro Trindade, Carmen Silvia, orient. II. Título.

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – o autor"

Dedico este trabalho aos meus pais, Bete e Marinho,
à minha vó Elza e ao meu noivo Rafael.

BIOGRAFIA

Júlia Fernanda Urbano Marinho, filha de José Claudio Marinho e Elisabete de Lourdes Urbano, nasceu na cidade de Americana, no interior do estrado de São Paulo em 07 de dezembro de 1990.

Graduou-se em Ciências Biológicas nas modalidades Bacharelado e Licenciatura pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) no ano de 2014. Durante a graduação, obteve experiências em diversas áreas através de programas de estágio e iniciação científica, tais como genética molecular, biologia celular, histologia, toxicologia, doença de Alzheimer e produção de bebidas alcoólicas.

No mestrado, teve experiências nas áreas de microbiologia, compostos bioativos, alimentos funcionais e produção e caracterização de produtos alimentícios de origem vegetal.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos carinhosos à minha orientadora, Prof[a] Carmen, por todo o auxílio, incentivo, aconselhamento e, principalmente, por ter me acolhido de maneira tão excepcional desde o nosso primeiro contato. Agradeço muito pelo privilégio de ter trabalhado ao seu lado, seu entusiasmo e disposição são fontes de inspiração para qualquer mulher ao seu redor e levarei isso para a vida toda. Tenho muito orgulho de fazer parte da sua jornada, obrigada por toda a confiança depositada em mim.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, pela oportunidade de realização do curso de mestrado e por ter me acolhido ao longo destes dois anos de trabalho.

Ao Sr. José Renato Cenzi, da Sorveteria J. R. Cenzi (Pirassununga/SP), por me ajudar tão gentilmente a produzir os sorbets de juçara, auxiliando no processamento dos produtos, oferecendo seu espaço de produção e doando os materiais utilizados.

Às empresas Alicon Agroindustrial (Garuva/SC), Danisco Brasil (Cotia/SP) e Sacco Brasil (Campinas/SP) pela gentil doação de grande parte dos materiais utilizados neste trabalho.

Ao Prof. Massanori Takaki, da UNESP Rio Claro, por todo o auxílio na coleta dos frutos de juçara para os estudos piloto deste trabalho.

Aos meus queridos companheiros de LAPROF, Marluci, Talitinha, Marcella, Volnei, Fabrício, Fernando, Lívia, Orfa e Mariana. Agradeço não somente por todo o auxílio durante meus experimentos e por me apoiarem quando tudo parecia dar errado, mas também por tornarem meu dia a dia sempre mais divertido.

Agradeço também ao especialista e amigo Marcelo Thomazini. Obrigada pela paciência, pela ajuda, por todos os ensinamentos ao longo desta pesquisa e pelos bons momentos de descontração.

Aos técnicos e especialistas Fábio Gallo, Guilherme Silva, Keila Aracava, Nilson Ferreira, Ana Monica Bittante, Carla Monaco, Camila Molina, Tatiane Sanches, Roseli Lacerda e Silvia de Godoy pela ajuda imprescindível ao longo desta pesquisa.

Aos professores Gelson Conceição e Eliana Kamimura, por terem tornado meu mestrado muito mais completo ao aceitarem me supervisionar no Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE).

Agradeço ao meu noivo, Rafael Remedio, meu maior exemplo de determinação e honestidade e por quem tenho uma admiração inigualável. Se hoje defendo um título de

mestrado é porque sempre vi em você minha maior inspiração para isso. Obrigada por sempre compartilhar comigo tudo o que você aprendeu ao longo dos seus 12 anos de vida acadêmica e por sempre me apoiar em todas as minhas decisões.

Aos meus pais, Bete e Marinho, que nunca mediram esforços pra me ver com um sorriso no rosto. Obrigada por todo o apoio, amor incondicional e suor derramado para que eu chegasse até aqui. Sem vocês nada disso seria possível e sei que Deus foi muito bom comigo ao me dar nossa família de presente. Devo a vocês todas as minhas conquistas!

A toda a minha família pelo carinho. Em especial, à minha vó Elza, querida e amada de uma maneira inexplicável.

Aos meus cunhados, Leandro e Vitor, que sempre fizeram da minha estadia em Pirassununga a melhor possível e aos meus sogros, Paulo e Zanza, por me adotarem tão bem e sempre me oferecerem uma boa parada no caminho entre Americana e Pirassununga.

A todos os amigos e amigas que fiz na FZEA e que levo com muito carinho comigo.

Agradeço a Deus, por sempre me iluminar e me dar forças.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

MARINHO, J. F. U. **Desenvolvimento e avaliação de sorbets probióticos e simbióticos elaborados com polpa de juçara (*Euterpe edulis*).** 2016. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar diferentes formulações de sorbets probióticos e simbióticos a base de polpa de juçara (*Euterpe edulis*), de modo a combinar os efeitos benéficos à saúde dos compostos fenólicos deste fruto com os benefícios dos probióticos e prebióticos. Para isso, foram utilizados os microrganismos *L. acidophilus* e *L. paracasei* e a fibra polidextrose, além da elaboração de uma amostra controle sem tais elementos para efeito de comparação. Primeiramente, a polpa de juçara pasteurizada utilizada na produção dos sorbets foi avaliada de acordo com suas características físico-químicas e seus compostos bioativos, tendo apresentado resultados adequados para o emprego na matriz alimentícia em questão. Em seguida, os sorbets foram caracterizados através de diversos parâmetros. Assim, a análise centesimal mostrou sorbets com alto índice de carboidratos e baixo valor calórico, enquanto os teores de sólidos solúveis apresentaram-se coerentes em todas as formulações analisadas. Os valores de *overrun* e densidade aparente relevaram que a incorporação de ar dos sorbets não foi tão elevada quanto de um sorvete lácteo, embora as amostras adicionadas de polidextrose – capaz de mimetizar as propriedades de corpo e espessamento da gordura – tenham obtido resultados mais próximos aos gelados tradicionais. Foram ainda mensurados os efeitos do armazenamento dos produtos a -18 ºC durante 120 dias, através de avaliações de pH, coloração instrumental, estabilidade dos compostos fenólicos e antocianinas e viabilidade dos probióticos. O pH das amostras manteve-se constante durante todo o experimento, com valores entre 4,4 e 4,8, enquanto os parâmetros de coloração caracterizaram as amostras como vermelhas e apontaram tendência à perda de luminosidade. Já os polifenóis e antocianinas apresentaram teores elevados, decorrentes da adição da polpa de juçara, sem a ocorrência de degradação destes compostos ao longo da estocagem das amostras sob congelamento. As populações de ambos os microrganismos adicionados apresentaram-se estáveis em cerca de 8 log UFC/ g durante todo o período de armazenamento, o que corresponde a um resultado bastante satisfatório e superior ao recomendado pela legislação brasileira. Por outro lado, a sobrevivência *in vitro* de tais probióticos quando submetidos aos fluidos gastrointestinais não apresentou resultados

adequados para a garantia da funcionalidade destes produtos, com queda de viabilidade superior a 4 ciclos logarítmicos. A aceitabilidade sensorial e intenção de compra apresentaram resultados positivos para todas as formulações, com maior aceitação das amostras probióticas em relação ao controle e menor interesse pelas amostras com adição de prebiótico. Tal resultado demonstra que a incorporação destas bactérias em sorbets de juçara é capaz de melhorar a qualidade do produto, enquanto a adição de polidextrose pode diminuir sua aceitabilidade nas condições empregadas. Em síntese, os sorbets elaborados apresentaram resultados satisfatórios, demonstrando a viabilidade na produção deste tipo de alimento funcional adicionado de probióticos, prebiótico e rico em polifenóis, sendo a combinação de tais elementos capaz de potencializar os efeitos benéficos destes compostos e trazer vantagens fundamentais à microbiota intestinal e à saúde de quem os consome.

Palavras-chave: Alimento funcional. Lactobacillus. Prebiótico. Polidextrose. Compostos bioativos. Antocianinas. Gelado comestível.

ABSTRACT

MARINHO, J. F. U. **Development and evaluation of probiotic and synbiotic sorbets produced with jussara pulp (*Euterpe edulis*).** 2016. 130 f. M.Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

This work aimed to develop and evaluate different formulations of probiotic and synbiotic jussara (*Euterpe edulis*) sorbets in order to combine the beneficial effects of the fenolic compounds of this fruit with the benefits of probiotics and prebiotics. For this, the microorganisms *L. acidophilus* and *L. paracasei* and the fiber polydextrose were used and a control sample without such elements was developed for comparison. First, the pasteurized jussara pulp used in the production of sorbets was evaluated according to its physicochemical characteristics and its bioactive compounds and the results obtained showed that it was appropriate for employment in the food matrix. Then, sorbets were characterized by various parameters. The centesimal composition showed high levels of carbohydrates and low caloric value, while the soluble solids content were consistent in all analyzed formulations. The overrun and apparent density values showed that the air incorporated into sorbets was not as high as a dairy ice cream, although the samples with polydextrose – able to mimic the body and thickening properties of fat – have obtained results closer to traditional ice cream. The effects of storage of the products at -18 ° C for 120 days were also measured by pH assessments, instrumental color, stability of phenolic compounds and anthocyanins and viability of probiotics. The pH of the samples remained constant throughout the experiment, with values between 4.4 and 4.8, while the color parameters characterized the samples as red and showed a tendency to lose brightness. The levels of polyphenols and anthocyanins were elevated as a result of the addition of jussara pulp, without degradation of these compounds during storage of samples under freezing. The populations of both added microorganisms were stable at about 8 log CFU/ g throughout the storage period, which is a very satisfactory result and better than the recommended by Brazilian legislation. On the other hand, in vitro survival of the probiotics through simulated gastrointestinal fluids did not present appropriate results to guarantee the functionality of these products, with decrease of viability higher than 4 log cycles. The sensory acceptability and purchase intent showed positive results for all formulations, with greater acceptance of probiotic samples compared to control and less interest in the samples with prebiotic. This result demonstrates that the incorporation of these bacteria in jussara sorbets is able to improve the quality of the product while the addition of

polydextrose may decrease the acceptability in conditions employed. In short, sorbets showed satisfactory results, demonstrating the viability of production of functional food with addition of probiotics, prebiotics and rich in polyphenols. The combination of these elements can enhance the beneficial effects and bring fundamental benefits to intestinal microbiota and to health of those who consume them.

Keywords: Functional food. Lactobacillus. Prebiotic. Polydextrose. Bioactive compounds. Anthocyanins. Ice cream.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura da Polidextrose 29

Figura 2 - Palmeira juçara (*E. edulis* Mart.) 36

Figura 3 - Frutos da palmeira juçara (*E. edulis* Mart.) 37

Figura 4 - Classificação dos compostos fenólicos 41

Figura 5 - Associação bidirecional entre os polifenóis e a microbiota 44

Figura 6 - Polpa de juçara fina utilizada no presente estudo 46

Figura 7 - Fluxograma de produção dos sorbets 55

Figura 8 - Processamento do sorbet de juçara 56

Figura 9 - Ensaio *in vitro* da atividade antimicrobiana de polpa de juçara testada em *L. acidophilus* e *L. paracasei* 70

Figura 10 - Utilização do prebiótico polidextrose pelos probióticos *L. acidophilus* e *L. paracasei* 72

Figura 11 - Curva de concentração bacteriana para *L. acidophilus* e *L. paracasei* 74

Figura 12 - Sobrevivências dos probióticos adicionados em sorbets de juçara durante a exposição aos fluidos gastrointestinais simulados 96

Figura 13 - Notas médias das diferentes formulações de sorbet de juçara para os atributos sensoriais analisados: aroma, cor, textura, sabor e aceitabilidade global do produto 99

Figura 14 - Distribuição de notas da avaliação de intenção de compra das diferentes formulações de sorbet de juçara utilizando escala de 5 pontos 102

Figura 15 - Curva de calibração para a determinação de compostos fenólicos totais 128

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Componentes utilizados no preparo de MRS sem fonte de carbono 52

Tabela 2 – Variáveis envolvidas nas diferentes formulações do sorbet funcional 53

Tabela 3 – Proporção dos ingredientes utilizados na fabricação dos sorbets 54

Tabela 4 – Composição dos fluidos gástrico e intestinal 59

Tabela 5 – Composição centesimal da polpa de juçara 63

Tabela 6 – Análise do pH e sólidos solúveis em polpa de juçara 64

Tabela 7 – Parâmetros de cor L*, a*, b*, C* e Hº para amostras de polpa de juçara 67

Tabela 8 – Teor de fenólicos e antocianinas totais presentes na polpa de juçara 68

Tabela 9 – Diluições realizadas para obtenção dos pontos das curvas de concentração bacteriana 74

Tabela 10 – Absorbância a 600nm dos pontos da curva de concentração de *L. acidophilus* ..75

Tabela 11 – Absorbância a 600nm dos pontos da curva de concentração de *L. paracasei* 75

Tabela 12 – Equações para estimativa da concentração de *L. acidophilus* e *L. paracasei* e seus respectivos coeficientes de determinação 76

Tabela 13 – Composição centesimal e valor calórico das amostras de sorbet de juçara 76

Tabela 14 – Valores de sólidos solúveis das amostras de sorbet de juçara 79

Tabela 15 – Valores de *overrun* e densidade aparente das amostras de sorbet de juçara 80

Tabela 16 – Análise de pH das diferentes formulações de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C 82

Tabela 17 – Parâmetro de cor L* (luminosidade) para as diferentes amostras de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C 84

Tabela 18 – Parâmetro de cor a* (diferença do vermelho e do verde) para as diferentes amostras de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C 85

Tabela 19 – Parâmetro de cor b* (diferença do azul e do amarelo) para as diferentes amostras de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C 86

Tabela 20 – Parâmetro de cor C* (cromaticidade) para as diferentes amostras de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C 87

Tabela 21 – Parâmetro de cor Hº (tonalidade cromática) para as diferentes amostras de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C 88

Tabela 22 – Diferença total de cor (ΔE*) nas diferentes formulações de sorbet de juçara após 120 dias de armazenamento a -18 ºC 89

Tabela 23 – Teor de fenólicos totais presentes nas diferentes formulações de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C 90

Tabela 24 – Teor de antocianinas totais presentes nas diferentes formulações de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C 91

Tabela 25 – Viabilidade dos microrganismos *L. acidophilus* e *L. paracasei* adicionados em sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C.....93

Tabela 26 – Avaliação da presença de Coliformes Termotolerantes utilizando Placas Petrifilm™ CC nas amostras de sorbet de juçara 98

Tabela 27 – Avaliação da presença de Salmonella nas amostras de sorbet de juçara 98

Tabela 28 – Resultados da avaliação dos consumidores para cada um dos atributos avaliados nas diferentes amostras de sorbet de juçara 99

Tabela 29 – Notas médias da avaliação dos consumidores para intenção de compra nas diferentes formulações de sorbet de juçara utilizando escala de 5 pontos 101

Tabela 30 – Resultados da correlação de Pearson (*r*) entre a idade dos provadores e os diferentes atributos avaliados na análise sensorial do sorbet de juçara 131

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

A	Absorbância
a*	Parâmetro de cor, diferença do vermelho e do verde
ác.	Ácido
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
arctg	Arco tangente
b*	Parâmetro de cor, diferença do azul e do amarelo
BPF	Boas Práticas de Fabricação
C*	Parâmetro de cor, croma
cm	Centímetros
eq	Equivalente
FGS	Fluido Gástrico Simulado
FIS	Fluido Intestinal Simulado
g	Gramas
h	Horas
Hº	Parâmetro de cor, ângulo Hue
L	Litros
L*	Parâmetro de cor, luminosidade
log	Logaritmo decimal
mg	Miligramas
mL	Mililitros
mm	Massa molar
MRS	Man, Rogosa e Sharpe
nm	Nanômetros
pH	Potencial hidrogeniônico
r	Coeficiente de correlação de Pearson
R^2	Coeficiente de Determinação
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
rpm	Rotações por minuto
TA	Teor de Antocianinas totais

UFC	Unidade Formadora de Colônia
v/v	Proporção volume/volume
°C	Graus Celsius
ε	Coeficiente de extinção molar
Δ	Delta, diferença
ΔE*	Diferença total de cor entre duas amostras
%	Porcentagem; gramas/100 gramas; gramas/100 mililitros
µL	Microlitro
µm	Micrômetro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 19

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 21
2.1 Alimentos Funcionais 21
2.2 Probióticos 22
2.2.1 *L. acidophilus* 24
2.2.2 *L. paracasei* 25
2.3 Prebióticos 26
2.3.1 Polidextrose 28
2.4 Simbióticos 30
2.5 Gelados comestíveis 31
2.5.1 Sorbet 33
2.6 Juçara (*Euterpe edulis* Martius) 34
2.6.1 Compostos bioativos presentes em frutos de juçara 38
2.7 Benefícios da associação de probióticos e compostos fenólicos 41

3. OBJETIVOS 44
3.1 Objetivo Geral 44
3.2 Objetivos Específicos 44

4. MATERIAL E MÉTODOS 45
4.1 MATERIAIS 45
4.2 MÉTODOS 46
4.2.1 Caracterização da polpa de juçara 46
4.2.1.1 Caracterização físico-química 46
4.2.1.1.1 Composição centesimal 46
4.2.1.1.2 pH 46
4.2.1.1.3 Sólidos solúveis totais 47
4.2.1.2 Cor instrumental 47
4.2.1.3 Determinação dos conteúdos de compostos fenólicos e antocianinas 48
4.2.1.3.1 Extração 48
4.2.1.3.2 Teor de compostos fenólicos totais 48
4.2.1.3.3 Teor de antocianinas totais 49
4.2.2 Culturas probióticas e prebiótico 50
4.2.2.1 Atividade antimicrobiana *in vitro* 50
4.2.2.2 Avaliação *in vitro* de sinergismo do produto simbiótico 50
4.2.2.3 Preparo do inóculo 51
4.2.2.4 Estimativa de concentração bacteriana 52
4.2.3 Desenvolvimento do sorbet funcional 52
4.2.4 Análises dos sorbets de juçara 55
4.2.4.1 Caracterização físico-química 55
4.2.4.1.1 Composição centesimal 55
4.2.4.1.2 Sólidos solúveis totais 55

4.2.4.1.3 Overrun 56
4.2.4.1.4 Densidade aparente 56
4.2.4.2 Avaliação da estabilidade durante armazenamento 56
4.2.4.2.1 Estabilidade do pH 56
4.2.4.2.2 Evolução dos parâmetros de coloração instrumental 57
4.2.4.2.3 Estabilidade dos compostos fenólicos e antocianinas 57
4.2.4.2.4 Viabilidade dos probióticos 57
4.2.4.3 Avaliação *in vitro* da resistência dos probióticos aos fluidos gastrointestinais 58
4.2.4.4 Avaliação dos parâmetros microbiológicos sanitários 58
4.2.4.5 Análise sensorial 59
4.2.4.6 Análises estatísticas 60
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 62
5.1 Caracterização da polpa de juçara 62
5.1.1 Caracterização físico-química 62
5.1.1.1 Composição centesimal 62
5.1.1.2 Determinação de pH e sólidos solúveis 63
5.1.2 Cor instrumental 65
5.1.3 Determinação dos conteúdos de compostos fenólicos e antocianinas 67
5.2 Culturas probióticas e prebiótico 69
5.2.1 Atividade antimicrobiana *in vitro* 69
5.2.2 Avaliação *in vitro* de sinergismo do produto simbiótico 71
5.2.3 Curva de concentração bacteriana 72
5.3 Análises dos sorbets de juçara 75
5.3.1 Caracterização físico-química 75
5.3.1.1 Composição centesimal 75
5.3.1.2 Sólidos solúveis 78
5.3.1.3 *Overrun* e densidade aparente 79
5.3.3 Avaliação da estabilidade dos sorbets durante armazenamento 81
5.3.3.1 Estabilidade do pH 81
5.3.3.2 Evolução dos parâmetros de coloração instrumental 82
5.3.3.3 Estabilidade dos compostos fenólicos e antocianinas totais 88
5.3.3.4 Viabilidade dos probióticos 91
5.3.4 Avaliação *in vitro* da resistência dos probióticos veiculados em sorbet de juçara aos fluidos gastrointestinais 94
5.3.5 Avaliação dos parâmetros microbiológicos sanitários 96
5.3.6 Análise sensorial 97
6. CONCLUSÕES 104
REFERÊNCIAS 105
APÊNDICE 127
ANEXO 132

1 INTRODUÇÃO

A palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) é uma árvore endêmica da Mata Atlântica (PIZO; VIEIRA, 2004), com grande importância econômica (SILVA FILHO, 2005; BARROSO et al., 2010) e ecológica (GALETTI; FERNANDEZ, 1998; VON ALLMEN, 2004). Seu principal produto extrativista, o palmito, tem causado o desaparecimento da espécie em diversas áreas, devido ao sacrifício da planta (LORENZI et al., 2004), uma vez que o corte desta palmeira monocaule implica, impreterivelmente, em sua morte. Por outro lado, a extração de seu fruto, apesar de menos difundido economicamente, constitui uma alternativa sustentável à exploração da árvore. Silva, Barreto e Serôdio (2004) afirmam que o uso do fruto para alimentação humana mostra-se como uma alternativa de grande potencial econômico e ambiental, uma vez que agrega valor aos remanescentes florestais e contribui para a preservação da espécie.

A juçara produz frutos globosos, roxo-escuros ou pretos, com mesocarpo fino e fibrocarnoso, contendo uma única semente (LORENZI et al., 2004). Suas propriedades organolépticas e nutritivas são similares às do açaí produzido na Amazônia (*Euterpe oleracea* Martius), podendo apresentar, inclusive, maior aceitabilidade e teor de minerais (SILVA; BARRETO; SERÔDIO, 2004). Além disso, os frutos da juçara apresentam alto teor de lipídeos, predominantemente ácidos graxos oleico e linoleico, e consideráveis concentrações de ácidos fenólicos e flavonóides, apresentando alta atividade antioxidante (BORGES et al., 2011b).

Neste sentido, o desenvolvimento de produtos alimentícios a partir dos frutos da juçara pode ser uma excelente alternativa para sua valorização e para um emprego eficiente da funcionalidade deste fruto. Uma possibilidade bastante apropriada consiste no desenvolvimento de produtos funcionais adicionados de microrganismos probióticos, combinando assim os efeitos benéficos à saúde de seus compostos fenólicos com o dos probióticos. Assim, a juçara, uma matéria prima com alta atividade antioxidante, pode ser capaz de aumentar a viabilidade dos probióticos presentes no produto, assegurando sua capacidade funcional durante todo o tempo de prateleira, uma vez que a principal causa de morte destes microrganismos é o stress oxidativo.

Ademais, a maior parte do desenvolvimento de probióticos no mercado de alimentos ocorre no setor de laticínios, principalmente em iogurtes e bebidas lácteas fermentadas (RIVERA-ESPINOZA; GALLARDO-NAVARRO, 2010). Entretanto, o consumo de produtos lácteos possui diversas limitações, como alergias, intolerância a lactose, preferência

por dietas sem ingredientes de origem animal – como o veganismo –, a crescente tendência para ingestão de alimentos com baixos índices de colesterol, além da constante demanda por novos sabores e produtos (LAVERMICOCCA, 2006; RANADHEERA et al., 2010; VASHUDA; MISHRA, 2013).

Por outro lado, a utilização de probióticos em produtos congelados funcionais é bastante promissora, pois o fato de serem conservados a baixas temperaturas os torna mais propensos a manter a dose viável destes microrganismos por toda sua vida de prateleira (DUTHIE et al., 1982; HEENAN et al., 2004, FAVARO-TRINDADE et al. 2006; FAVARO-TRINDADE et al. 2007).

Deste modo, a elaboração de um sorbet, um gelado comestível a base de água e fruta e que não utiliza gorduras ou lácteos, consiste em uma excelente estratégia para adição de probióticos, pois além de ser inovador, atende ainda ao público que não ingere laticínios e que procura uma opção saudável de produto funcional com reduzido valor calórico.

Além disso, a combinação de polifenóis, probióticos e prebióticos em matrizes alimentícias é capaz de trazer inúmeros benefícios à microbiota intestinal de quem os consome, uma vez que há múltiplas interações com efeitos favoráveis entre estes componentes (VÁLDEZ et al., 2015). Vale lembrar ainda que a adição de prebióticos como componente funcional é capaz de acrescentar muitos outros benefícios ao alimento, principalmente se vinculada à presença de probióticos, pois estes carboidratos não digeríveis são capazes de estimular seletivamente as populações de bactérias benéficas do cólon intestinal do hospedeiro (SAAD, 2006). Dentre suas diversas funções adicionais, destaca-se também a possibilidade de sua utilização como substituto de açúcares e gorduras, com consequente redução do valor calórico final de preparações (DAVIDSON, 1998; RANINEN et al., 2011).

Assim, neste trabalho foi obtido um sorbet simbiótico de frutos de juçara, no qual probióticos (*L. acidophilus e L. paracasei*) e um prebiótico (polidextrose) foram combinados, potencializando-se os efeitos benéficos de ambos. Diante disso, a elaboração deste produto desenvolvido a partir dos frutos da juçara, além de constituir uma alternativa sustentável, é capaz de trazer inúmeros benefícios à saúde – devido, principalmente, às ricas características nutricionais deste fruto, sua alta capacidade antioxidante e à funcionalidade característica dos probióticos. Além disso, sua semelhança com o fruto do açaizeiro, árvore da mesma família e que possui papel de destaque internacional na indústria alimentícia, pode auxiliar em sua maior aceitação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Alimentos Funcionais

Na atualidade, é crescente a demanda por uma vida saudável, uma vez que a população mundial está cada vez mais focada na prevenção de doenças crônicas do que meramente no tratamento destas enfermidades (HUE; KIM, 1997; KWAK; JUKES, 2001). Nessa perspectiva, os consumidores passaram a entender que a escolha de sua alimentação pode ter consequências diretas para a saúde (MOLLET; ROWLAND, 2002) – e é neste âmbito o principal mercado dos alimentos funcionais.

O termo *alimentos funcionais* foi introduzido pela primeira vez no Japão, em meados de 1980, devido à preocupação do governo com a saúde de uma população em envelhecimento e os custos resultantes da elevada expectativa de vida de seus habitantes (ARAI, 1996; ARVANITOYANNIS; HOUWELINGEN-KOUKALIAROGLOU, 2005).

Apesar de, ainda hoje, muitos países não possuírem legislação específica para a determinação do significado de *alimentos funcionais*, vários autores já propuseram diferentes definições para o termo (THOMAS; EARL, 1994; DIPLOCK et al., 1999; ROBERFROID, 2002).

No Brasil, este conceito é legalmente abordado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), de modo a ser considerado *alimento funcional* todo aquele "alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica" (ANVISA, 1999a). Além disso, a legislação inclui ainda o conceito para *alegação de propriedade funcional*, como "aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano" (ANVISA, 1999b). As alegações atualmente aprovadas, com base em evidências científicas, incluem ácidos graxos, carotenoides, fibras alimentares, fitoesteróis, probióticos, entre outros (BRASIL, 2008).

É preciso deixar claro, entretanto, que os alimentos funcionais não devem ser considerados um tipo de medicamento, uma vez que há uma série de distinções entre os dois conceitos. Isto inclui, por exemplo, a segurança presumida ao consumo de alimentos, o qual não se aplica ao de remédios, bem como o fato dos medicamentos possuírem um determinado efeito-alvo no organismo do consumidor (KWAK; JUKES, 2001). Assim, o desenvolvimento de produtos funcionais pela indústria de alimentos deve levar em consideração uma série de aspectos, merecendo destaque a interação entre os ingredientes, a influência do processamento

na qualidade dos produtos, a aceitação do público-alvo, a importância da adequação aos conceitos científicos relacionados, as propriedades bioativas dos alimentos e sua biodisponibilidade, entre outros (STRAPASSON et al., 2014).

Em consequência, a investigação de compostos bioativos em alimentos e a formulação de produtos funcionais inovadores também ganham destaque na área acadêmica. Comunian et al. (2014), por exemplo, incorporaram ácido ascórbico livre e microencapsulado como substituto ao eritorbato de sódio em salsichas de frango e obtiveram resultados positivos. Por outro lado, Alvarez et al. (2013) produziram purês de batata com adição de proteína isolada de soja e inulina e também notaram uma combinação promissora. São utilizadas, ainda, inúmeras outras matrizes alimentícias para incorporação de compostos bioativos e probióticos, como sucos (ANKOLEKAR et al., 2012; BARROS et al., 2014), vegetais (BACHIEGA et al., 2016) e até mesmo gomas de mascar (SANTOS, M. G., 2014).

Diversos estudos tem procurado evidenciar cada vez mais o papel dos alimentos funcionais e de seus compostos na prevenção e controle de inúmeros problemas de saúde. Trabalhos relacionados à constatação da capacidade de controlar problemas cardíacos e cardiovasculares (KRIS-ETHERTON; HARRIS; APPEL, 2002; EJTAHED et al., 2011), obesidade (CARDOSO et al., 2013; LAI; WU; PAN, 2015), problemas intestinais (TUOHY et al., 2003; VINDEROLA et al., 2007) e processos inflamatórios e stress oxidativo (JACOB et al., 2008; LU; YEN, 2015) estão entre os mais estudados.

2.2 Probióticos

O termo *probiótico* é um conceito relativamente novo e seu significado tem origem grega, que significa pró-vida (FAO, 2001) – um antônimo da palavra antibiótico. Hamilton-Miller, Gibson e Bruck (2003) afirmam que diversos pesquisadores já buscaram definir e empregar este termo de diferentes maneiras ao longo dos anos, mas que o registro mais antigo de sua utilização data da década de 50 (KOLLATH, 1953), no qual o autor utiliza a palavra para descrever suplementos necessários para restaurar a saúde de pacientes que sofriam de má nutrição resultante da ingestão exagerada de alimentos altamente refinados.

Atualmente, o que se admite é que probióticos são "microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro" (FAO, 2001; HILL et al., 2014). Desta forma, para que exerçam sua funcionalidade, espera-se que os microrganismos se encontrem vivos e presentes em grande número ao chegar ao trato intestinal – em geral em torno de 10^9 células por dose diária (PRADO et al., 2008). Na

legislação brasileira, a ANVISA estabelece que a quantidade mínima viável deva estar entre 10^8 e 10^9 UFC na recomendação diária do produto pronto para o consumo (ANVISA, 2015).

Entretanto, alguns dados sugerem que os benefícios dos probióticos não estejam relacionados somente com as células viáveis, mas que possam ser mediados também pelas células mortas (MOTTET; MICHETTI, 2005). Neste contexto, Quigley (2011) também afirma que, apesar de existirem confirmações científicas quanto ao benefício das bactérias mortas, do seu DNA e de outros componentes bacterianos, o termo probiótico é restrito apenas a produtos contendo microrganismos vivos.

Outra questão bastante discutida é se os probióticos tem ação benéfica por si só ou através de seus produtos metabólicos, capazes de desempenhar diversas funções bioativas (PANG et al., 2012). Apesar da variedade de compostos produzidos pelos probióticos no trato gastrointestinal, as bacteriocinas – peptídeos antimicrobianos ribossomicamente sintetizados – ganham destaque por sua eficácia e seus diferentes modos de ação (CASEY et al., 2007; CORR et al., 2007; O'SHEA et al., 2009; DOBSON et al., 2012). Além disso, a produção de diversos outros compostos também são notados como benéficos ao hospedeiro. Fukuda et al. (2011), por exemplo, propuseram que a produção de acetato por Bifidobacteria seria capaz de proteger o intestino contra infecções.

Em estudos de revisão bibliográfica, Sanders (1998), Tuohy et al. (2003), Floch e Montrose (2005) e Saad (2006) elencaram diversos benefícios dos probióticos à saúde do hospedeiro, como controle da microbiota intestinal, combate à diarreia com diferentes origens, alívio da constipação, auxílio no tratamento de doenças inflamatórias do intestino, diminuição do risco de câncer de cólon, promoção da digestão da lactose em indivíduos intolerantes, combate a vaginoses e vaginites em mulheres, estimulação do sistema imune, diminuição nos níveis de colesterol, efeitos anti-hipertensivos, entre outros. Os mecanismos por trás destes benefícios estão relacionados com a modificação da microbiota intestinal acarretada pela administração de probióticos, sendo capaz de, por exemplo, influenciar a permeabilidade da mucosa intestinal e evitar a aderência de patógenos no intestino, bem como sua inativação (SALMINEN, 1998).

Tendo em visto os benefícios dos alimentos funcionais e o crescente interesse mundial no desenvolvimento destes produtos, o comércio de produtos probióticos se torna promissor, representando aproximadamente 65% do mercado mundial desta classe de alimentos (AGRAWAL, 2005). A utilização de alimentos como substrato para a ingestão regular de probióticos possui diversos pontos positivos, sendo capaz de regular a colonização dos microrganismos no trato intestinal e auxiliar sua passagem através do estômago, além da

possibilidade de conter outros ingredientes funcionais que podem interagir com os probióticos, como, por exemplo, os prebióticos – tornando-o um produto simbiótico (RANADHEERA et al., 2010).

Assim, vários estudos vêm sendo realizados utilizando probióticos adicionados a diversas matrizes alimentícias. O mais comum continua sendo a utilização destes organismos em produtos lácteos, como iogurtes (CRUZ et al., 2010; BEZERRA et al., 2015) e queijos (BURITI; DAROCHA; SAAD, 2005; ONG; SHAH, 2009; ÖZER et al., 2009). Por outro lado, Possemiers et al. (2010) e Erdem et al. (2014) avaliaram a eficiência do uso de diferentes microrganismos probióticos em chocolate e obtiveram resultados positivos, enquanto Ruiz et al. (2014) estudaram o uso em salame.

A definição de probióticos inclui diversos gêneros de microrganismos, sendo o *Lactobacillus* um dos mais empregados comercialmente como suplemento probiótico pela indústria de alimentos. Este é um grupo bastante heterogêneo, composto por bactérias Gram positivas, não flageladas e não formadoras de esporos, com possibilidade de ocorrer na forma de bacilos ou cocobacilos (FELIS; DELLAGLIO, 2007). Além disso, encontram-se distribuídas através dos tratos gastrointestinal e genital e constituem um importante organismo da microbiota humana e de animais superiores (GOMES, 1999).

A legislação brasileira (ANVISA) reconhece como probiótico os microrganismos *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei shirota*, *Lactobacillus casei* variedade *rhamnosus*, *Lactobacillus casei* variedade *defensis*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactococcus lactis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium animallis* (incluindo a subespécie *B. lactis*), *Bifidobacterium longum* e *Enterococcus faecium* (BRASIL, 2008).

2.2.1 *L. acidophilus*

Segundo Bull et al. (2013) e Anjum et al. (2014), a espécie *L. acidophilus* foi isolada pela primeira vez em 1900 de amostras provenientes de fezes infantis e nomeada de *Bacillus acidophilu*s, sendo renomeada tal qual a conhecemos hoje em 1970. Seu tamanho típico é de aproximadamente 2–10 μm (ANJUM et al., 2014), podendo organizar-se isoladamente, aos pares ou em cadeias curtas (GOPAL, 2003). Tem crescimento ótimo nas temperaturas entre 35 ºC e 40 ºC e em pH ligeiramente ácido, entre 6,4 a 4,5 (SHAH, 2007).

Kailasapathy e Chin (2000) elencaram diferentes estudos que trazem os benefícios de *L. acidophilus*, os quais incluem: aumento da imunidade contra infecções intestinais, melhora da resposta imune, prevenção de doenças diarreicas, prevenção de câncer de cólon, prevenção

da hipercolesterolemia, melhora em casos de intolerância a lactose, prevenção de doenças do trato gastrintestinal e a estabilização da barreira mucosa do intestino. Neste sentido, Anderson e Gilliand (1999) comprovaram, através de estudos clínicos, a eficácia da ingestão de iogurtes contendo *L. acidophilus* na redução do colesterol sérico e, consequentemente, do risco de doenças arteriais coronarianas. Do mesmo modo, Shalev et al. (1996) observaram os benefícios da ingestão de *L. acidophilus* na redução de vaginoses bacterianas, tanto no caso de iogurtes contendo células viáveis como de pasteurizados – o que sustenta a teoria de ação benéfica dos probióticos mediada por células mortas.

Esta espécie tem sido considerada, ainda, o *Lactobacillus* predominante no trato intestinal de indivíduos saudáveis (RAY, 1996) e, portanto, é o organismo mais comumente sugerido para utilização como probiótico na dieta (SHAH, 2007). Assim, a utilização deste microrganismo em alimentos visa trazer os diversos benefícios característicos de produtos probióticos para a saúde humana (ANJUM et al., 2004).

Produtos alimentícios com *L. acidophilus* como probiótico incluem principalmente produtos lácteos, como iogurte e leite fermentado (SHAH et al., 1995; NIGHSWONGER; BRASHEARS; GILLILAND, 1996; ANJUM et al., 2014). Atualmente, entretanto, estudos abrangem uma gama maior de alternativas, o que inclui principalmente a aplicação do microrganismo em frutas, legumes e cereais, além de produtos derivados destas matérias prima, como bebidas e sobremesas geladas (TSEN et al., 2004; HEENAN et al., 2004; NAZARRO et al., 2009).

2.2.2 *L. paracasei*

A nomenclatura e a posição taxonômica do grupo *L. casei* é um assunto frequentemente debatido por especialistas (SATO et al., 2012; CERBO; PALMIERI, 2013). A reclassificação do grupo, no qual foi proposto o término de diversas subespécies e a adição da espécie *L. paracasei*, foi introduzida por Collins, Phillips e Zanoni (1989).

Atualmente, o grupo *L. casei* é composto principalmente por bactérias ácido lácticas gram-positivas, não esporogênicas, catalase negativas, ácido tolerantes, desprovidas de citocromos, estritamente fermentativas e anaeróbias, porém aerotolerantes. Além disso, são microrganismos muito utilizados na fabricação de produtos lácteos, nos quais há a presença constante de ácido lático – seu principal subproduto da fermentação do açúcar (AXELSSON, 1998; CERBO; PALMIERI, 2013).

Em uma recente revisão bibliográfica, Chiang e Pan (2012) destacaram os efeitos benéficos de uma determinada cepa de *L. paracasei* (NTU 101). A compilação de diversos artigos deixou clara a eficácia do microrganismo para a melhora da saúde, através de evidências de atuação em quadros de hipercolesterolemia, hipertensão, alergia, lesão gástrica, osteoporose e até mesmo casos de obesidade. Além disso, Atanassova et al. (2003) observaram ação antimicrobiana de *L. paracasei* contra cepas das bactérias *Bacillus subtilis*, *L. delbrueckii* e *Helicobacter pylori*, além de diversas espécies de fungos, como *Candida albicans*, *C. pseudointermedia*, *C. blankii* e *Saccharomyces cerevisiae*. Já Bendali e Sadoun (2011) demonstraram que a espécie pode agir na prevenção de infecções por *Staphylococcus aureus*, atuando como uma barreira, ou mesmo no tratamento entérico deste tipo de infecção.

Devido aos seus efeitos benefícios à saúde, a adição de *L. paracasei* como potencial probiótico em alimentos funcionais é de grande aceitação em diversos tipos de produto. Buriti, Cardarelli e Saad (2008) adicionaram a espécie em queijo fresco cremoso e obtiveram um produto com características adequadas e valor agregado, sendo sua aceitação mais elevada quando adicionados de prebiótico (inulina). Em contrapartida, Macedo et al. (2008) adicionaram este microrganismo em embutido fermentado do tipo salame, utilizando um produto cárneo como matriz alimentícia ao invés de produtos lácteos. Foi notado que as bactérias permaneceram viáveis no produto final, de maneira a demonstrar a viabilidade da utilização desta cultura probiótica neste tipo de alimento. Outros exemplos também são numerosos na literatura (LIN; CHIU; PAN, 2004; PIMENTEL; CRUZ; PRUDENCIO, 2013; HAMET; PIERMARIA; ABRAHAM, 2015).

2.3 Prebióticos

O termo prebiótico foi definido por Gibson e Roberfroid (1995) como um ingrediente alimentar não digerível, capaz de beneficiar o hospedeiro ao estimular seletivamente o crescimento e/ou atividade de uma ou um número limitado de bactérias no cólon e, desta forma, melhorar a saúde do hospedeiro. Esta definição foi posteriormente atualizada por Gibson et al. (2004) e atualmente prebióticos são considerados ingredientes fermentados seletivamente, que permitem mudanças específicas tanto na composição como na atividade da microbiota gastrointestinal, conferindo benefícios ao bem estar e à saúde do hospedeiro.

Assim, os substratos fermentativos de origem dietética podem ser constituídos por algumas proteínas e, principalmente, carboidratos não digeríveis – nos quais o processo de fermentação pelas bactérias intestinais é energeticamente mais favorável. Os carboidratos não

digeríveis compreendem polissacarídeos não amiláceos (como as pectinas, a goma arábica e a hemicelulose), oligossacarídeos não digeríveis (como a rafinose e as galactanas), porções não digeridas de dissacarídeos (como a lactose), alcoóis de açúcares (como o lactitol), amido resistente e dextrina resistente (GRAY, 2006; ROBERFROID et al., 2010; AL-SHERAJI et al., 2013). Carboidratos não digeríveis, como a lactulose, a inulina e diversos outros oligossacarídeos são exemplos amplamente conhecidos de prebióticos (SAAD, 2006; RANADHEERA et al., 2010).

O fato de ser um conteúdo não digerível implica que alguns componentes da dieta devem resistir à hidrólise pelas enzimas digestivas ou mesmo não serem absorvidos no trato gastrointestinal superior. No entanto, os prebióticos possuem um metabolismo específico ao alcançarem o intestino, onde estimulam o crescimento de bactérias benéficas à saúde – incluindo os probióticos ingeridos –, além da potencialidade de reduzir o número e a atividade de organismos patogênicos (ROBERFROID, 2002).

Tuohy et al. (2003) elucidaram diversos outros efeitos benéficos dos prebióticos em relação à saúde do hospedeiro, como a melhora na nutrição e saúde infantil, a melhora nos quadros de doenças inflamatórias do intestino, potencial de redução do risco de desenvolver câncer de cólon e possibilidade de reduzir níveis de triglicerídeos e colesterol sanguíneos. Além disso, Coppa et al., (2006) discutiram a presença e a combinação de uma ampla variedade de componentes no leite materno humano, capazes de proporcionar efeito prebiótico já ao recém-nascido; tais compostos incluem fosfatos, proteínas, lactoferrinas, nucleotídeos, lactose e oligossacarídeos.

Em 2009, Wang elencou alguns critérios de classificação de ingredientes alimentícios prebióticos, no qual consta que eles devem resistir ao trato intestinal superior, serem fermentados pela microbiota intestinal, devem trazer benefícios para a saúde do hospedeiro, estimular seletivamente os probióticos e serem estáveis durante o processamento do alimento.

Por isso, é ampla a aplicação de prebióticos na indústria alimentícia, podendo ser utilizados em iogurtes, bebidas, pães, carne, chocolate, entre outros (WANG, 2009).

Quando utilizados em produtos alimentícios com valor calórico reduzido, os prebióticos podem ser interessantes para resolver problemas sensoriais e físicos provenientes dos baixos níveis de gordura, enquanto que na indústria de panificação estes compostos são capazes de proporcionar maior frescor e prolongar a vida de prateleira deste tipo de alimento. Em contrapartida, quando utilizados em produtos lácteos, como iogurtes, exibem efeitos tanto nas características químicas, sensoriais quanto reológicas (AL-SHERAJI et al., 2013). Assim, Cruz et al. (2013) estudaram a adição de oligofrutose em iogurtes e encontraram dificuldades

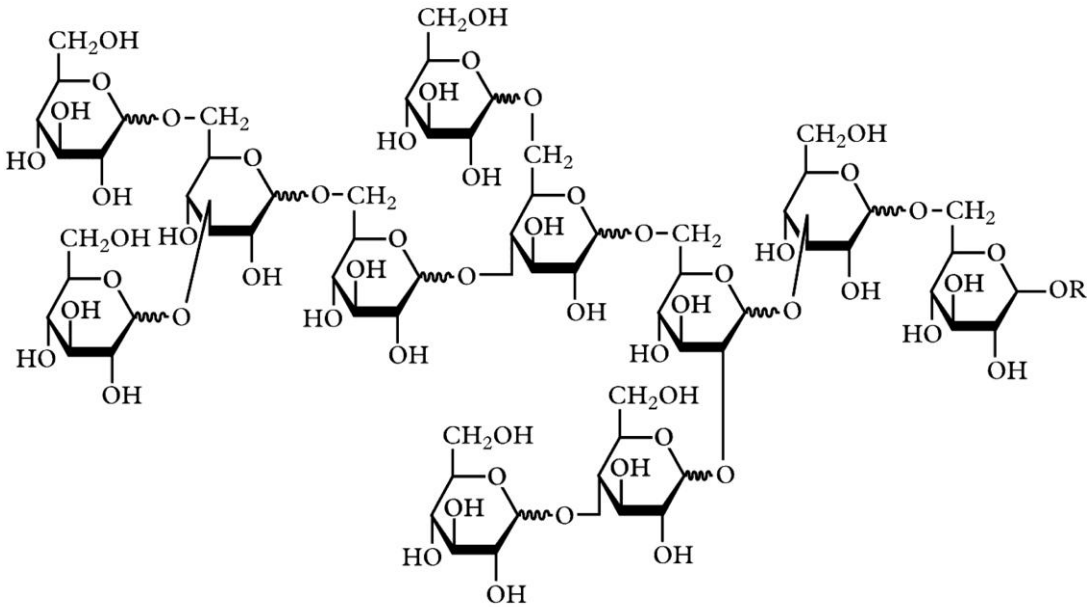
na aceitação sensorial do produto; já Alvarez et al. (2013) adicionaram inulina como componente funcional prebiótico em purês de batata e obtiveram resultados promissores.

2.3.1 Polidextrose

A polidextrose é um polissacarídeo sintetizado por meio da polimerização randômica da glicose sob vácuo, na presença de pequenas quantidades de sorbitol como agente plastificante e de um catalisador ácido adequado, em especial o ácido cítrico (YOSHIOKA. SHIMOMURA; SUZUKI, 1994; VORAGEN, 1998) – resultando em uma estrutura semelhante a ilustrada na Figura 1. Desenvolvido na década de 1960 e patenteado nos Estados Unidos em 1973, este polímero foi desenvolvido por cientistas com o objetivo de substituir o açúcar em produtos alimentícios, visando à redução de seu valor calórico (RENNHARD; PFIZER, 1973; RANINEN et al., 2011).

Tal emprego da polidextrose para substituição de açúcares está relacionado com sua alta solubilidade em água e sua baixa digestibilidade no intestino (CRAIG et al., 1999; AUERBACH et al., 2007). Dessa forma, ela é capaz de fornecer o volume e a textura da sacarose, mas com apenas um quarto de seu valor calórico (BURDOCK; FLAMM, 1999).

Figura 1 - Estrutura da Polidextrose



Fonte: PUTAALA, H. Polydextrose in lipid metabolism. In: BAEZ, R. V. (Ed.). **Lipid metabolism.** Croatia: InTech, 2013. p. 233-259.

Além disso, a elevada resistência às enzimas digestivas levou à sua aceitação como fibra dietética (CRAIG et al., 1999; RANINEM et al., 2011) e a capacidade de estimular bactérias benéficas do intestino, tais como os *Lactobacillus*, lhe confere sua classificação como prebiótico (FLOOD; AUERBACH; CRAIG, 2004). Outro ponto positivo consiste na sua baixa toxicidade, de modo que a única reação adversa encontrada são casos de diarréia quando ingeridas em doses extremamente elevadas (BURDOCK; FLAMM, 1999). Benefícios adicionais da utilização da polidextrose incluem sua capacidade como substituinte de gordura, seu baixo índice glicêmico, melhora nas funções intestinais e prevenção de doenças inflamatórias do intestino, aumento na absorção de cálcio e ferro, diminuição nos níveis de colesterol, o fato de não ser cariogênico, entre outros (BURDOCK; FLAMM, 1999; HELLAND; WICKLUND; NARVHUS, 2004; PRONCZUK; HAYES, 2006; SANTOS et al., 2009; SANTOS et al., 2010; WITAICENIS et al., 2010).

Ademais, o emprego da polidextrose também pode ser considerado apropriado devido a sua baixa produção e acúmulo de gás ao ser fermentada pela microbiota em sua passagem pelo cólon intestinal – devido, principalmente, ao seu alto grau de polimerização e consequente resistência ao processo de fermentação pela microbiota em comparação a outros prebióticos (RÖYTIÖ; OUWEHAND, 2014). Por isso, sua ingestão é bem tolerada, mesmo em doses de até 50 g ou 90 g em consumo diário total (FLOOD; AUERBACH; CRAIG, 2004).

Vale ressaltar ainda que, no Brasil, a ANVISA atribui a alegação de fibras alimentares à polidextrose; no entanto, é exigido que a porção do produto contenha no mínimo 3 g de polidextrose em caso de alimentos sólidos ou 1,5 g se o alimento for líquido (ANVISA, 2015).

Assim, estudos acerca da utilização da polidextrose em alimentos envolvem uma vasta gama de produtos. Martínez-Cervera et al. (2012) estudaram as características de *muffins* com substituição da sacarose por polidextrose em diferentes proporções e observaram que as formulações com até 50% de substituição não tiveram sua aceitação sensorial afetada em relação ao controle. Também foram realizados estudos com polidextrose em bombom (RICHTER; LANNES, 2007), bolo (SCHIRMER et al., 2012) e massa alimentícia fresca (PAUCAR-MENACHO et al., 2008).

2.4 Simbióticos

O termo *simbiótico* foi primeiramente sugerido por Gibson e Roberfroid (1995), no mesmo artigo em que propuseram a introdução do termo *prebiótico*. Dessa forma, vinculam a lógica dos conceitos de pré e probióticos para caracterizar a mistura destes elementos. Segundo os autores, essa combinação é capaz de afetar beneficamente o hospedeiro, pois melhora a sobrevivência do organismo probiótico ingerido – uma vez que seu substrato encontra-se prontamente disponível para fermentação (COLLINS; GIBSON, 1999) – e estimula seletivamente o crescimento *in vivo* de bactérias benéficas da microbiota gastrointestinal. Os simbióticos tem, ainda, ampla ação no organismo e podem atuar principalmente em duas diferentes regiões do trato gastrointestinal: tanto no intestino delgado quando no grosso (HOLZAPFEL; SCHILLINGER, 2002).

Assim, um alimento simbiótico é aquele que possui, concomitantemente, microrganismos probióticos e ingredientes prebióticos em sua formulação (HOLZAPFEL; SCHILLINGER, 2002). De fato, o consumo de tal produto é capaz de levar a diversos benefícios adicionais à saúde de quem os consome, se comparados à ingestão de pré ou probióticos individualmente. Fujimori et al. (2009), por exemplo, compararam a eficácia da ingestão oral regulada de prebióticos e probióticos em relação a uma dieta simbiótica, empregando *Bifidobacterium longum* e psyllium como componentes funcionais, em pacientes com colite ulcerativa. Ao final da pesquisa, foi possível observar uma grande melhora na qualidade de vida dos pacientes tratados com a dieta simbiótica, a qual foi estatisticamente maior em relação aos pacientes tratados somente com prebióticos ou probióticos.

Diversos outros autores também buscam entender os benefícios e mecanismos envolvidos na ingestão de simbióticos, uma vez que se trata de um tema relativamente recente e muitas vezes carente de informação. Em recente revisão bibliográfica, Baboota et al. (2013) discutiram o papel dos alimentos funcionais na obesidade e comorbidades relacionadas e abordaram o uso de probióticos e prebióticos. Apesar de afirmarem que alimentos simbióticos são efetivos no combate à doença e capazes de vincular os benefícios de ambos os componentes, admitem que estudos *in vivo* sejam necessários para que se possa entender de maneira mais apropriada seus mecanismos de ação.

Além disso, Vitali et al. (2010) procuraram analisar o impacto de uma dieta suplementada com um alimento simbiótico na estrutura da microbiota intestinal; o alimento tratava-se de uma barra constituída por biscoito e coberta por chocolate, com adição dos microrganismos *Lactobacillus helveticus* e *Bifidobacterium longum* e também de frutooligossacarídeos (FOS). Ao final das análises moleculares, foi demonstrado que a

ingestão de um alimento simbiótico conduz à modulação das atividades metabólicas do intestino, mas mantém sua bioestrutura. Outros estudos também foram capazes de evidenciar resultados positivos em casos de alergia alimentar (SCHOUTEN et al., 2009), doença de Crohn (STEED et al., 2010) e hipertrigliceridemia (TAGHIZADEH et al., 2014).

Com tantos benefícios confirmados, é recorrente a introdução de simbióticos na indústria alimentícia, os quais são amplamente acrescentados até mesmo em fórmulas infantis (MUGAMBI; YOUNG; BLAAUW, 2014). Há ainda a procura pelo desenvolvimento e análise de novos produtos simbióticos na área acadêmica, sendo a grande maioria constituída por laticínios ou produtos com uma fração de leite em sua composição. Neste contexto, Buriti, Cardarelli e Saad (2008) adicionaram *L. paracasei* e inulina em cream cheese simbiótico, enquanto Alves et al. (2013) acrescentaram o mesmo prebiótico, mas utilizaram microrganismos distintos: *B. animalis* e *L. acidophilus*. São relatados também estudos com mousse de chocolate (ARAGON-ALEGRO et al., 2007), leite fermentado (OLIVEIRA; JURKIEWICZ, 2009), iogurte (MAGRO et al., 2014; SOUZA, 2015), queijo do tipo petit suisse (CARDARELLI et al., 2007) e sorvete (AKIN; AKIN; KIRMACI, 2007).

2.5 Gelados comestíveis

Segundo a legislação brasileira, gelados comestíveis são produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas com ou sem adição de outros ingredientes, ou ainda de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado (ANVISA, 2000).

Do ponto de vista tecnológico, os sorvetes são definidos como sistemas alimentícios coloidais estruturalmente complexos (OKURO, 2013). De maneira complementar, Goff (1997) o define como um complexo coloidal composto por bolhas de ar, glóbulos de gordura, cristais de gelo e uma fase aquosa contínua.

Uma vez que este produto pode ser obtido a partir de uma elevada gama de ingredientes, ele pode ser classificado de acordo com seus ingredientes e suas respectivas proporções (HIPÓLITO, 2012). No Brasil, a ANVISA classifica gelados comestíveis em seis categorias distintas quanto a sua composição básica: sorvetes de creme, sorvetes de leite, sorvetes, sherbets, gelados de fruta ou sorbets e gelados. Em relação ao processo de fabricação e apresentação, podem ser distinguidos entre sorvetes de massa ou cremosos e picolés (BRASIL, 1999c).

O sorvete, tal qual conhecemos atualmente, data de aproximadamente 300 anos atrás, embora sua origem, apesar de não se saber com exatidão, seja muito mais remota. Existem relatos de que o imperador romano Nero (37-68 d.C.) teria experimentado um alimento com frutas congeladas misturadas à neve, ainda que outra vertente afirme que foi Marco Polo quem teria trazido a tradição de consumir sorvete à Itália, após retornar de suas viagens à China (1296 d.C.) (CLARKE, 2004). De qualquer maneira, o fato é que esta sobremesa popularizou-se e hoje é largamente consumida a nível mundial.

Assim, devido à sua disponibilidade em quase todo o mundo e à sua elevada aceitação por parte dos consumidores – o que resulta em altas taxas de venda –, os gelados comestíveis podem ser considerados matrizes alimentícias favoráveis para a incorporação de compostos funcionais (SOUKOULIS; FISK; BOHN, 2014). Logo, é possível encontrar inúmeros trabalhos científicos abordando o desenvolvimento de sorvetes funcionais, os quais envolvem a adição de fibras (KARACA et al., 2009; CRIZEL et al., 2013), ácidos graxos poli-insaturados (GONZALEZ et al., 2003; CHEE et al., 2007), compostos naturais antioxidantes (HWANG; SHYU; HSU, 2009; ÇAM et al., 2013; SHARMA et al., 2015), adoçantes (WHELAN et al., 2008; GIRI; RAO; RAMESH, 2013) e minerais (FERRAR et al., 2011).

Além disso, as etapas de processamento em baixa temperatura, incluindo a forma de armazenamento congelado em condições de pouca luz, torna o sorvete um excelente substrato para a preservação dos compostos funcionais em longo prazo, como no caso de microrganismos probióticos (SOUKOULIS; FISK; BOHN, 2014). Vale ressaltar ainda que a escolha dos ingredientes e a maneira como o inóculo é incorporado ao sorvete são muito importantes na viabilidade do produto como matriz para a sobrevivência de probióticos (CRUZ et al., 2009).

A adição de outros elementos ao gelado pode, ainda, conferir benefícios adicionais na sobrevivência dos probióticos. Assim sendo, Akalin e Erisir (2008) estudaram os efeitos da adição dos prebióticos oligofrutose e inulina em sorvetes simbióticos armazenados a -18 ºC. Com base nisto, a viabilidade dos probióticos *L. acidophilus* e *B. animalis* foi analisada durante 90 dias e, ao final dos ensaios, foi possível observar que a oligofrutose favoreceu significativamente a sobrevivência de ambos os microrganismos adicionados ao produto.

Em suma, os estudos de alimentos funcionais no campo de gelados comestíveis voltam-se principalmente para o emprego de sorvetes lácteos tradicionais, ainda que os sorbets possuam um apelo mais saudável. Neste contexto, Alamprese et al. (2005), Salem, Fathi e Awad (2005), Fávaro-Trindade et al. (2006, 2007), Turgut e Cakmakci (2009) e diversos outros autores referidos avaliaram o uso de diferentes culturas probióticas em

sorvetes elaborados com leite e obtiveram resultados promissores, o que indica possibilidades propícias para o desenvolvimento de um sorbet funcional.

2.5.1 Sorbet

Dentre os gelados comestíveis, os sorbets são definidos como produtos elaborados basicamente com polpas, sucos ou pedaços de frutas e açúcares, podendo ou não ser adicionados de outros ingredientes alimentares (ANVISA, 2000). De acordo com a legislação brasileira, ele deve ainda possuir um teor mínimo de sólidos totais de 20% e uma densidade aparente mínima de 475 g por litro de produto.

Já a Itália, país reconhecido em todo o mundo pela comercialização de gelados de alta qualidade, define o termo *sorbetto* em seu "Código de Autodisciplina para Produtos da Gelataria Industrial" como um produto que não prevê a adição de gorduras e que deve conter quantidade mínima de fruta conforme sua classificação em doce, ácido, exótico ou com frutas secas (INSTITUTO DEL GELATO ITALIANO, 1999). Além disso, segundo Hong e Nip (1990), sorbet caracteriza-se como uma sobremesa congelada feita a base de açúcar, ácido, estabilizante e fruta ou seu aroma, os quais proporcionam um produto suave, cremoso e sem a utilização de gorduras ou lácteos.

Por ser um produto especificamente a base de água, este é considerado um elemento igualmente importante no processamento de sorbets. Por si só, a água seria congelada em blocos rígidos, mas, quando agitada, combinada aos outros ingredientes e submetida ao processo de congelamento rápido, resulta em uma sobremesa com aspecto suave e macio (STOGO, 1998; SHIH, 2005).

O açúcar adicionado, por sua vez, atribui dulçor, acentua o sabor e confere a textura e o corpo necessários ao sorbet. É capaz, ainda, de influenciar o ponto de congelamento do produto, uma vez que se liga à água livre e evita a formação de grandes cristais de gelo – os quais são responsáveis pela estrutura final do sorbet. Dessa forma, quanto maior a quantidade de açúcar adicionado, maior é também o tempo de congelamento (STOGO, 1998; HIPÓLITO, 2012).

A fruta é o ingrediente que irá conferir as principais características de sabor e aparência ao sorbet. Podem ser utilizadas frutas frescas, que procuram atribuir sabores bastante próximos ao da fruta, ou polpas congeladas, as quais têm a vantagem de possuir o mesmo sabor ao longo de todo o ano, pois não sofrem com as mudanças relacionadas à colheita em diferentes períodos (CLARKE, 2004; SHIH, 2005).

Já os estabilizantes e emulsificante são capazes de controlar e manter uma adequada estrutura de incorporação de ar (*overrun*), atribuindo uma textura suave ao sorbet durante o

consumo. Além disso, o uso destes componentes, em especial de emulsificantes, resulta em células de ar de tamanho menor e melhor distribuídas na estrutura interna do sorbet (CLARKE, 2004; SANTOS, 2012)

Seu alto valor nutricional proveniente da adição de frutas e seu sabor refrescante fazem do sorbet uma sobremesa cada vez mais optada por indivíduos que buscam melhoras na saúde e na manutenção do peso ideal (SHIH, 2005). Outra grande vantagem deste alimento é sua capacidade de atender às necessidades de indivíduos com intolerância à lactose e alergia à proteína do leite de vaca, uma vez que não é utilizado leite em sua fabricação (KASSADA et al., 2015), o que o torna também livre de gordura e colesterol, além de baixo valor calórico (STOGO, 1998).

A literatura acerca do desenvolvimento de sorbets é bastante escassa, embora alguns autores tenham realizado pesquisas nesta área na última década, abordando principalmente as condições das frutas utilizadas como matéria prima (AVITABILE-LEVA et al., 2006; LEDEKER et al., 2012). As pesquisas baseiam-se, em geral, nas análises reológicas e morfológicas do produto (ARELLANO et al., 2011; ARELLANO et al., 2012; ARELLANO et al., 2013; GONZÁLEZ-RAMÍREZ et al., 2013).

Pesquisas acerca do desenvolvimento de diferentes sorbets também estão surgindo no meio acadêmico. Em pesquisa recente, Campos et al. (2015) produziram e avaliaram sensorialmente sorbets adicionados de caldo de cana, o qual foi utilizado como substituto ao leite, além de saborizantes artificiais de abacaxi, limão e uva para conferir sabor. Os resultados foram positivos, com alto índice de aceitação e de intenção de compra, o que torna o produto viável para comercialização.

Nessa mesma perspectiva, Topolska et al. (2015) utilizaram a raiz tuberosa de Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) em pó como ingrediente em sorbets saborizados artificialmente. É importante ressaltar que tal raiz é rica em frutanos, capaz de conferir propriedades prebióticas ao produto. O trabalho, que avaliou a aceitação sensorial do produto, obteve resultados promissores.

2.6 Juçara (*Euterpe edulis* Martius)

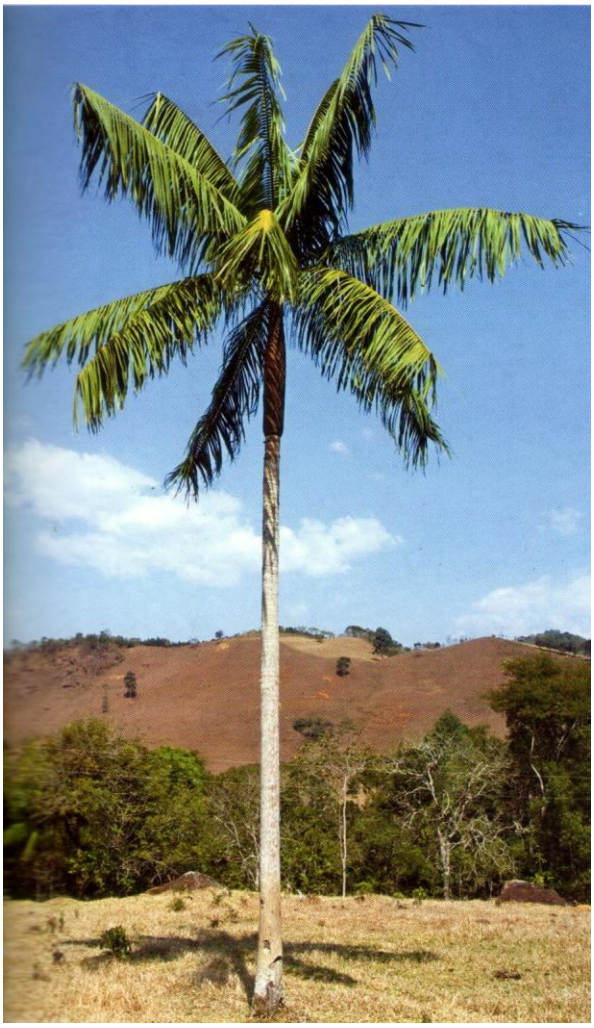
O gênero *Euterpe* pertence à família botânica das palmeiras (Arecaceae), a qual se caracterizada por árvores ou arbustos com troncos não ramificados ou raramente ramificados, os quais apresentam um grande meristema apical – por vezes comestível (JUDD et al., 2009).

No Brasil, cinco espécies foram descritas como endêmicas: *E. edulis*, *E. catinga*, *E. oleracea*, *E. longibracteata* e *E. precatória* (HENDERSON, 2000).

A espécie *E. edulis* (Figura 2) pode ser popularmente conhecida como juçara, içara, palmiteiro, palmito-doce, palmito-juçara, ensarova, ripeira (LORENZI et al., 2004), entre diversas outras denominações exibidas em toda sua área de ocorrência, que compreende o sul da Bahia até o Rio Grande do Sul, adentrando ainda o leste do Paraguai e o norte da Argentina (LORENZI, 1998).

Esta palmeira produz um tipo nobre de palmito em seu monocaule, o qual leva ao sacrifício da árvore durante sua extração. Deste modo, sua exploração contínua e desordenada decorrente da alta demanda do mercado, combinada ao baixo investimento em práticas adequadas de manejo, tem resultado na depleção da maior parte das reservas naturais da espécie, colocando a árvore em risco de extinção (GALETTI; FERNANDEZ, 1998).

Figura 2 – Palmeira juçara (*E. edulis* Mart.)



Fonte: LORENZI, H. **Flora brasileira:** Arecaceae (Palmeiras). Nova Odessa: Plantarum, 2010. 368 p.

Recentemente, maior atenção vem sendo dada ao potencial econômico e nutricional de seus frutos (Figura 3), o qual oferece, portanto, uma utilização sustentável da palmeira (BORGES et al., 2011b). Neste sentido, Costa et al. (2008) esclarecem alguns aspectos positivos do manejo da juçara para a produção da polpa do fruto, em relação ao manejo para o palmito. Isso inclui o fato de que, com a morte da planta para a retirada do palmito, é preciso esperar de cinco a oito anos para o próximo estágio de corte, enquanto a coleta dos frutos pode ser feita anualmente com a mesma planta – uma vez que não é necessário cortá-la. Outro fator relevante é que, após o despolpamento, grandes quantidades de sementes viáveis podem ser utilizadas para o repovoamento de populações da espécie.

Este fruto, considerado exótico e tropical, não é destinado ao consumo *in natura*, pois apresenta sabor relativamente insípido e baixo rendimento da parte comestível, devido à pequena proporção de polpa em relação ao peso do fruto (OLIVEIRA; FARIAS NETO; PENA, 2007). Portanto, para que se torne própria para o consumo humano, a juçara deve passar por duas etapas principais de processamento: o amolecimento da polpa em água morna e o despolpamento, o qual é realizado por meio do atrito dos frutos e da adição de água, de modo que o pericarpo se separe do caroço (OLIVEIRA; FARIAS NETO; PENA, 2007; SCHULTZ, 2008).

Figura 3 – Frutos da palmeira juçara (*E. edulis* Mart.)

Fonte: Própria autoria

O fruto da juçara é bastante similar ao do açaizeiro da Amazônia (*E. oleracea*) (COSTA et al., 2008), o qual é muito valorizado pelas suas propriedades nutricionais, tanto no mercado nacional como internacional, sendo considerado um "superfruto" (KANG et al., 2012). No entanto, segundo a legislação brasileira vigente, apenas os produtos derivados da parte comestível dos frutos provenientes da palmeira da Amazônia (*E. oleracea*) podem receber a denominação de "açaí" (BRASIL, 2000). Consequentemente, ainda não há legislação específica para os frutos de juçara, embora os produtores apliquem as mesmas normas aos produtos à base desta polpa.

Segundo a Instrução Normativa nº1 de 07 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000), o açaí pode ser classificado de acordo com a adição de água durante seu processamento, em:

- *Polpa de açaí:* é a polpa extraída sem adição de água e sem filtração, apresentando acima de 40% de sólidos totais;
- *Açaí grosso, Especial ou Tipo A*: é a polpa extraída com adição de água e filtração, apresentando acima de 14% de sólidos totais;
- *Açaí médio, Regular ou Tipo B:* é a polpa extraída com adição de água e filtração, apresentando de 11 a 14% de sólidos totais;
- *Açaí fino, Popular ou Tipo C:* é a polpa extraída com adição de água e filtração, apresentando de 8 a 11% de sólidos totais.

Embora a classificação para *polpa de açaí* exija que não haja adição de água durante o despolpamento, não existe nenhuma despolpadeira disponível no mercado capaz de processar os frutos com tal eficiência e, consequentemente, a polpa integral não é um produto encontrado para comercialização (OLIVEIRA; CARVALHO; NASCIMENTO, 2000; SCHULTZ, 2008).

Os benefícios do consumo de juçara à saúde são decorrentes, principalmente, da alta concentração de compostos fenólicos presentes na polpa do fruto e da sua alta atividade antioxidante, sendo capaz de atuar como um aditivo natural no desenvolvimento de novos alimentos funcionais (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014). Neste contexto, Costa et al. (2012) produziram um iogurte a base de juçara, no qual diferentes proporções da polpa foram testadas a fim proporcionar funcionalidade e consistência ao produto. Os autores obtiveram sucesso em sua proposta, pois, além do elevado teor de antocianinas, os iogurtes avaliados também apresentaram ótimo nível de aceitação e de intenção de compra.

Em uma proposta inovadora, Guergoletto et al. (2016) investigaram o potencial de fermentação da polpa de juçara pela microbiota intestinal humana. Os testes *in vitro*

mostraram que, após a fermentação da juçara pelos microrganismos, houve ainda um aumento significativo no número de bifidobactérias, o que é capaz de evidenciar o potencial prebiótico da juçara – embora os autores afirmem que estudos *in vivo* são necessários para esclarecer tal descoberta.

Cardoso et al. (2015) observaram ainda que o consumo da polpa de juçara foi capaz de reduzir a esteatose hepática em ratos. Para isso, os autores avaliaram o conteúdo de antocianinas e o potencial antioxidante do fruto, além de analisarem o fígado e os níveis sanguíneos de colesterol e triglicerídeos de ratos alimentados com juçara. O efeito benéfico do fruto pode ser resultado de sua atividade antioxidante e de sua capacidade na diminuição dos níveis de triglicerídeos sanguíneos.

Por outro lado, estudos também buscaram avaliar possíveis efeitos tóxicos deste fruto, o qual, apesar de similar ao açaí da Amazônia, é considerado ainda uma novidade no mercado. Em sua dissertação, Barbosa (2014) avaliou a toxicidade dos frutos de juçara em ratos *Wistar* e não observou induções citotóxicas, genotóxicas ou mutagênicas nos órgãos e células analisados, corroborando a segurança na utilização deste fruto.

2.6.1 Compostos bioativos presentes em frutos de juçara

Os compostos bioativos, também denominados nutracêuticos, são largamente reconhecidos por suas propriedades benéficas à saúde humana (MORAIS et al., 2008). Segundo Biesalski et al. (2009), são definidos como compostos essenciais e não essenciais de ocorrência natural, os quais fazem parte da cadeia alimentar e que podem ter efeitos sobre a saúde humana – fornecendo benefícios que vão além do valor nutricional básico do alimento.

Dentre estes compostos, os fenólicos se destacam pela sua presença nos frutos de juçara, os quais são considerados uma rica fonte desta substância (BORGES et al., 2011b). Os compostos fenólicos, ou polifenóis, são metabólitos secundários sintetizados pelas plantas durante o seu desenvolvimento e sua ocorrência em tecidos animais está associada à ingestão de alimentos de origem vegetal, sendo estes os antioxidantes mais abundantes na dieta humana (SHAHIDI; NACZK, 2004).

Sob o ponto de vista químico, os compostos fenólicos podem ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático ligado a uma ou mais hidroxilas (grupo fenol), incluindo seus derivados funcionais (SHAHIDI; NACZK, 2004; HAN; SHEN; LOU, 2007). Dessa forma, constituem um grupo quimicamente heterogêneo composto por aproximadamente 10.000 variedades estruturais (TAIZ; ZEIGER, 2004), os quais podem ser

divididos em diversos subgrupos de acordo com sua estrutura química, como, por exemplo, ácidos fenólicos, flavonoides e taninos (HAN; SHEN; LOU, 2007).

Os flavonoides são o grupo mais abundante de polifenóis de origem natural e sua estrutura consiste em um anel aromático condensado a um anel heterocíclico, no qual se insere um segundo anel aromático. Novamente, subdivide-se este grupo em mais duas categorias principais, de acordo com sua estrutura: as antocianinas e as antoxantinas (BUTTERFIELD et al., 2002).

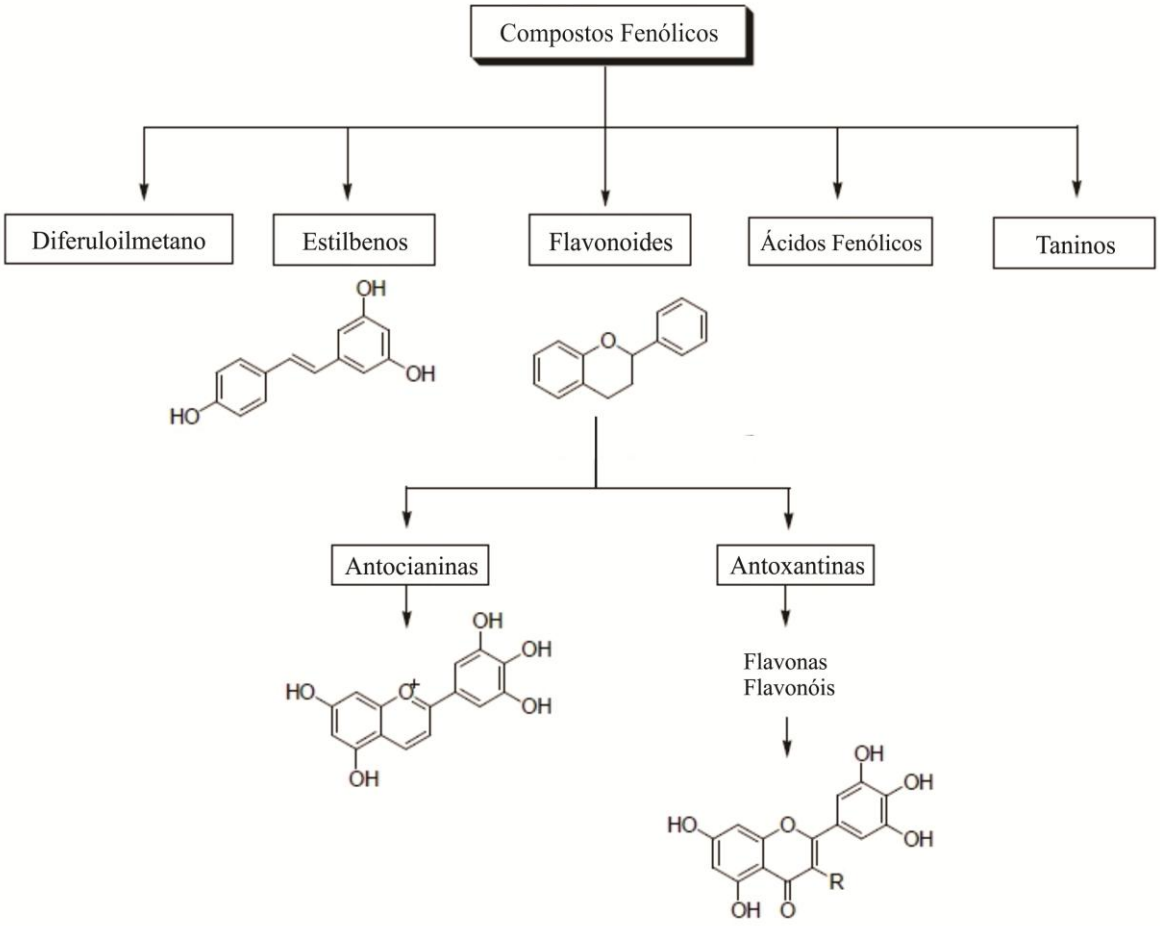
As antocianinas (do grego *anthos* = flor e *kianos* = azul) constituem os pigmentos mais importantes encontrados nas plantas vasculares, responsáveis pelas tonalidades laranja, rosa, vermelho, violeta e azul em flores e frutos de diversas plantas (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009). Cerca de 200 tipos diferentes de antocianinas de ocorrência natural já foram identificados, sendo sua estrutura química básica o 2-fenilbenzopirona do sal *flavylium* ou cátion *flavylium* (SHAHIDI; NACZK, 2004; SCHWARTZ; VON ELBEE; GIUSTI, 2010). A dinâmica da classificação dos compostos citados é demonstrada na Figura 4.

Em virtude de diversos estudos realizados recentemente, a juçara vem sendo considerada uma excelente fonte natural de compostos fenólicos. Schulz et al. (2015) detectaram onze polifenóis diferentes em frutos de juçara, dentre os quais haviam três ácidos fenólicos, sete flavonóides e um estilbeno. Da mesma maneira, Inada et al. (2015) também identificaram onze compostos fenólico na polpa dos frutos analisados, sendo a cianidina-3-*O*-rutosídeo e a cianidina-3-*O*-glicosídeo os presentes em maior concentração, com 70% e 24% do total de compostos encontrados, respectivamente. Em alternativa, Bicudo, Ribani e Beta (2014) encontraram cianidina-3,5-diglicosídeo, peonidina-3- glicosídeo e peonidina-3-rutinosídio pela primeira vez em frutos de juçara, além de diversos outros componentes anteriormente identificados.

Muitos artigos procuram, ainda, comparar as quantidades de tais compostos presentes na juçara com os teores encontrados em outros frutos. Assim, Iaderoza et al. (1992) e Ribeiro, Mendes e Pereira (2011) constataram teores de antocianinas muito maiores em polpas de juçara em comparação as de açaí da Amazônia. Já Brito et al. (2007) compararam os teores de antocianinas presentes em diferentes frutos tropicais. Os autores verificaram que dentre acerola (*Malphigia emarginata*), jambolão (*Syzygium cumini*), juçara (*E. edulis*) e guajiru (*Chrysobalanus icaco*), a juçara foi o que apresentou as proporções mais elevados de antocianinas, com aproximadamente 3.000 mg/g de matéria seca. Ao confrontar tais valores com o de outro estudo (WU et al., 2006), com alguns frutos admitidos como ricos em

antocianinas (como morango, uva e cereja), foi constatado que a juçara possui as concentrações mais elevadas.

Figura 4 - Classificação dos compostos fenólicos



Fonte: Adaptado de HAN, X.; SHEN, T.; LOU, H. Dietary polyphenols and their biological significance. **International Journal of Molecular Sciences,** Basel, v. 8, p. 950-988, 2007.

Assim, tais frutos são considerados uma rica fonte de energia e tem sido amplamente reconhecidos por suas propriedades funcionais (INÁCIO et al., 2013), em especial devido a elevada capacidade antioxidante decorrente dos altos teores de compostos fenólicos presentes. Antioxidantes são substâncias capazes de diminuir ou mesmo bloquear as reações de oxidação induzidas pelos radicais livres (SCOTTI et al., 2007). No caso dos antioxidantes fenólicos, estes funcionam como sequestradores de radicais e por vezes como quelantes de metais,

agindo tanto na etapa de iniciação quanto na de propagação do processo oxidativo (SANTOS, P. P., 2014).

Dessa forma, os compostos fenólicos são capazes de exercer diversas funções benéficas à saúde, atuando na prevenção de doenças neuronais, cardiovasculares, diabetes, inflamações e diversas outras enfermidades (YOUSUF et al., 2015).

Nesta perspectiva, Cardoso et al. (2015) observaram que o consumo da polpa de juçara foi capaz de reduzir a esteatose hepática em camundongos ApoE -/-. Para isso, os autores avaliaram o conteúdo de antocianinas e o potencial antioxidante do fruto, além de analisarem o fígado e os níveis sanguíneos de colesterol e triglicerídeos de ratos alimentados com juçara. O efeito benéfico do fruto pode ser resultado de sua atividade antioxidante e de sua capacidade na diminuição dos níveis de triglicerídeos sanguíneos.

Já Novello et al. (2015) procuraram avaliar a atuação da alimentação acrescida de extrato liofilizado da juçara no risco de doenças cardiovasculares em camundongos ApoE -/-. Embora não tenham sido observadas atenuações das placas ateroscleróticas, os níveis de colesterol mostraram reduções significativas, sugerindo que o consumo de juçara pode apresentar efeitos protetores ao organismo.

Além disso, diversos trabalhos procuraram identificar também outros compostos bioativos, além dos já mencionados, presentes em menor quantidade nos frutos de juçara. São relatados, dentre outros, teores significativos de ácido ascórbico, carotenoides, clorofila e tocoferóis (RUFINO et al., 2010; SILVA; BARRETO; SERÔDIO, 2014; INADA et al., 2015).

2.7 Benefícios da associação de probióticos e compostos fenólicos

Durante muitos anos, acreditou-se que a função do intestino grosso era somente ligada à reabsorção de água e sal e à remoção dos restos de alimentos não utilizados pelo organismo. Atualmente, o papel de sua microbiota intestinal mostra-se evidente no metabolismo de compostos químicos encontrados em alimentos (DUDA-CHODAK et al., 2015), incluindo os compostos fenólicos.

Assim, a biodisponibilidade e os efeitos benéficos ocasionados pela ingestão dos polifenóis no organismo estão diretamente ligados à sua absorção no intestino. Esta etapa depende diretamente das transformações destes compostos pela microbiota local, pois muitas vezes são ingeridos como precursores não absorvíveis e transformados em formas bioativas por microrganismos intestinais específicos (LAPARRA; SANZ, 2010; VALDÉS et al., 2015).

Tal fato ilustra devidamente a dupla função da microbiota intestinal, a qual atua tanto no catabolismo como na absorção destes componentes (WILLIAMSON; CLIFFORD, 2010).

Entretanto, muitos mecanismos que envolvem estas etapas ainda permanecem desconhecidos. O que se sabe atualmente é que, após a quebra dos compostos, estes são absorvidos pelos enterócitos por difusão passiva e dirigidos até o fígado através da circulação hepática (KEMPERMAN et al., 2010). Tais compostos podem então retornar ao intestino delgado junto com a bile – onde podem sofrer novas transformações químicas e serem reabsorvidos – ou serem excretados através das fezes e da urina (VALDÉS et al., 2015).

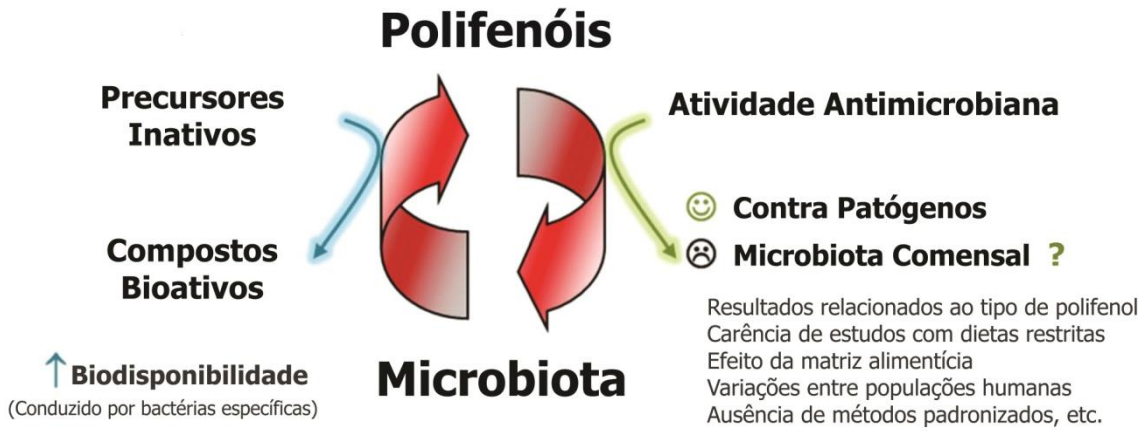
Dessa forma, é possível que ocorram inúmeras interações entre os polifenóis, seus metabólitos e a microbiota intestinal. Uma delas consiste na estimulação do crescimento de bactérias benéficas, uma vez que alguns estudos sugerem a capacidade dos polifenóis em agirem como prebióticos. Tzounis et al. (2008), por exemplo, investigaram o potencial de influência de alguns flavonoides no crescimento de bactérias do intestino grosso, através da coleta de fezes humanas. Os autores concluíram que o consumo de alimentos ricos em flavonoides é eficaz no auxílio da saúde do intestino, pois estes compostos agem como uma potencial fonte de nutrientes para as bactérias e são capazes de influenciar o crescimento de bactérias benéficas através de sua ação prebiótica.

Por outro lado, os polifenóis também são capazes de agir na inibição de diferentes microrganismos patogênicos, como indicam diversos estudos (LEE et al., 2006; SOURABH et al., 2013; SHIN; CHUNG, 2015). Neste contexto, Puupponen-Pimiä et al. (2005) notaram que os fenólicos presentes em frutos nórdicos, como cranberry, cloudberry e raspberry, inibiram seletivamente o crescimento de bactérias patogênicas humanas, como *Staphylococcus* e *Salmonella*.

Assim, fica claro o papel dos compostos fenólicos em modular a microbiota intestinal, de modo a inibir as espécies patogênicas e estimular o crescimento das bactérias endógenas, além de exercerem atividade antioxidante (HIDALGO et al., 2012). Além disso, a interação benéfica entre os polifenóis e a microbiota é bidirecional, pois enquanto os microrganismos endógenos auxiliam na absorção do polifenóis, estes, por sua vez, beneficiam o crescimento destas bactérias (Figura 5) (VALDÉS et al., 2015).

No entanto, é ainda muito difícil para os pesquisadores mensurar tal interação, uma vez que inúmeros fatores são capazes de influenciar o progresso do experimento. Valdés et al. (2015) apontam, entre as principais causas, a heterogeneidade dos compostos fenólicos e das matrizes alimentícias em que sem encontram, o coexistência de outros compostos bioativos na mesma refeição e a complexidade da microbiota intestinal humana.

Figura 5 - Associação bidirecional entre os polifenóis e a microbiota



Fonte: Adaptado de VALDÉS, L. et al. The relationship between phenolic compounds from diet and microbiota: impact on human health. **Food and Function,** Cambridge, v. 6, p. 2424-2439, 2015.

Em suma, é fundamental que a microbiota intestinal encontre-se saudável para que a adequada absorção dos compostos fenólicos possa ocorrer. Tal benefício pode ser proporcionado pela ingestão regular de probióticos, os quais, por sua vez, tem seu crescimento estimulado na presença dos polifenóis. A combinação destes componentes em alimentos funcionais, portanto, potencializa os efeitos benéficos de ambos, sendo a ingestão combinada com prebióticos capaz de trazer ainda mais vantagens à saúde do consumidor.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho consistiu em desenvolver e avaliar diferentes formulações de sorbets probióticos e simbióticos, utilizando a polpa da juçara como principal matéria-prima.

3.2 Objetivos Específicos

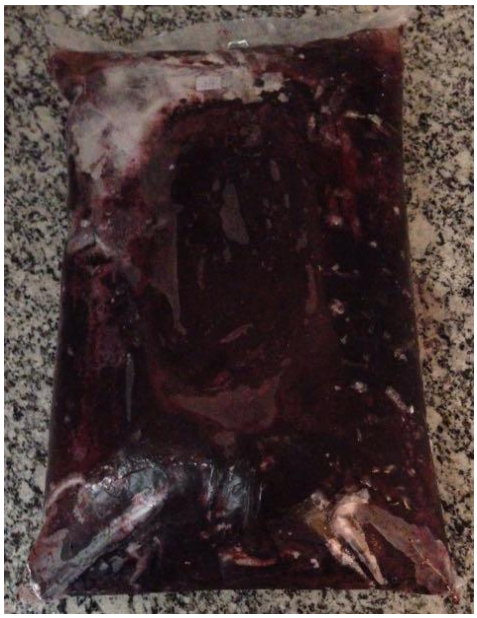
- Contribuir para a valorização do fruto de juçara tipicamente brasileiro, através de uma alternativa ecologicamente sustentável e economicamente viável;
- Elaborar um alimento funcional que atenda a demanda de toda a população, em especial aos indivíduos que possuem restrição ao leite e aqueles em dieta de restrição calórica;
- Caracterizar a polpa de juçara utilizada na elaboração dos sorbets quanto as suas características nutricionais, sólidos solúveis, pH, cor instrumental e teor de compostos fenólicos e antocianinas;
- Caracterizar e comparar as formulações do produto quanto as suas características nutricionais e físico-químicas;
- Avaliar os efeitos do armazenamento dos produtos sobre seu pH, coloração instrumental e estabilidade dos compostos fenólicos e antocianinas;
- Avaliar a viabilidade dos probióticos *L. acidophilus* LA 3 e *L. paracasei* BGP 1 durante o armazenamento dos produtos;
- Avaliar a sobrevivência *in vitro* dos microrganismos adicionados nos sorbets probióticos e simbióticos de juçara quando submetidos aos fluidos gastrointestinais simulados;
- Analisar a aceitabilidade dos atributos sensoriais e estimar a intenção de compra das diferentes formulações do produto desenvolvido.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi utilizada como principal matéria prima polpa de juçara congelada pasteurizada (Figura 6), a qual foi doada pela empresa "Alicon Agroindustrial Ltda", da cidade de Garuva, Santa Catarina, Brasil. O produto é classificado como polpa fina (aproximadamente 8% de sólidos totais) e possui a adição de 0,25% de suco de limão. A empresa Alicon também realizou procedimentos de avaliação dos parâmetros microbiológicos sanitários para coliformes termotolerantes (ausente), coliformes totais (10 NMP/g), *Escherichia coli* (ausente), *Salmonella* (ausente) e fungos e leveduras (100 UFC/g).

Figura 6 – Polpa de juçara fina utilizada no presente estudo



Fonte: Própria autoria

Além disso, para a produção dos sorbets funcionais utilizou-se como componente prebiótico a polidextrose (Litesse®, Danisco) e como componentes probióticos as culturas de *L. acidophilus* (LA 3) (Lyofast® - Sacco) e de *L. paracasei* (BGP 1) (Lyofast® - Sacco). A polidextrose foi doada pela Danisco (Cotia/SP, Brasil) e as culturas de *L. acidophilus* e *L. paracasei* foram doadas pela Sacco (Campinas/SP, Brasil).

Os demais ingredientes utilizados para a produção dos sorbets de juçara (açúcar cristal, emulsificante e superliga neutra) foram cedidos pela Sorveteria Cenzi (Pirassununga/SP, Brasil).

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Caracterização da polpa de juçara

4.2.1.1 Caracterização físico-química

4.2.1.1.1 Composição centesimal

As análises centesimais foram realizadas pelo Laboratório de Bromatologia, Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da Universidade de São Paulo (USP, Pirassununga/SP). As análises realizadas compreenderam a determinação dos teores de sólidos totais, matéria mineral (cinzas), proteínas, gorduras (extrato etéreo) e fibra bruta. (AOAC, 2005). Os resultados obtidos possibilitaram o cálculo do conteúdo de carboidratos totais, através do método de somatória dos valores das análises centesimais realizadas (exceto fibras) e sua diferença para obter 100% da composição total. O valor energético da polpa também foi calculado, empregando fatores de conversão de 4 kcal.g^{-1} para proteínas e carboidratos e de 9 kcal.g^{-1} para lipídeos, de acordo com o proposto por Osborne e Voogt (1978) (Equação 1).

$$VC = (\%\ proteína \times 4{,}0) + (\%\ carboidrato \times 4{,}0) + (\%\ gordura \times 9{,}0) \quad (1)$$

Onde *VC* corresponde ao valor calórico da amostra correspondente.

4.2.1.1.2 pH

O pH da polpa foi mensurado em pHmetro digital (Marte® MB-10, São Paulo, Brasil), com três repetições de amostra e leitura em triplicata. O equipamento foi calibrado antes do uso e o eletrodo foi colocado no centro dos béqueres que continham as amostras descongeladas para aferição dos resultados.

4.2.1.1.3 Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais presente na polpa foi determinado pela utilização de refratômetro manual portátil (Briobrix® 103, São Paulo, Brasil), com três repetições de amostra e leitura em triplicata. Para a medida das amostras, foi colocada uma gota da polpa de juçara descongelada no prisma do refratômetro e a leitura foi realizada com o aparelho voltado contra a luz. O resultado encontra-se expresso em ºBrix, o que corresponde à porcentagem de sólidos solúveis em 100 g de polpa.

4.2.1.2 Cor instrumental

A análise da cor instrumental da polpa foi realizada em colorímetro portátil (MiniScan EZ 4500L - Hunterlab, Reston, USA), com ângulo de observação de 45º e abertura de célula de 10mm, empregando escala L*, a* e b* do sistema de cor CIE/LAB (Commision Internationale L'Eclairage). Para isso, o equipamento foi calibrado com as placas branca e preta antes do início da análise.

Esta leitura permite a determinação dos valores de luminosidade (L*) e das coordenadas cromáticas a* (medida do verde ao vermelho) e b* (medida do azul ao amarelo). A partir destes valores foram calculados o ângulo Hue (Hº) (Equações 2 e 3), o qual descreve a tonalidade da amostra, bem como o Croma (C*) (Equação 4), capaz de descrever a saturação (EASYRGB, 2016).

$$H^{\circ} = arctg\ (b^*/a^*), \text{ se } H^{\circ} > 0 \quad (2)$$

$$H^{\circ} = 360 - |arctg\ (b^*/a^*)|, \text{ se } H^{\circ} \leq 0 \quad (3)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (4)$$

A análise da polpa foi realizada com três amostras distintas, sendo cada uma delas medida em triplicata – na qual foram tomadas três medidas de cada amostra.

4.2.1.3 Determinação dos conteúdos de compostos fenólicos e antocianinas

4.2.1.3.1 Extração

Para determinação do teor de compostos fenólicos e antocianinas presentes na polpa de juçara, as amostras foram submetidas à extração em metanol acidificado, conforme metodologias adaptadas (KARAASLAN et a., 2011; BICUDO et al., 2014). Neste sentido, 1 g de polpa de juçara foi adicionado a 2 ml de água destilada e 8 mL de metanol acidificado – numa proporção 85:15 v/v de metanol e HCl 1M. A mistura foi agitada em vórtex por 30 segundos e submetida a ultrassom (Unique USC-1400, Indaiatuba, Brasil) por 5 minutos, sendo então centrifugada a 7500 rpm por 10 minutos a 5ºC (Eppendorf® 5430-R, USA). O procedimento foi feito em triplicata e todo o processo foi realizado duas vezes em cada amostra, para uma extração mais completa dos compostos de interesse. Os sobrenadantes extraídos de cada amostra foram coletados em balão volumétrico (25 mL) e o volume completado com metanol acidificado.

4.2.1.3.2 Teor de compostos fenólicos totais

O conteúdo de fenólicos totais foi determinado pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, de acordo com Singleton et al. (1999), Sagdic et al. (2012) e Bicudo et al. (2014). Uma vez que o teor de compostos fenólicos presentes na polpa de juçara é bastante elevado, para este ensaio foi realizada uma diluição adicional em balão volumétrico de 5 mL, na qual foi adicionado 1 mL do conteúdo extraído (*item 4.2.1.3.1*) e o volume completado com metanol acidificado. Assim, 0,25 ml do conteúdo diluído de cada amostra foram adicionados a 2 mL de água destilada e 0,25 mL do reagente de Folin-Ciocalteu (Dinâmica, Diadema, Brasil) em tubos de ensaio, em triplicata. Após 3 minutos à temperatura ambiente, foram adicionados 0,25 mL de solução saturada de carbonato de sódio (Na_2CO_3) e os tubos foram colocados em banho maria a 37°C durante 30 minutos (Marconi MA-184, Piracicaba, Brasil) para desenvolvimento de cor. A absorbância a 750 nm foi determinada em espectrofotômetro (Hach DR 2800, USA) e o conteúdo de fenólicos totais calculado pela utilização de uma curva de calibração, construída com padrão de ácido gálico (Acros Organics, New Jersey, USA) (Apêndice A). Os resultados obtidos foram expressos em mg equivalente de ácido gálico/ 100 gramas de polpa de juçara.

4.2.1.3.3 Teor de antocianinas totais

A determinação do conteúdo total de antocianinas foi realizada pelo método da diferença de pH (GIUSTI; WROLSTAD, 2001; LEE, 2005; BICUDO et al., 2014). Assim, 0,5 mL do conteúdo extraído da polpa (*item 4.2.1.3.1*) foram adicionados em 4,5 mL de tampão cloreto de potássio (pH 1,0) em tubos de ensaio em triplicata, homogeneizados e armazenados por 15 minutos em ausência de luz; o mesmo procedimento foi realizado com tampão acetato de sódio (pH 4,5). As absorbâncias foram medidas em espectrofotômetro, no comprimento de onda de absorção máxima para cianidina 3-glicosídeo presente na juçara (520 nm) e também a 700 nm.

Primeiramente foi calculada a diferença de absorbâncias (Equação 5), em seguida o teor de antocianinas totais em mg/L da amostra (Equação 6) e então o teor em mg/100 g (Equação 7). Os resultados foram expressos em miligrama equivalente de cianidina-3-glicosídeo/ 100 gramas de polpa de juçara.

$$A_{dif} = (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH\ 1,0} - (A_{520nm} - A_{700nm})_{ph\ 4,5} \quad (5)$$

Onde A_{dif} é a diferença das absorbâncias nos diferentes valores de pH; A_{520} é a absorbância no comprimento de onda máximo (520 nm) e A_{700} é a absorbância no comprimento de onda de 700 nm.

$$TA\ \frac{mg}{L} = \left(10^3 \times MM \times A_{dif}\right) \div (\varepsilon \times 1) \quad (6)$$

Onde $TA_{mg/L}$ corresponde ao teor de antocianinas totais expressos em mg equivalente de cianidina-3-glicosídeo por litro de amostra; 10^3 é o fator de conversão de grama para miligrama; *MM* é a massa molar da cianidina-3-glicosídeo (449,2 g/mol); ε é o coeficiente de extinção molar da cianidina-3-glicosídeo (26900 L/cm.mol) e 1 é o comprimento do caminho óptico em centímetro.

$$TA_{\frac{mg}{100g}} = \left(100 \times TA_{\frac{mg}{L}}\right) \div TJ_{\frac{g}{L}} \quad (7)$$

Onde $TA_{mg/100g}$ é o teor de antocianinas totais expressos em mg equivalente de cianidina-3-glicosídeo por 100 gramas de polpa de juçara e *TJ* é o teor de polpa de juçara expresso em gramas por litro do volume total presente no tubo de ensaio.

4.2.2 Culturas probióticas e prebiótico

4.2.2.1 Atividade antimicrobiana *in vitro*

A atividade antimicrobiana da polpa de juçara contra os probióticos *L. acidophilus* (LA 3) e *L. paracasei* (BGP 1) foi avaliada *in vitro* de acordo com Martin et al. (2012), com modificações. Primeiramente, os probióticos foram ativados em caldo MRS (DeMan, Rogosa and Sharpe – Acumedia, Baltimore, USA) e incubados em BOD (Biochemical Oxygen Demand – Tecnal TE 391, Piracicaba, Brasil) por 18h a 37°C ± 1ºC. Em seguida, foram produzidos poços de 8 mm de diâmetro em placas de Petri (150 mm) contendo MRS-ágar solidificado, dentro dos quais foram distribuídos 40 µL de polpa de juçara, em triplicata. Além disso, foram utilizados 40 µL de água destilada como controle negativo e 40 µL de solução de Tetraciclina (100 mg/mL) (Sigma Chemical Co., St. Louis, USA) como controle positivo. Cada um dos probióticos foi então adicionado individualmente (200 µL) e espalhado com alça de drigalski na superfície do ágar, sendo realizada duplicata para cada microrganismo testado. As placas foram incubadas por 72 h a 37 °C ± 1 ºC.

4.2.2.2 Avaliação *in vitro* de sinergismo do produto simbiótico

A fim de avaliar o sinergismo entre as bactérias *L. acidophilus* e *L. paracasei* e o prebiótico polidextrose, foi realizado um ensaio *in vitro*, utilizando-se glicose como controle positivo. O ensaio foi realizado com duas repetições, sendo cada uma delas feita em triplicata, seguindo a metodologia descrita por Zago et al. (2011).

Para tanto, a polidextrose e a glicose foram solubilizadas em água destilada e esterilizadas por filtração em filtros de 0,22 µm. Os probióticos foram então adicionados (1,5% de inoculo) em alíquotas de 3 mL de meio de cultura MRS modificado (Tabela 1), o

qual possuía 2% de polidextrose ou 2% de glicose como únicas fontes de carbono de sua composição, de maneira que para o controle negativo não foi adicionado nenhum complemento ao meio. Os tubos foram incubados em meio anaeróbio a 37 ºC ± 1 °C por 24 h e os resultados avaliados por densidade óptica a 560 nm em espectrofotômetro.

Tabela 1 - Componentes utilizados no preparo de MRS sem fonte de carbono

Componente	**Quantidade**	**Marca**
Peptona	5 g	Oxoid
Extrato de carne	5 g	Oxoid
Fosfato de sódio bibásico	1,88 g	Êxodo-Científica
Extrato de levedura	2,5 g	Acumedia
Sulfato de manganês mono-hidratado	0,05 g	Synth
Sulfato de magnésio	0,102 g	Synth
Tween 80	0,5 g	Synth
Total	**15,03 g**	**-**

Fonte: Própria autoria.

A taxa de crescimento celular para cada tratamento foi calculada pela equação abaixo (Equação 8):

$$TCC\ (\%) = (MRSp - MRSb) * 100) / (MRSg - MRSb) \quad (8)$$

Onde *TCC* é a taxa de crescimento celular, *MRSp* é a absorbância da amostra em MRS com polidextrose, *MRSn* corresponde ao MRS sem fonte de carbono (controle negativo) e o *MRSg* corresponde ao MRS com glicose (controle positivo) .

4.2.2.3 Preparo do inóculo

Para adição nos sorbets funcionais, as culturas de *L. acidophilus* e *L. paracasei* liofilizadas foram ativadas em 10 mL de caldo MRS e incubadas em BOD por 18 h a 37 °C ± 1 ºC. Foram então transferidos 5 mL desta alíquota em dois frascos contendo 45 mL de caldo MRS, os quais foram incubados nas mesmas condições. O material obtido desta última etapa foi centrifugado a 6000 rpm por 5 minutos a 10 ºC, lavado duas vezes com citrato de sódio

2% e ressuspenso em volume suficiente para obtenção de uma suspensão com contagem final de 10^9 a 10^{10} UFC/mL.

4.2.2.4 Estimativa de concentração bacteriana

A estimativa da concentração bacteriana dos inóculos preparados (*L. acidophilus* e *L. paracasei*) foi deduzida através da turbidimetria, técnica baseada em medidas de densidade óptica. Após o crescimento das culturas em caldo MRS por 24 h a 37 °C ± 1 ºC realizaram-se diluições da alíquota original e as respectivas leituras da absorbância em espectrofotômetro (600 nm). Assim, foi possível correlacionar a concentração bacteriana obtida por plaqueamento com a medida de absorbância observada (BEGOT et al., 1996).

4.2.3 Desenvolvimento do sorbet funcional

Para o desenvolvimento dos sorbets de juçara, foram preparadas cinco formulações que diferiram quanto à adição ou não de probióticos e prebiótico (Tabela 2), sendo cada formulação produzida em triplicata.

Tabela 2 - Variáveis envolvidas nas diferentes formulações do sorbet funcional

Formulação	*L. acidophilus*	*L. paracasei*	Polidextrose
S1	-	-	-
S2	+	-	-
S3	+	-	+
S4	-	+	-
S5	-	+	+

Fonte: Própria autoria.

Todas as formulações foram preparadas nas dependências da Sorveteria Cenzi, localizada na cidade de Pirassununga, São Paulo, Brasil, a partir da mistura dos ingredientes apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Proporção dos ingredientes utilizados na fabricação dos sorbets

Ingredientes	Marca	Quantidade (%)	
		S1, S2 e S4	S3 e S5
Polpa de juçara	Alicon Agroindustrial Ltda.	40,92	37,82
Água potável	-	32,73	30,26
Açúcar cristal	São João	24,55	22,69
Polidextrose	Listesse (Danisco)	-	7,56
Emulsificante	Emustab Selecta (Duas Rodas)	0,98	0,91
Superliga neutra[1]	Selecta (Duas Rodas)	0,82	0,76

[1] Superliga neutra: estabilizante à base de sacarose, carboximetilcelulose (CMC) e goma guar.
Fonte: Própria autoria.

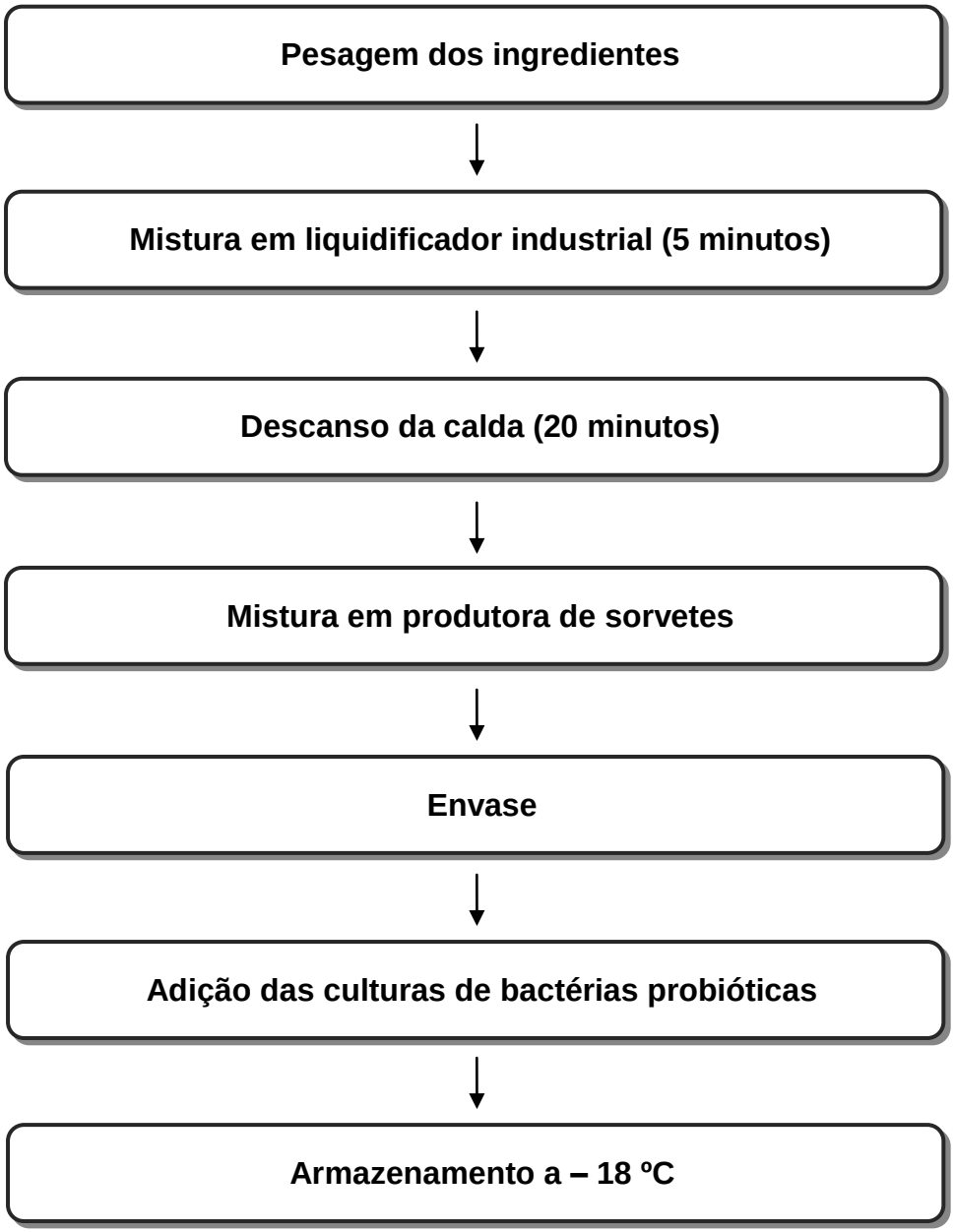
A quantidade de polidextrose adicionada levou em conta o padrão brasileiro estabelecido pela ANVISA, no qual a alegação funcional da fibra tem validade desde que a porção do produto pronto para consumo forneça no mínimo 3 g de polidextrose se o alimento for sólido ou 1,5 g se o alimento for líquido (BRASIL, 2008). Uma vez que os cálculos para o sorbet de juçara foram realizados em gramas, utilizou-se o valor de 3 g como quantidade mínima de polidextrose por porção diária do produto, a qual corresponde a 60 g de sorbet (BRASIL, 2003). De maneira similar, os cálculos para adição de probióticos também seguiram a legislação vigente (BRASIL, 2008), no qual a quantidade mínima viável de probióticos deve estar situada na faixa de 10^8 a 10^9 Unidades Formadoras de Colônias (UFC) na recomendação diária do produto pronto para o consumo.

O fluxograma apresentado na Figura 7 ilustra as etapas de produção dos sorbets, as quais seguiram as normas de Boas Práticas de Fabricação (BPF).

Antes de iniciar as etapas de processamento, a polpa de juçara congelada utilizada como matéria prima para a produção dos sorbets foi mantida em BOD a 7 ºC por algumas horas, para descongelamento parcial. Em liquidificador industrial (Skymsen, Brusque/SC, Brasil), foi misturado à polpa o restante dos ingredientes conforme proporções indicadas na Tabela 3, os quais foram homogeneizados por 5 minutos (Figura 8A). A mistura permaneceu descansando por 20 minutos para maturação e ação dos estabilizantes (Figura 8B) e foi então submetida ao processo de congelamento e incorporação de ar (*overrun*) em sorveteira artesanal Termofrio (São Carlos/SP, Brasil) (Figura 8C). Além disso, os inóculos de probióticos, preparados conforme descrito no item 4.2.2.3, foram incorporados e homogeneizados às formulações de sorbet probióticas e simbióticas. Finalmente, os produtos

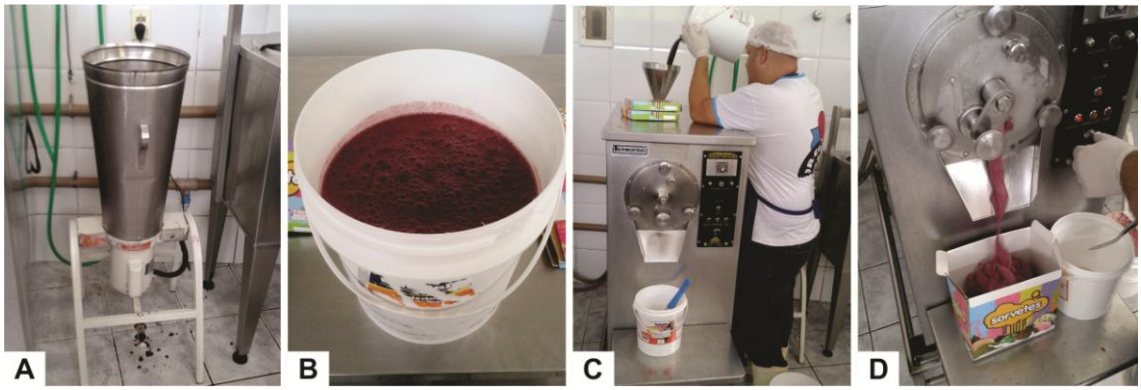
foram acondicionados em potes plásticos próprios para alimentos (Figura 8D) e armazenados em congelador (-18 ºC ± 2 °C) por até 120 dias.

Figura 7 - Fluxograma de produção dos sorbets



Fonte: Própria autoria.

Figura 8 - Processamento do sorbet de juçara.



A: Homogeneização dos ingredientes em liquidificador industrial; **B:** Descanso da calda para maturação; **C:** Adição da calda na sorveteira para incorporação de ar e congelamento do produto; **D:** Produto finalizado em processo de envase. Fonte: Própria autoria.

4.2.4 Análises dos sorbets de juçara

A maior parte das análises foi realizada nas dependências do Departamento de Engenharia de Alimentos, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da Universidade de São Paulo (USP, Pirassununga/SP).

4.2.4.1 Caracterização físico-química

4.2.4.1.1 Composição centesimal

As análises centesimais dos sorbets foram realizadas pelo Laboratório de Bromatologia, em duplicata, conforme descrito no item 4.2.1.1.1. Foram determinados os teores de sólidos totais, matéria mineral (cinzas), proteínas, gorduras (extrato etéreo) e fibra bruta, bem como calculados o conteúdo de carboidratos totais e o valor energético de cada amostra. Para o cálculo do valor energético das formulações S3 e S5, foi considerado o valor de 1 $kcal.g^{-1}$ para polidextrose, conforme informação descrita na ficha técnica.

4.2.4.1.2 Sólidos solúveis totais

Os teores de sólidos solúveis totais presentes nos sorbets produzidos foram determinados em triplicata, pela utilização de refratômetro manual, conforme descrito no item

4.2.1.1.3. O resultado encontra-se expresso em ºBrix, o que corresponde à porcentagem de sólidos solúveis em 100 g de sorbet de juçara.

4.2.4.1.3 Overrun

As medições de *overrun* de cada amostra foram realizadas em triplicata, através da comparação do peso da mistura base (calda) e do produto final aerado (em gramas), em um recipiente de volume fixo (25 mL) (MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003; MUSE; HARTEL, 2004). Para avaliar a capacidade de incorporação de ar de cada formulação foi utilizada a Equação (9), descrita abaixo.

$$Overrun\ (\%) = [(Peso_{mistura\ base} - Peso_{sorbet}) \times 100] \div Peso_{sorbet} \qquad (9)$$

4.2.4.1.4 Densidade aparente

A densidade aparente dos sorbets de juçara foi calculada em triplicata, utilizando os valores de peso do produto final aerado (em gramas) em recipiente de volume fixo (25 mL). Os resultados foram convertidos em g/ L e os cálculos foram realizados conforme a Equação (10).

$$d_{aparente} = Peso_{sorbet} \div Volume_{sorbet} \qquad (10)$$

4.2.4.2 Avaliação da estabilidade durante armazenamento

A fim de avaliar a vida de prateleira das diferentes formulações de sorbet, o pH, a cor instrumental, a estabilidade dos compostos fenólicos e das antocianinas e a viabilidade dos probióticos foram analisados nos períodos de 0, 7, 15, 30, 60, 90 e 120 dias após o preparo dos produtos.

4.2.4.2.1 Estabilidade do pH

As medidas de pH dos sorbets foram realizadas em triplicata, utilizando pHmetro digital, conforme descrito no item 4.2.1.1.2.

4.2.4.2.2 Evolução dos parâmetros de coloração instrumental

Foi realizada a leitura dos parâmetros L*, a* e b*, e calculados os valores de ângulo Hue (Hº) e Croma (C*), conforme descrito no item 4.2.1.2. Além disso, a diferença total de coloração (ΔE*) foi determinada com base nos parâmetros do tempo 0 e após 120 dias de estocagem (Equação 11) (MINOLTA CORP, 1994).

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (11)$$

4.2.4.2.3 Estabilidade dos compostos fenólicos e antocianinas

Para determinação destes compostos nos sorbets, as amostras foram submetidas à extração em metanol acidificado, conforme descrito no item 4.2.1.3.1. A determinação do conteúdo total de antocianinas foi realizada pelo método da diferença de pH (*item 4.2.1.3.3*) e os resultados foram expressos em miligrama equivalente de cianidina-3-glicosídeo por 100 gramas de sorbet. Já o conteúdo de fenólicos totais foi determinado pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteau (*item 4.2.1.3.2*), utilizando-se o ácido gálico como padrão; os resultados obtidos foram expressos como mg equivalente de ácido gálico por 100 gramas de sorbet.

4.2.4.2.4 Viabilidade dos probióticos

Para a quantificação de células viáveis de *L. acidophilus* e *L. paracasei* foi utilizada a técnica de plaqueamento em gotas (*drop plate*), na qual 20 µL das amostras da diluição seriada foram inoculados em superfície de meio ágar MRS, em duplicata. Para preparação das amostras, 10 g do sorbet probiótico foram pesados em frasco estéril, aquecidos em banho maria (± 30 °C) para fusão do produto e homogeneizados por agitação. Foram então adicionados 90 ml de citrato de sódio 2% e realizadas diluições seriadas para a contagem de probióticos. O ambiente de anaerobiose foi obtido em jarras, utilizando-se sistemas geradores de anaerobiose (Probac do Brasil – São Paulo, Brasil), e as placas, em duplicata, foram incubadas a 37 °C ± 1 °C por 48 h. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônia (UFC) por grama de sorbet (ISO 8261, 2001; SILVA et al., 2010; OKURO, 2013).

4.2.4.3 Avaliação *in vitro* da resistência dos probióticos aos fluidos gastrointestinais

Foi avaliada a resistência dos microrganismos *L. acidophilus* e *L. paracasei* veiculados em sorbets de juçara expostos aos fluidos gástrico (FGS) e intestinal (FIS) simulados, cujas formulações estão apresentadas na Tabela 4, de acordo com a metodologia descrita por Gbassi et al. (2009).

Tabela 4 - Composição dos fluidos gástrico e intestinal

Fluido	Componentes	Proporção	Marca
FGS	Cloreto de sódio	9g/L	Êxodo-Científica
	Pepsina da mucosa intestinal de suínos	3g/L	Sigma-Aldrich
FIS	Cloreto de Sódio	9 g/L	Êxodo-científica
	Pancreatina	10 g/L	Sigma-Aldrich
	Tripsina de pâncreas bovino	10 g/L	Sigma-Aldrich
	Sais biliares	3 g/L	Oxgall, Dfico

FGS: Fluido gástrico simulado; **FIS:** Fluido intestinal simulado. Fonte: Própria autoria.

Para verificar a sobrevivência dos probióticos quando expostos a estas condições específicas, as amostras foram primeiramente expostas ao FGS durante 120 minutos, com pH ajustado para 1,8±0,1 com ácido clorídrico 0,2 M – uma vez que neste pH a enzima pepsina apresenta sua atividade máxima (TOBEY et al., 2001). Nesta etapa foram coletadas alíquotas com 0, 60 e 120 minutos para posterior contagem por plaqueamento (*drop plate*) em meio ágar MRS em anaerobiose. Em seguida, o material remanescente da etapa FGS foi submetido ao FIS, com pH ajustado para 6,5±0,1 com hidróxido de sódio 0,5 M, durante 180 minutos de ensaio, na qual foram plaqueadas amostras após 0, 90 e 180 minutos. Durante as 5 horas de ensaio, as amostras permaneceram em câmara fechada com mesa agitadora (Marconi MA-420, Piracicaba, Brasil), sob agitação constante (100 rpm) e com temperatura controlada a 37 °C, de modo a representar uma situação análoga à passagem pelo trato gastrointestinal humano.

4.2.4.4 Avaliação dos parâmetros microbiológicos sanitários

As análises microbiológicas foram realizadas nos produtos antes dos testes de aceitação sensorial, para a segurança alimentar dos provadores. Por se tratarem de gelados comestíveis de base não láctea, as amostras foram submetidas às análises de nº mais provável

(NMP) de coliformes termotolerantes e presença/ausência de Salmonella sp. (BRASIL, 2001; SILVA et al., 2010).

A análise de coliformes termotolerantes foi realizada pelo método rápido, com a utilização de Placas Petrifilm™ CC (3M Microbiology, St. Paul, USA). Para tal, 10 g de amostra foram homogeneizadas em 90 mL de água peptonada 0,1% (diluição 10^{-1}) e diluições decimais foram preparadas em tubos de ensaio (10^{-2} e 10^{-3}). Alíquotas de 1 mL destas diluições foram inoculadas nas Placas Petrifilm™ conforme instruções do fabricante e incubadas em BOD a 45 ºC por 24 h ± 2 h. A umidificação da estufa foi necessária para minimizar a perda de umidade, em decorrência da temperatura elevada. O resultado foi obtido pela contagem das colônias associadas a bolhas de gás e expresso em UFC/g.

A avaliação dos parâmetros microbiológicos para Salmonella foi realizada no Laboratório de Microbiologia de Alimentos, Departamento de Análises Clínicas, Toxicológicas e Bromatológicas da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (USP). Assim, 25 g de polpa de juçara foram adicionadas em 225 mL de água peptonada tamponada (APT) e incubadas a 35 ºC por 24 h. Esta mistura pré-enriquecida foi adicionada nas proporções de 0,1 mL e 1 mL para tubos contendo 10 mL de caldo Rappaport-Vassiliadis (RV) e 10 mL de caldo Tetrathionato (TT), respectivamente. O caldo RV foi incubado a 43 ºC por 24 h e o caldo TT, no qual foram adicionados os reagentes Verde Brilhante e Lugol, a 37 ºC por 24 h. As culturas obtidas nos caldos TT e RV foram inoculadas em placas de ágar Sulfito de Bismuto (SB), ágar Entérico de Hectoen (HE) e ágar Rambach, as quais foram incubadas a 35 ºC por 24 h. Em seguidas, as colônias suspeitas de Salmonella foram coletadas e semeadas em meio Ágar Triple Sugar Iron (TSI), sendo incubadas em estufa bacteriológica a 36 °C por 24 h a 30 h. Por fim, os isolados provenientes dos tubos de TSI com ápice de tonalidade rósea ou avermelhada e base preta (H_2S positivas), indicativos da presença de Salmonella, foram confirmados através de sorologia com antissoro polivalente O.

4.2.4.5 Análise sensorial

A avaliação sensorial dos sorbets foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), sob protocolo nº 37248114.0.0000.5422 (Anexo I). Além disso, todos os provadores que participaram das análises assinaram duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B) antes da execução dos testes, sendo que uma delas fica em poder do pesquisador e a outra com o sujeito participante.

A análise foi realizada após 15 dias de estocagem dos produtos, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), em cabines individuais com luz fluorescente branca, de acordo com a metodologia descrita por Meilgaard et al. (1999). A equipe sensorial compreendeu 100 consumidores não treinados, de ambos os sexos e recrutados de forma aleatória na Universidade (FZEA/USP), em função do hábito de consumir gelados comestíveis e a disponibilidade em participar das avaliações.

As amostras foram apresentadas monadicamente, em copos codificados com números aleatórios de três dígitos e de forma aleatória para não induzir o avaliador. Todos os provadores receberam Fichas de Avaliação Sensorial (Apêndice C) e foram instruídos a avaliar os produtos quanto ao aroma, cor, textura, sabor e impressão global, utilizando a escala hedônica híbrida de 9 pontos (1: desgostei muitíssimo e 9: gostei muitíssimo) (CRUZ et al., 2012). Adicionalmente, foi avaliada a intenção de compra utilizando escala de 5 pontos (1: certamente não compraria e 5: certamente compraria) (MEILGAARD et al., 1999).

4.2.4.6 Análises estatísticas

As cinco formulações de sorbet de juçara foram avaliadas com relação às características nutricionais do produto, sólidos solúveis, *overrun*, densidade aparente, pH, coloração instrumental, quantificação dos compostos fenólicos e antocianinas, viabilidade dos probióticos, resistência *in vitro* dos probióticos aos fluidos gastrointestinais, aceitação sensorial e intenção de compra, através da Análise de Variância (ANOVA) ($p < 0,05$), para verificar a existência de diferença significativa entre os tratamentos, e do teste de comparação de médias de Tukey ($p < 0,05$) quando necessário.

Além disso, os resultados de avaliação do pH, coloração instrumental, compostos fenólicos, antocianinas e viabilidade dos probióticos também foram submetidos a análises de estabilidade durante tempos de 7, 15, 30, 60, 90 e 120 dias após a produção. Tais resultados também foram analisados pela utilização da ANOVA ($p < 0,05$) e do teste de Tukey ($p < 0,05$), para verificar a diferença de cada amostra com relação ao seu tempo de armazenamento, ou seja, se as amostras perderam a qualidade no decorrer do tempo.

Foi utilizado, ainda, o coeficiente de correlação de Pearson (r) para avaliar o grau de correlação linear entre atributos sensoriais dos sorbets e diversos parâmetros, incluindo análises físico-químicas, ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do software SAS (Statistical Analysis System) versão 9.3. Os resultados encontram-se expressos em média ± desvio padrão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da polpa de juçara

5.1.1 Caracterização físico-química

5.1.1.1 Composição centesimal

A composição química centesimal da polpa de juçara utilizada na preparação dos sorbets encontra-se na Tabela 5. Os dados apresentados correspondem à média de três determinações e seus respectivos desvios padrão.

Tabela 5 - Composição centesimal da polpa de juçara

Análises (g/100g)	Polpa de juçara
Umidade	94,58 ± 0,43
Cinzas	0,12 ± 0,03
Proteínas	0,51 ± 0,01
Lipídeos	0,11 ± 0,01
Carboidratos	4,70 ± 0,43
Fibra bruta	0,04 ± 0,01

Dados apresentados como média ± desvio padrão. Fonte: Própria autoria.

A polpa de juçara apresentou elevada concentração de água (94,58%), resultando na baixa quantidade dos demais componentes analisados. Isto porque é necessária a utilização de água durante o processo de despolpamento do fruto, o que resulta no aumento da umidade e, consequentemente, na diminuição da quantidade de sólidos totais presente no produto final. Esta alta umidade é condizente com o trabalho de Barros et al. (2015), no qual foi relatado umidade média de 91,1% para polpa de frutos de juçara pasteurizados a 88 ºC.

Além disso, o teor de cinzas presente na polpa está relacionado com a presença de diversos elementos minerais, sendo os presentes em maior quantidade cálcio, fósforo, magnésio e, principalmente, potássio, além de elementos como enxofre, sódio, ferro, entre muitos outros (INADA et al., 2015).

Com relação ao teor de lipídeos, estes se apresentaram em baixa proporção, embora Borges et al. (2001b) afirmem se tratar de um elemento abundante na composição do fruto. De acordo com os mesmos autores, o perfil de ácidos graxos encontrados nos frutos de juçara

De acordo com os mesmos autores, o perfil de ácidos graxos encontrados nos frutos de juçara é constituído majoritariamente pelos ácidos palmítico, oleico e linoleico. Já as proteínas foram mensuradas em quantidades maiores do que de lipídeos, enquanto Borges et al. (2011b) obtiveram resultados opostos.

A quantidade de carboidratos foi bastante elevada, sendo possível que tal resultado seja decorrente do fato de este elemento ter sido calculado por diferença, e não mensurado experimentalmente – o que pode resultar no acúmulo de possíveis erros práticos. A proporção de fibras também se encontra embutida no teor de carboidratos e, de maneira pouco coerente, apresentou-se em baixa quantidade.

Todavia, Ribeiro, Mendes e Pereira (2001) analisaram a composição centesimal de polpa comercial de juçara e obtiveram resultados capazes de corroborar os encontrados no presente estudo.

Além disso, Nascimento et al. (2008) também encontraram valores próximos ao do presente estudo em análises de polpa comercial de açaí (*E. oleracea*), apresentando alta umidade e valores similares de carboidratos, cinzas e proteínas. O teor de lipídeos, no entanto, encontra-se bastante diferente, fato que os autores do artigo consideram natural, uma vez que se trata de uma matéria-prima de origem vegetal, com variações decorrentes da variedade da planta, época de colheita, processamento e condições de armazenamento. A diferença se torna ainda mais evidente quando se considera o fato de serem duas espécies diferentes.

5.1.1.2 Determinação de pH e sólidos solúveis

Os resultados das análises físico-químicas para determinação de pH e de sólidos solúveis da polpa de juçara encontram-se ilustrados na Tabela 6.

Tabela 6. Análise do pH e sólidos solúveis em polpa de juçara

Análises	Polpa de juçara[1]
pH	4,35 ± 0,01
Sólidos solúveis (ºBrix)	2,03 ± 0,06

[1] Polpa adicionada de 0,25 % de suco de limão. Dados apresentados como média ± desvio padrão.
Fonte: Própria autoria.

A análise de pH da polpa de juçara apresentou valores condizentes com o estabelecido pela legislação brasileira para polpa de açaí (*E. oleracea*), a qual determina o valor mínimo de

4,00 e máximo de 6,20 (BRASIL, 2000). Vale lembrar que, atualmente, não existe legislação vigente para estabelecimento de padrões de identidade e qualidade para polpa de frutos da palmeira juçara (*E. edulis*), sendo necessária, portanto, a utilização dos padrões estabelecidos para um fruto similar.

Apesar de condizente com a legislação, a polpa apresentou valor de pH próximo ao mínimo estabelecido. Isso porque a empresa *Alicon*, fabricante da polpa de juçara doada, adiciona suco de limão para diminuir o pH do produto, uma vez que a acidificação tem efeito significativo para a preservação e estabilidade química das antocianinas (MARKAKIS, 1982; SCHULTZ, 2008).

Além disso, o baixo valor de pH obtido corrobora com os dados apresentados por Barros et al. (2015), os quais observaram a diminuição deste parâmetro ao avaliarem os efeitos físico-químicos do processo de pasteurização sobre polpas de juçara.

Borges et al. (2011b) caracterizaram quimicamente frutos de juçara *in natura* e obtiveram valores mais elevados de pH (entre 4,47 e 5,45), os quais variaram conforme a região da Mata Atlântica catarinense em que foram coletados.

Já Silva, Barreto e Serôdio (2004) visaram comparar as características da polpa de açaí da Amazônia (*E. oleracea*) e da polpa de juçara (*E. edulis*). Os autores observaram que a polpa de juçara possui pH ligeiramente menor do que a de açaí, sendo os valores obtidos 4,7 e 4,8, respectivamente. Ribeiro, Mendes e Pereira (2011) obtiveram resultados semelhantes e também puderam verificar a maior acidez da polpa de juçara em comparação à de açaí.

Em relação aos sólidos solúveis presentes na polpa dos frutos, estes incluem compostos importantes envolvidos na aceitação do produto final, destacando-se principalmente os açúcares e os ácidos orgânicos (LIMA, 2015). A presença de ácidos orgânicos é capaz de alterar diretamente o pH da polpa, enquanto a presença de açúcares fermentáveis pode induzir a atividade metabólica de microrganismos e também ocasionar a redução do pH (OKURO, 2013).

Além disso, apesar de a legislação vigente estabelecer quantidades mínimas de sólidos solúveis para diversas polpas de frutas, não existem valores atribuídos à polpa de açaí (*E. oleracea*) ou similares, como a juçara (BRASIL, 2000).

Entretanto, a média de valores de sólidos solúveis encontrado no presente trabalho (2,03 ºBrix), embora corroborado pela literatura, mostrou-se abaixo do esperado, uma vez que o teor de carboidratos foi determinado em 4,7 % e o de sólidos totais em 5,4 % (*item 5.1.1.1*). É possível que tal incoerência seja decorrente de possíveis erros na análise de composição

centesimal, como nos caso dos carboidratos, os quais não foram mensurados por experimentação, mas calculados por diferença.

Assim, em avaliações de sólidos solúveis similares a do presente trabalho, Ribeiro, Mendes e Pereira (2011) analisaram polpa comercial de juçara e obtiveram resultados semelhantes (3,03 ºBrix), assim como Inada et al. (2015) (3,00 º Brix). Por outro lado, Costa et al. (2012) avaliaram polpa da mesma origem e encontraram resultados muito superiores (6,73 ºBrix).

Barros et al. (2015) mensuraram os sólidos solúveis de polpas de juçara *in natura* e pasteurizadas em diferentes temperaturas e observaram grande influência do processo de pasteurização na análise deste parâmetro. Enquanto a polpa *in natura* apresentou teor de 6,73 ºBrix, as amostras pasteurizadas tiveram um grande declínio de valores, mensurados em torno de 4,5 ºBrix. Tais resultados corroboram, portanto, o baixo teor de sólidos solúveis encontrado na polpa pasteurizada do presente trabalho.

Em análises de polpas comerciais açaí (*E. oleracea*), Santos et al. (2008) obtiveram valores de sólidos solúveis que variaram de 2,40 a 42,00 (°Brix). Entretanto, os autores afirmam que os altos teores encontrados correspondiam a polpas acrescidas de sacarose, embora uma amostra sem adição de conservantes ou açúcares tenha apresentado valores elevados (8,13 ºBrix).

O teor de sólidos solúveis é característico de cada fruta e depende de diversos fatores, como variedade e estádio de maturação (OKURO, 2013). Além disso, Costa et al. (2004) afirmam que a mensuração dos sólidos solúveis em frutas é primordial para a avaliação da sua qualidade, devido a influência do parâmetro nas propriedades termofísicas, químicas e biológicas do vegetal, bem como de seus produtos derivados, já que é uma análise empregada no controle dos ingredientes a serem adicionados ao produto final.

5.1.2 Cor instrumental

Os parâmetros de cor L*, a* e b*, bem como a cromaticidade (C*) e o ângulo Hue (Hº) das amostras de polpa de juçara, estão ilustrados na Tabela 7.

Tabela 7 - Parâmetros de cor L*, a*, b*, C* e Hº para amostras de polpa de juçara

Parâmetros CIE de cor	Polpa de juçara
L*	20,41 ± 2,94
a*	2,17 ± 0,88
b*	-0,26 ± 0,10
C*	2,19 ± 0,86
Hº	351,85 ± 5,61

Dados apresentados como média ± desvio padrão. Fonte: Própria autoria.

A luminosidade (L*), que varia numa escala de 0 (preto) a 100 (branco), apresentou-se relativamente baixa para as amostras analisadas, o que implica em colorações mais escuras. Esta característica é decorrente, principalmente, da alta concentração de antocianinas presentes na juçara, as quais consistem em um pigmento natural que se acumula nos frutos durante o processo de amadurecimento, com coloração tendendo ao preto (SCHULZ et al., 2015). Neste sentido, Schulz et al. (2015) encontraram valores de luminosidade semelhantes ao analisarem polpa fresca de juçara em diferentes níveis de maturação.

O parâmetro a*, que pode variar do verde (-) ao vermelho (+), apresentou-se positivo, indicando coloração em direção ao vermelho, fato que também pode ser explicado pela presença das antocianinas nos frutos. Além disso, o baixo valor mensurado pode estar relacionado com os resultados encontrados por Alexandre et al. (2004). Os autores observaram reduções no parâmetro a* e, consequentemente, na cor vermelha da amostra, após a acidificação e tratamento térmico de polpas de açaí da Amazônia – procedimentos também realizados na polpa utilizada no presente estudo.

O parâmetro b*, com variações do azul (-) ao amarelo (+), mostrou-se próximo a zero, porém com tendência à coloração azulada, uma vez que apresentou valores negativos; tais resultados também estão diretamente ligados à presença de antocianinas nos frutos. Yuyama et al. (2011) observaram valores semelhantes em suco de açaí (*Euterpe precatoria*) de diferentes regiões amazônicas, ou seja, com o parâmetro b* tendendo ao azul.

Durante o processo de amadurecimento, os frutos de juçara alteram sua coloração de vermelho para roxo e então para negro azulado (BORGES, 2013; SCHULZ et al., 2015). Os valores encontrados no presente estudo corroboram essa informação e parecem mostrar que foram utilizados frutos em avançado estágio de maturação para produção da polpa congelada, uma vez que a amostra possui tendências ao preto e azul, com baixa coloração avermelhada.

A saturação é representada pelo parâmetro Croma (C*), o qual determina a pureza da cor avaliada – caracterizada pela proporção em que está misturada com o preto, branco ou cinza (GOMES; OLIVEIRA, 2013). O valor C* encontrado para a polpa foi baixo, indicando baixa intensidade das cores determinadas pelas coordenadas a* e b* e, portanto, uma coloração bastante escura. Silva et al. (2013) obtiveram resultados de saturação muito similares ao também caracterizarem polpa de juçara.

Outro conceito também avaliado foi o ângulo Hue (Hº), um valor expresso em graus capaz de definir a tonalidade da cor. Os valores iniciam em 0º ou 360º (+a*), que indicam tonalidade vermelho-púrpura, enquanto 90º (+b*) corresponde ao tom amarelo, 180º (–a*) ao verde-azulado e 270º (–b*) ao azul (MCGUIRE, 1992). O valor Hº para a polpa analisada mostrou-se elevado e muito próximo à 360º, o que indica coloração bem próxima às tonalidades vermelha e púrpura, um resultado condizente com os parâmetros anteriores e igualmente relacionado à presença das antocianinas.

5.1.3 Determinação dos conteúdos de compostos fenólicos e antocianinas

Uma vez que a juçara consiste em um fruto rico em polifenóis, especialmente antocianinas, foi realizada a determinação destes compostos a partir da polpa do fruto, a fim de caracterizar a matéria prima utilizada neste estudo. Os teores de compostos fenólicos totais e antocianinas da polpa de juçara são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Teor de fenólicos e antocianinas totais presentes na polpa de juçara

Componentes	Polpa de juçara
Compostos Fenólicos[1]	366,9 ± 2,06
Antocianinas[2]	223,6 ± 5,69

[1] Resultado expresso em mg equivalente de ácido gálico/100 g de polpa de juçara; [2]Resultado expresso em mg equivalente de cianidina-3-glicosídeo/100 g de polpa de juçara. Dados apresentados como média ± desvio padrão.

Os valores obtidos para compostos fenólicos totais e antocianinas da polpa utilizada foram elevados e condizentes com a literatura. É possível observar, ainda, que as antocianinas constituem uma boa parte dos compostos fenólicos presente na polpa de juçara.

Ao avaliar o conteúdo de polifenóis em polpa de juçara acidificada e pasteurizada, Schultz (2008) encontrou resultados condizentes com o presente estudo, os quais oscilaram entre 300 e pouco mais de 350 mg/ 100 g de amostra.

Já Rufino et al. (2010) obtiveram valores totais acima de 750 mg/ 100 g de polpa de juçara *in natura* com baixa concentração de água. No entanto, a polpa utilizada no presente trabalho possui elevada quantidade de água dissolvida e sofreu processos de pasteurização e estocagem, o que ainda torna apreciável sua quantidade de compostos fenólicos totais.

Visto que a pasteurização em condições ácidas, à qual a polpa de juçara foi submetida, é capaz de inativar enzimas responsáveis pela oxidação das antocianinas, o processo pode ser considerado eficaz na preservação destes compostos durante a estocagem. Dessa forma, mesmo que a pasteurização possa provocar alguma queda no conteúdo de polifenóis totais e antocianinas, as amostras pasteurizadas tornam-se mais estáveis e a degradação pós-processamento é minimizada em relação às amostras *in natura*, as quais continuam perdendo seus compostos (SCHULTZ, 2008).

Assim, Borges et al. (2011a) avaliaram a extração de antocianinas em polpa de juçara pasteurizada utilizando diferentes solventes. Nos experimentos com metanol acidificado, os autores obtiveram valores entre 205,90 e 254,57 mg/ 100 g de amostra, corroborando os resultados obtidos no presente estudo.

Além disso, Brito et al. (2007) mensuraram o conteúdo de antocianinas em diferentes frutos tropicais e notaram que o fruto com maior quantidade do composto foi a juçara *in natura*, com 290 mg/ 100 g de amostra.

Wu et al. (2006) investigaram o teor de antocianinas em diferentes frutas, vegetais, castanhas e bebidas de consumo comum nos Estados Unidos. Dentre os 20 alimentos analisados, os que apresentaram teores acima dos obtidos para a polpa de juçara em questão foram apenas amora preta, mirtilo, framboesa e repolho roxo, o que evidencia ainda mais o alto teor de antocianinas deste fruto.

Devido ao elevado teor de antocianinas, o consumo de frutos de juçara tem sido admitido como uma prática benéfica à saúde humana, uma vez que tais compostos bioativos lhe conferem elevada atividade antioxidante (BICUDO, 2014). Além dos benefícios à saúde, a utilização destes frutos como fonte natural de corantes também apresenta crescente interesse pela indústria de alimentos, uma vez que as antocianinas presentes constituem pigmentos hidrossolúveis de coloração intensa (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; PAZMIÑO-DURÁN et al., 2001).

5.2 Culturas probióticas e prebiótico

5.2.1 Atividade antimicrobiana *in vitro*

O ensaio *in vitro* realizado com os probióticos *L. acidophilus* e *L. paracasei* revelou que a polpa de juçara utilizada não possui atividade de inibição contra estes microrganismos, tornando possível a utilização destes componentes em conjunto para a produção de novos alimentos funcionais. A Figura 9 ilustra os resultados observados, nos quais foi possível notar ainda que, como esperado, o controle negativo (água destilada) não apresentou atividade antimicrobiana e o controle positivo (Tetraciclina) foi capaz de inibir o crescimento dos microrganismos. Assim, é possível observar que apenas o controle positivo apresentou zona de inibição contra os microrganismos testados, pelo método de difusão em ágar.

Figura 9 - Ensaio *in vitro* da atividade antimicrobiana de polpa de juçara testada em *L. acidophilus* e *L. paracasei*.

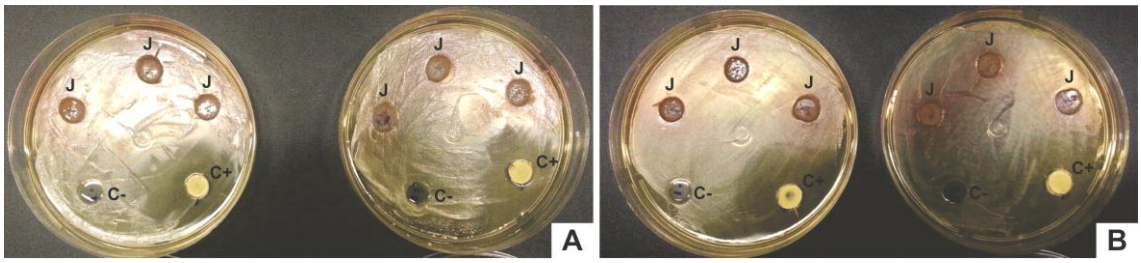


Fig. A: *L. acidophilus*. **Fig. B:** *L. paracasei*. **J:** Polpa de juçara; **C-:** controle negativo (água destilada); **C+:** controle positivo (Tetraciclina). Fonte: Própria autoria.

Segundo Rodríguez et al. (2009), as bactérias ácido-lácticas constituem grande parte da microbiota autóctone dos produtos vegetais crus e, por isso, adaptaram-se ao crescimento em substratos ricos em compostos fenólicos – característicos por sua atividade antimicrobiana. Os polifenóis apresentam diferentes mecanismos de inibição microbiana, dentre os quais é possível citar: interações na membrana celular, inibição de enzimas, sequestro de metais, geração de espécies reativas de oxigênio e inibição dos fatores de virulência (KEMPERMAN et al., 2010).

Tal atividade antimicrobiana é frequentemente avaliada e comprovada por diversos estudos, os quais sugerem, em grande parte, que os polifenóis são capazes de estimular seletivamente o crescimento da microbiota benéfica, enquanto inibem linhagens patogênicas (DUDA-CHODAK et al., 2015).

Assim, Lacombe et al. (2012) observaram que a alta concentração de polifenóis presente em blueberry (*Vaccinium angustifolium*) foram capazes de inibir os patógenos

intestinais *Escherichia coli* O157:H7 (enterohemorrágica), *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* sp. Por outro lado, a espécie probiótica *L. rhamnosus* não foi afetada pelo tratamento com extrato do fruto – indicando efeito antimicrobiano seletivo e benéfico à saúde humana.

Em estudos com mel de gergelim, Das et al. (2015) observaram que o alimento, rico em compostos fenólicos, foi capaz de promover o crescimento das bactérias probióticas *L. acidophilus* e *B. bifidum* e inibir bactérias causadoras de infecções gástricas, como *E. coli* e Salmonella spp.

Côte et al. (2011) estudaram os efeitos antimicrobianos do cranberry, utilizando o suco e extratos do fruto, contra sete cepas de bactérias patogênicas: *Enterococcus faecium* resistente a vancomicina, *E. coli*, *E. coli* enterohemorrágica, *L. monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* sp. e *Staphylococcus aureus*. Os resultados indicaram que todas as linhagens, tanto Gram positivas quanto Gram negativas, foram inibidas pelos compostos fenólicos presentes no cranberry. Dessa forma, fica clara a eficiência dos compostos fenólicos na prevenção de diversas doenças.

Por outro lado, Cueva et al. (2010) notaram que ácidos fenólicos presentes nas fezes humanas foram capazes de inibir não só o crescimento de importantes patógenos, mas também de diversas espécies de Lactobacillus. García-Ruiz et al. (2008) explicam que, apesar da capacidade dos polifenóis em estimular o crescimento de Lactobacillus spp., uma alta concentração destes compostos pode gerar um efeito negativo para as bactérias. Por isso, é sempre relevante avaliar a viabilidade da adição de determinados microrganismos probióticos em alimentos ricos em polifenóis.

Garbin (2011) analisou, dentre outros aspectos, a atividade antimicrobiana de extratos dos frutos de juçara e não observou qualquer efeito inibitório contra *E. coli*, *S. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Candida albicans* – o que corrobora, de certa forma, os resultados encontrados no presente trabalho. Já Felzenszwalb et al. (2013) obteve resultados positivos para testes mutagênicos em *Salmonella typhimurium*, após expor o microrganismo à polpa de juçara.

Existem diversos exemplos de alimentos na literatura que buscam combinar a funcionalidade dos probióticos com a dos compostos fenólicos presentes em sua matéria-prima. Assim, SANTO et al. (2010) produziram iogurtes com adição de polpa de açaí e probióticos, enquanto VASCONCELOS et al. (2014) desenvolveram mix probióticos e simbiótico de açaí. Neste sentido, o presente trabalho também visou esta combinação e obteve resultados bastante promissores em diversos parâmetros, em especial na viabilidade

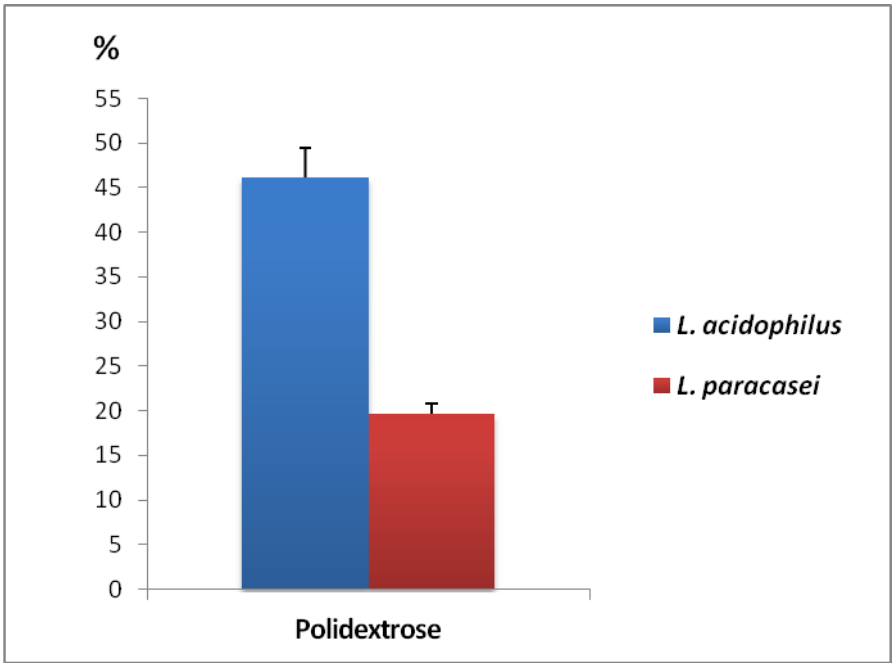
dos probióticos durante o armazenamento e na análise sensorial dos produtos, como será observado posteriormente.

5.2.2 Avaliação *in vitro* de sinergismo do produto simbiótico

Este ensaio visou estimar o sinergismo entre os probióticos *L. acidophilus* e *L. paracasei* e o prebiótico polidextrose através de análises de multiplicação celular *in vitro*. Desta forma, foi possível avaliar sua utilização em conjunto para aplicação em alimentos simbióticos – como o sorbet funcional desenvolvido neste estudo – e demais produtos benéficos à saúde.

A glicose foi utilizada como controle positivo e o crescimento celular dos microrganismos para este substrato foi estimado em 100%, como base de comparação. Os resultados podem ser visualizados na Figura 10.

Figura 10 - Utilização do prebiótico polidextrose pelos probióticos *L. acidophilus* e *L. paracasei*. Resultados expressos em porcentagem de crescimento celular utilizando polidextrose como fonte de carbono em relação à utilização de glicose (100%).



Fonte: Própria autoria.

Como é possível notar, ambos os probióticos foram capazes de utilizar a polidextrose como fonte de carbono, viabilizando a utilização destes componentes em conjunto.

Entretanto, *L. acidophilus* obteve maior crescimento celular (46,12%) em comparação a *L. paracasei* (19,58%), o que indica maior eficiência da espécie na fermentação deste substrato e, consequentemente, maior potencial de sucesso no emprego combinado destes elementos. Neste sentido, Saad (2006) afirma que a ingestão concomitante de probióticos e prebióticos selecionados apropriadamente pode aumentar os efeitos benéficos de cada um deles no organismo humano.

Além disso, o efeito sinérgico evidenciado neste experimento pode ser capaz de potencializar a sobrevivência destes microrganismos e gerar vantagem competitiva, uma vez que sua ingestão combinada com prebióticos tem o objetivo de fornecer carbono e energia, bem como promover o crescimento do probiótico ingerido e de outros microrganismos benéficos presentes na microbiota intestinal (STEED et al, 2010).

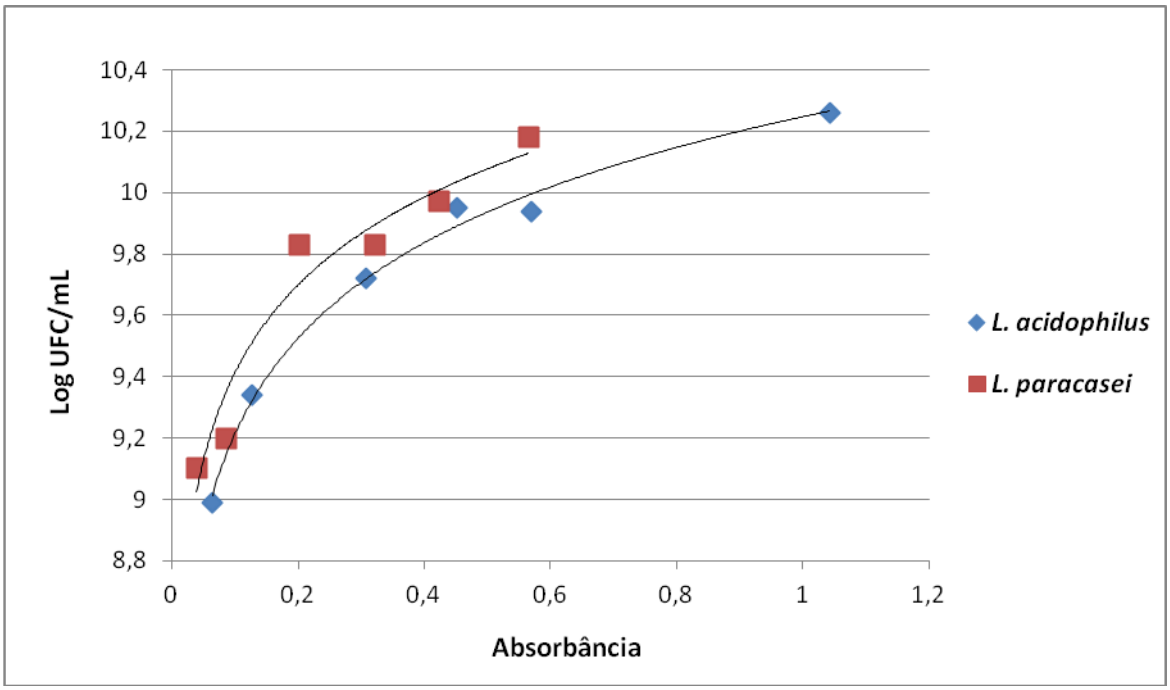
A polidextrose atravessa o intestino delgado sem ser digerida e então permanece disponível para que as bactérias endógenas do intestino grosso, como os *Lactobacillus* sp., possam fermentá-la. Uma vez que a estrutura desta molécula é complexa, com difícil e lenta degradação, são necessários diversos microrganismos intestinais atuando em conjunto para degradá-la parcialmente (RÖYTIÖ; OUWEHAND, 2014). Dessa forma, a ação concomitante dos probióticos testados com outros microrganismos intestinais benéficos faz com que a polidextrose possa ser constantemente utilizada de maneira eficiente na alimentação.

Em um estudo similar, Mäkeläinen et al. (2010) analisaram as taxas de fermentação decorrentes da combinação de diferentes probióticos e prebióticos em ensaios *in vitro*, a fim de identificar simbióticos promissores. Os autores observaram que a polidextrose não foi fermentada com sucesso por todos os microrganismos, mas que era capaz de ser utilizada como substrato por *L. acidophilus* e *B. lactis*. Já Bielecka et al. (2002) avaliaram a utilização de oligossacarídeos por diferentes cepas de Bifidobacteria, através de testes *in vitro* e *in vivo*, e encontraram resultados promissores. Além disso, foi observado através da análise das fezes de ratos, utilizados como modelos experimentais, que o consumo de simbióticos foi capaz de estimular seletivamente o crescimento das bifidobactérias.

5.2.3 Curva de concentração bacteriana

As curvas para estimativa de concentração bacteriana das culturas probióticas *L. acidophilus* e *L. paracasei* procuram correlacionar a absorbância das amostras a 600 nm e a contagem bacteriana por plaqueamento (Figura 11).

Figura 11 - Curva de concentração bacteriana para *L. acidophilus* e *L. paracasei*



Fonte: Própria autoria.

Tais resultados permitiram a quantificação rápida e aproximada das culturas de probióticos e a determinação dos volumes adicionados nas formulações do sorbet. Para obtenção dos pontos da curva, as alíquotas originais foram concentradas em diferentes proporções, como mostra a Tabela 9.

Tabela 9 - Diluições realizadas para obtenção dos pontos das curvas de concentração bacteriana

Pontos da curva	Concentração microbiana
A	equivalente a alíquota original
B	concentrado 2,5x
C	concentrado 5x
D	concentrado 7,5x
E	concentrado 10x
F	concentrado 20x

Fonte: Própria autoria.

Além disso, para que a leitura da densidade óptica satisfizesse o intervalo de valores entre 0,1 e 1, foi necessária a diluição das alíquotas correspondentes aos pontos da curva, sendo a diluição de 100x a mais compatível com os valores requeridos (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10 - Absorbância a 600nm dos pontos da curva de concentração de *L. acidophilus*

Pontos da curva	**Absorbância (diluído 10x)**	**Absorbância (diluído 100x)**	**Absorbância (diluído 1000x)**
A	0,570	0,064	0,011
B	0,985	0,126	0,019
C	1,708	0,307	0,032
D	2,681	1,043	0,152
E	2,266	0,570	0,064
F	2,028	0,451	0,049

Fonte: Própria autoria.

Tabela 11 - Absorbância a 600nm dos pontos da curva de concentração de *L. paracasei*

Pontos da curva	**Absorbância (diluído 10x)**	**Absorbância (diluído 100x)**	**Absorbância (diluído 1000x)**
A	0,390	0,039	0,010
B	0,741	0,086	0,007
C	1,427	0,202	0,021
D	1,729	0,322	0,030
E	2,131	0,424	0,045
F	2,323	0,565	0,075

Fonte: Própria autoria.

A partir destes dados, foram obtidas as equações utilizadas para o cálculo da estimativa da concentração bacteriana, de maneira a ajustar o volume do inóculo em quantidade suficiente para adição nos sorbets. Além disso, o ajuste das equações pode ser considerado satisfatório, uma vez que os valores dos coeficientes de determinação de ambas as equações encontram-se próximos de 1 (Tabela 12).

Tabela 12 - Equações para estimativa da concentração de *L. acidophilus* e *L. paracasei* e seus respectivos coeficientes de determinação

Bactéria	Equação	Coeficiente de Determinação (R^2)
L. acidophilus	y = 0,4485ln(x) + 10,247	0,9928
L. paracasei	y = 0,4124ln(x) + 10,363	0,9438

Fonte: Própria autoria.

5.3 Análises dos sorbets de juçara

5.3.1 Caracterização físico-química

5.3.1.1 Composição centesimal

A composição centesimal obtida para as diferentes formulações de sorbet de juçara encontra-se na Tabela 13.

Tabela 13 - Composição centesimal e valor calórico das amostras de sorbet de juçara

Análises	S1	S2	S3	S4	S5
Umidade (g/100 g)	73,99 ± 1,11^{a}	74,42 ± 0,84^{a}	68,35 ± 1,23^{b}	74,35 ± 0,91^{a}	68,65 ± 1,38^{b}
Cinzas (g/100 g)	0,05 ± 0,02^{a}	0,08 ± 0,02^{a}	0,06 ± 0,03^{a}	0,06 ± 0,04^{a}	0,08 ± 0,02^{a}
Proteínas (g/100 g)	0,47 ± 0,03^{a}	0,56 ± 0,18^{a}	0,65 ± 0,20^{a}	0,48 ± 0,02^{a}	0,66 ± 0,21^{a}
Lipídeos (g/100 g)	0,53 ± 0,11^{a}	0,57 ± 0,06^{a}	0,55 ± 0,16^{a}	0,65 ± 0,02^{a}	0,46 ± 0,06^{a}
Carboidratos (g/100 g)	24,97 ± 1,09^{b}	24,37 ± 0,77^{b}	30,40 ± 1,05^{a}	24,46 ± 0,95^{b}	30,16 ± 1,14^{a}
Fibra Bruta (g/100 g)	0,34 ± 0,02^{c}	0,36 ± 0,03^{bc}	0,42 ± 0,05^{b}	0,37 ± 0,03^{bc}	0,50 ± 0,03^{a}
Valor Calórico (kcal/100 g)	106,48 ± 4,74^{a}	104,83 ± 3,50^{a}	106,41 ± 4,85^{a}	105,60 ± 3,72^{a}	104,68 ± 5,68^{a}

^{a,b,c} Letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

A umidade das amostras de sorbet de juçara variou de 74,42 % a 68,35 %, com valores estatisticamente menores para as amostras simbióticas (S3 e S5) – o que é coerente com o esperado, uma vez que a adição de polidextrose nos sorbets aumentou a quantidade de sólidos

totais destes produtos. Além disso, o nível de sólidos, constituídos por todos os componentes do produto exceto a água, deve estar na faixa de 30 % a 38 % para sorvetes com baixo teor de gorduras (0 % a 8 %) (THARP'S, 2010). Neste caso, apenas os sorbets simbióticos encontram-se dentro desta especificação, com valor médio de 31,65 % para S3 e 31,35 % para S5, sendo os valores das outras formulações abaixo dos 30%. Segundo Tharp's (2010), os teores de sólidos totais são capazes de afetar diretamente o tamanho dos cristais de gelo em gelados comestíveis, de modo que em níveis abaixo do recomendado os cristais tornam-se maiores devido à maior quantidade de água presente, o que pode afetar a aceitabilidade do produto, parâmetro que será discutido posteriormente.

Ao estudarem a adição de diferentes concentrações de polpa de físalis (*Physalis peruviana*) em sorvetes, Erkaya, Dağdemir e Şengül (2002) obtiveram valores semelhantes de umidade e sólidos solúveis em relação ao presente trabalho. O sorvete sem adição de físalis apresentou o maior teor de umidade (70,69 %), enquanto a adição do fruto diminuiu progressivamente tal parâmetro nas amostras, chegando a 64,8 % nos sorvetes com maior concentração do fruto.

Já a quantidade de matéria mineral (cinzas) apresentou-se baixa nos sorbets analisados, o que pode ter relação com o fato de ser um sorvete à base de água e, portanto, sem a adição de leite – o qual constitui um alimento rico em diversos minerais, como o cálcio. Além disso, a adição de probióticos e prebióticos nos produtos não alterou os teores de minerais das amostras, não havendo diferenças significativas entre as formulações.

Da mesma forma, o teor de proteínas das amostras apresentou-se relativamente baixa e sem alterações entre as formulações, o que também pode estar relacionado à ausência de leite nos produtos, o qual é amplamente conhecido como uma rica fonte de proteína animal.

A quantidade de lipídeos presente nas amostras também é bastante baixa, com valores entre 0,46 % e 0,65 %. Segundo a ANVISA, produtos sólidos e prontos para o consumo que contenham até 3 g de gorduras totais/ 100 g de produto são considerados alimentos com baixo teor de gordura, enquanto quantidades máximas de 0,5 g/ 100 g de produto caracterizam alimentos que não contém gorduras (BRASIL, 1998). Portanto, todos os sorbets elaborados no presente trabalhos podem ser considerados como produtos com baixo teor de gorduras, sendo que a formulação S5 (0,46 %) ainda se enquadra na definição de um produto sem gorduras. Tal característica dos sorbets também tem relação com a ausência de leite nestes produtos, que é a principal fonte de gorduras dos sorvetes lácteos tradicionais. Assim, não houve diferenças significativas quanto ao teor de lipídeos entre as formulações, uma vez que não se variou a fonte de gordura, constituída pela polpa de juçara. Além disso, a polidextrose

adicionada nas formulações simbióticas é capaz de atuar no metabolismo lipídico, diminuindo níveis de colesterol e triglicerídeos de seus consumidores (PUTAALA, 2013).

Por outro lado, os teores de carboidratos obtidos na análise dos sorbets foram bastante elevados, o que condiz com a alta quantidade deste composto observada na polpa de juçara utilizada como matéria prima, além da alta concentração de açúcar adicionado. Outro aspecto importante diz respeito ao fato de os carboidratos terem sido calculados por metodologia de diferença e não por determinação instrumental, o que pode implicar em amplos erros de análise.

Além disso, a porcentagem de fibras apresentada também está inclusa na quantidade total de carboidratos e é representada pelas fibras insolúveis (bruta) provenientes da polpa de juçara. No entanto, a adição da polidextrose, a qual consiste em uma fibra solúvel, parece ter influenciado diretamente na quantificação de fibras e carboidratos, já que tais valores foram estatisticamente superiores nas amostras simbióticas.

Em relação ao conteúdo calórico dos sorbets de juçara, estes não apresentaram diferenças estatísticas entre as formulações, pois a polidextrose adicionada constitui um ingrediente de baixíssimo valor calórico (1 kcal/ g) e a adição de probióticos não é capaz de alterar este parâmetro. Os produtos também apresentaram baixo valor calórico por ser um produto a base de água e sem adição de leite, o que pode ser capaz de aumentar seu valor agregado e exaltar suas propriedades funcionais.

Costa (2014) desenvolveu diferentes formulações de sorvetes simbióticos de açaí e, por ser tratar de um produto a base de leite, foram obtidos teores mais elevados de proteínas, lipídeos e minerais em relação ao presente estudo, enquanto o conteúdo de carboidratos apresentou-se bastante similar.

Ao analisar a composição centesimal de sorvetes regulares e probióticos a base de leite de cabra, Silva et al. (2015) também obtiveram maiores teores de cinzas (0,7 %), lipídeos (2,0 %) e proteínas (3,1 % e 3,4 %). Tais resultados também possuem relação com o conteúdo lácteo dos produtos, embora o leite seja de uma origem animal não habitual. Já o conteúdo de carboidratos foi inferior ao do presente estudo, o que pode ser explicado por uma menor quantidade de açúcar adicionado ao produto.

5.3.1.2 Sólidos solúveis

Os resultados da análise de sólidos solúveis nas diferentes formulações de sorbet de juçara encontram-se na Tabela 14. Como pode ser observado, o teor de sólidos solúveis foi relativamente próximo para todos os tratamentos, com valores variando de 23,57 a 29,32 ºBrix. Entretanto, as amostras adicionadas de polidextrose (S3 e S5) apresentaram quantidades estatisticamente superiores, fato este que já era previsto, uma vez que tal composto constitui uma fibra solúvel formada por polímeros de glicose.

Além disso, o grande aumento na concentração de sólidos solúveis dos sorbets em comparação à polpa de juçara utilizada é nitidamente decorrente da adição de outros ingredientes ao produto, especialmente sacarose.

Tabela 14 - Valores de sólidos solúveis das amostras de sorbet de juçara

Análise	S1	S2	S3	S4	S5
Sólidos solúveis (ºBrix)	$23{,}57 \pm 0{,}92^{b}$	$23{,}60 \pm 0{,}67^{b}$	$29{,}32 \pm 1{,}49^{a}$	$23{,}92 \pm 0{,}95^{b}$	$28{,}48 \pm 0{,}35^{a}$

[a,b] Letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

Altas quantidades de sólidos solúveis tornam-se capazes de influenciar a viabilidade dos probióticos, uma vez que a presença de açúcares fermentáveis pode induzir a atividade metabólica dos microrganismos adicionados, alterando o pH dos produtos e, consequentemente, a viabilidade microbiana. Todavia, os valores de sólidos solúveis obtidos para os sorbets de juçara não foram demasiadamente elevados, além de as amostras desenvolvidas consistirem em produtos congelados – um fator decisivo na inibição da atividade metabólica dos probióticos. Portanto, o teor de sólidos solúveis presente nos sorbets analisados não são capazes de refletir na alteração de pH das amostras (*item 5.3.3.1*) ou na viabilidade dos probióticos adicionados (*item 5.3.3.4*).

Em comparação ao presente trabalho, Costa et al. (2012) obtiveram valores mais baixos de sólidos solúveis ao estudarem iogurtes com diferentes concentrações de polpa de juçara, os quais variaram de 13,44 a 14,11 ºBrix.

Silva et al. (2015) observaram que a adição de probióticos *B. animalis* em sorvete a base de leite de cabra não alterou os valores de sólidos solúveis dos produtos, corroborando os

resultados obtidos nos sorbets de juçara. Além disso, os valores obtidos pelos autores foram superiores aos do presente estudo, com 36,2 ºBrix para ambas as formulações.

5.3.1.3 *Overrun* e densidade aparente

Os resultados referentes aos parâmetros *overrun* e densidade aparente, relativos à incorporação de ar nos sorbets, encontram-se na Tabela 15.

Tabela 15 - Valores de *overrun* e densidade aparente das amostras de sorbet de juçara

Análises	S1	S2	S3	S4	S5
***Overrun* (%)**	$39,48 \pm 5,46^{ba}$	$36,24 \pm 1,14^{ba}$	$42,14 \pm 0,18^{a}$	$30,52 \pm 4,69^{b}$	$41,28 \pm 3,95^{a}$
Densidade aparente (g/L)	$782,97 \pm 40,12^{a}$	$788,93 \pm 20,37^{a}$	$787,73 \pm 50,36^{a}$	$831,02 \pm 31,79^{a}$	$791,64 \pm 52,32^{a}$

[a,b] Letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

Cruz et al. (2009) definem a medida de *overrun* como a porcentagem de aumento no volume do sorvete em relação à mistura (calda) utilizada para produzi-lo, e está relacionada com a quantidade de ar incorporado durante do processo de fabricação. Esta característica é capaz de proporcionar aos gelados comestíveis uma textura mais leve, bem como influenciar as suas propriedades físicas e sua estabilidade durante o armazenamento (SOFJAN; HARTEL, 2004).

Os valores de *overrun* obtidos para os sorbets de juçara variaram de 30,52% para S4 (probiótico) a 42,14% para S3 (simbiótico). Apesar de o valor mais baixo deste parâmetro se tratar de um sorbet com probiótico, esta adição parece não ter sido o principal fator de influência para a menor incorporação de ar, uma vez que o sorbet probiótico S2 apresentou valores maiores, com média estatisticamente equivalente ao controle.

Diversos fatores são capazes de afetar a estrutura de incorporação de ar em gelados comestíveis, como as condições de processamento, seus teores de gordura e açúcar, os emulsificantes e estabilizantes utilizados e os demais ingredientes adicionados, bem como o tipo de produto que se deseja obter (ALAMPRESE et al., 2002; SANTOS, 2012).

Além disso, a incorporação de bactérias probióticas em gelados comestíveis requer bastante cautela, uma vez que tais microrganismos são, em geral, anaeróbios ou

microaerófilos e, portanto, dependentes de metabolismo fermentativo. Dessa forma, a exposição destas bactérias ao oxigênio durante a fabricação e o armazenamento dos gelados pode levar ao acúmulo de metabólitos tóxicos e à consequente morte das células (CRUZ et al., 2009). Todavia, o presente trabalho não registrou reduções significativas na viabilidade dos probióticos adicionados (*item 5.3.3.4*), corroborando o êxito na utilização do sorbet de juçara como veículo para ingestão de probióticos. Da mesma maneira, Silva et al. (2015) também não observaram alterações ao comparar o *overrun* de sorvetes tradicionais e probióticos.

Por outro lado, os sorbets simbióticos de juçara (S3 e S5) tiveram resultados de incorporação de ar estatisticamente mais elevados. Este fato tem relação com as diferentes propriedades da polidextrose, a qual é consiste em uma fibra altamente solúvel em água, capaz de mimetizar as propriedades de corpo e espessamento da gordura e atuar como estabilizante em sobremesas congeladas (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2008).

Em um estudo recente, Dertli et al. (2016) desenvolveram sorvetes fermentados pelo microrganismo *Streptococcus thermophilus*, o qual é capaz de produzir *in situ* exopolissacarídeos que atuam como emulsificantes. Por isso, os autores obtiveram valores menores de *overrun*, os quais variaram de 22,54 % a 33,33 %. Já em um estudo de desenvolvimento de sorvetes lácteos probióticos, Turgut e Cakmakci (2009) observaram valores mais próximos aos encontrados no presente trabalho, entre 30,38 % e 44,55 % de *overrun*.

Akalin, Karagözlü e Ünal (2008) também avaliaram o *overrun* de sorvetes com teores reduzidos de gordura, aos quais foram adicionados os substitutos inulina e isolado proteico de soro. Os resultados encontrados variaram de 20,7 % a 39,2 %, sendo o maior *overrun* obtido pelo sorvete contendo inulina.

A legislação brasileira trata da incorporação de ar em gelados comestíveis através da medida de densidade aparente, no qual se permite um peso mínimo de 475 g por litro de gelado (BRASIL, 2005). Como é possível observar na Tabela 15, todos os valores de densidade aparente para sorbet de juçara encontram-se acima de 782 g/L, o que indica que as formulações estão dentro do estabelecido pela legislação vigente.

Apesar de o *overrun* apresentar diferenças significativas de incorporação de ar entre as formulações, a medida de densidade aparente apresenta-se estatisticamente similar em todos os tratamentos. Entretanto, é possível observar semelhanças coerentes entre os dois critérios, uma vez que, de maneira geral, os valores de tais parâmetros apresentam-se inversamente proporcionais.

5.3.3 Avaliação da estabilidade dos sorbets durante armazenamento

5.3.3.1 Estabilidade do pH

O pH das diferentes formulações de sorbet de juçara foi avaliado durante os 120 dias de estocagem e os valores estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Análise de pH das diferentes formulações de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C

Armazenamento (dias)	Formulações				
	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
0	$4{,}49 \pm 0{,}06^{Aa}$	$4{,}67 \pm 0{,}27^{Aa}$	$4{,}62 \pm 0{,}12^{Aa}$	$4{,}62 \pm 0{,}11^{Aa}$	$4{,}61 \pm 0{,}07^{Aa}$
7	$4{,}54 \pm 0{,}08^{Aa}$	$4{,}69 \pm 0{,}22^{Aa}$	$4{,}69 \pm 0{,}18^{Aa}$	$4{,}61 \pm 0{,}13^{Aa}$	$4{,}66 \pm 0{,}08^{Aa}$
15	$4{,}47 \pm 0{,}04^{Aa}$	$4{,}70 \pm 0{,}16^{Aa}$	$4{,}69 \pm 0{,}13^{Aa}$	$4{,}57 \pm 0{,}08^{Aa}$	$4{,}61 \pm 0{,}03^{Aa}$
30	$4{,}43 \pm 0{,}04^{Aa}$	$4{,}69 \pm 0{,}22^{Aa}$	$4{,}62 \pm 0{,}11^{Aa}$	$4{,}60 \pm 0{,}06^{Aa}$	$4{,}60 \pm 0{,}04^{Aa}$
60	$4{,}56 \pm 0{,}05^{Aa}$	$4{,}78 \pm 0{,}15^{Aa}$	$4{,}72 \pm 0{,}11^{Aa}$	$4{,}66 \pm 0{,}02^{Aa}$	$4{,}67 \pm 0{,}04^{Aa}$
90	$4{,}56 \pm 0{,}04^{Aa}$	$4{,}76 \pm 0{,}15^{Aa}$	$4{,}70 \pm 0{,}04^{Aa}$	$4{,}65 \pm 0{,}07^{Aa}$	$4{,}68 \pm 0{,}02^{Aa}$
120	$4{,}55 \pm 0{,}01^{Aa}$	$4{,}78 \pm 0{,}19^{Aa}$	$4{,}70 \pm 0{,}14^{Aa}$	$4{,}64 \pm 0{,}04^{Aa}$	$4{,}67 \pm 0{,}08^{Aa}$

[A,B] Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ao longo do tempo, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). [a] Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

Não foi observada qualquer diferença significativa ($p \geq 0{,}05$) para os valores de pH quando avaliados em relação aos fatores tempo de estocagem e formulações do sorbet.

No entanto, é possível observar que as formulações com adição de probióticos (S2, S3, S4 e S5) foram levemente mais básicas do que o sorbet controle (S1). Uma explicação plausível para este fato seria o uso de citrato de sódio para a ressuspensão prévia dos probióticos adicionados aos sorbets. Este elemento altamente básico, embora utilizado em pequena quantidade, é capaz de controlar a acidez de diversas substâncias e pode ter alterado de maneira sutil o pH dos produtos, tornando-os mais básicos.

Além disso, o fato de não haver variações de pH ao longo do período de análise dos sorbets é decorrente, em grande parte, da baixa temperatura de armazenamento destes produtos (-18 ºC). O congelamento impede o crescimento e o metabolismo dos microrganismos probióticos adicionados, os quais poderiam, em situações de maior temperatura, fermentar os açúcares presentes e produzir metabólitos como os ácidos lático e

acético (SOUKOULIS; FISK; BOHN, 2014), capazes de diminuir o pH do meio. O armazenamento sob baixa temperatura pode, ainda, minimizar o crescimento de microrganismos contaminantes e as reações bioquímicas associadas ao seu metabolismo (LIU et al., 2006), também capazes de alterar o pH dos alimentos.

Ao comparar-se o pH dos sorbets ao da polpa de juçara (*item 5.1.2*), é possível observar que os sorbets possuem maior basicidade, devido à adição de outros ingredientes para sua produção. Contudo, o pH dos gelados desenvolvidos é muito mais baixo do que o de gelados tradicionais, uma vez que eles não são adicionados de leite e possuem alta quantidade de polpa de fruta, fatores que auxiliam na manutenção da sua acidez (CRUZ et al., 2009).

Assim, Abghari, Sheikh-Zeinoddin e Soleimanian-Zad (2011) produziram sorvetes não fermentados com e sem adição dos probióticos *L. acidophilus* e *L. rhamnosus* e obtiveram valores de pH entre 6,1 a 6,5. Foi possível notar que o pH não sofreu alterações significativas ao longo da estocagem dos produtos, o que corrobora os dados obtidos no presente trabalho.

Já Fávaro-Trindade et al. (2006) desenvolveram sorvetes probióticos adicionados de polpa de acerola e, apesar da utilização do leite como matéria prima, obtiveram produtos com pH 4,5 e 5,0. Os autores observaram que os sorvetes com maior acidez (pH 4,5) apresentaram maior viabilidade dos probióticos adicionados e maior aceitação na análise sensorial. Também não foram notadas alterações de pH ao longo das 15 semanas de armazenamento e análise dos produtos.

5.3.3.2 Evolução dos parâmetros de coloração instrumental

A avaliação da cor instrumental ao longo da estocagem dos sorbets de juçara, durante 120 dias a -18 ºC, gerou os parâmetros L* (Tabela 17), a* (Tabela 18), b* (Tabela 19), C* (Tabela 20) e Hº (Tabela 21). Foi também caracterizada a diferença total de cor (ΔE*) das amostras após 120 dias de estocagem (Tabela 22).

O parâmetro de luminosidade L* (Tabela 17) exibiu todos os valores abaixo de 50 para as formulações de sorbet ao longo do período de análise, o que indica uma amostra escura (HUNTERLAB, 2012). Apesar da baixa luminosidade, o parâmetro é maior para os sorbets do que para a polpa de juçara (*item 5.1.3*), fato explicado pelo processo de incorporação de ar (*overrun*) aos sorbets e a adição de ingredientes de coloração clara, como o açúcar, o emulsificante e, em algumas formulações, a polidextrose.

Além disso, L* apresentou variações durante o período de estocagem das amostras, com tendência à perda de luminosidade ao longo do tempo, de modo a tornar a amostra ainda mais escura.

Tabela 17 - Parâmetro de cor L* (luminosidade) para as diferentes amostras de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C

Armazena-mento (dias)	Formulações				
	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
0	$37,67 \pm 3,86^{Aab}$	$37,10 \pm 0,72^{Aab}$	$36,89 \pm 5,97^{ABab}$	$35,80 \pm 6,38^{Ab}$	$42,41 \pm 2,81^{Aa}$
7	$35,41 \pm 2,06^{ABab}$	$34,82 \pm 4,78^{Aab}$	$32,81 \pm 1,93^{BCb}$	$37,23 \pm 1,03^{Aa}$	$39,01 \pm 0,84^{Ba}$
15	$30,56 \pm 2,73^{Ca}$	$33,85 \pm 6,56^{ABa}$	$30,79 \pm 3,42^{Ca}$	$32,36 \pm 2,62^{ABa}$	$32,96 \pm 1,80^{Ca}$
30	$32,48 \pm 1,23^{BCb}$	$36,65 \pm 3,07^{Aab}$	$40,51 \pm 3,35^{Aa}$	$36,23 \pm 5,52^{Aab}$	$32,69 \pm 3,39^{Cb}$
60	$32,44 \pm 2,11^{BCb}$	$32,14 \pm 3,57^{ABCb}$	$36,81 \pm 1,33^{ABa}$	$34,01 \pm 1,87^{ABab}$	$34,13 \pm 2,10^{Cab}$
90	$28,33 \pm 2,60^{Cbc}$	$27,07 \pm 2,17^{Cc}$	$30,99 \pm 1,85^{Cab}$	$28,20 \pm 1,05^{Bbc}$	$32,02 \pm 0,90^{Ca}$
120	$31,84 \pm 2,82^{BCa}$	$27,64 \pm 2,27^{BCb}$	$33,50 \pm 0,91^{BCa}$	$21,33 \pm 2,83^{Cc}$	$34,49 \pm 0,81^{Ca}$

^{A,B} Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ao longo do tempo, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). ^{a} Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

A coordenada cromática a* (Tabela 18), mensurável em termos de intensidade de vermelho e verde (GOMES; OLIVEIRA, 2013), apresentou valores positivos para todas as análises dos sorbets, indicando coloração em direção ao vermelho – assim como a polpa de juçara utilizada (*item 5.1.3*). Isso porque a cianidina, antocianina presente em maior concentração nesta matéria prima, consiste em um pigmento de coloração equivalente ao vermelho (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; BRITO et al., 2007).

As formulações probióticas (S2 e S4) não apresentaram alterações significativas ($p < 0,05$) para a* ao longo do período de estocagem e, embora as demais formulações tenham apresentado variações, não exibiram tendências regulares de mudança. Esta manutenção da cor pode ser explicada pelo fato das antocianinas, de coloração avermelhada, não terem sofrido degradação significativa ao longo de todo o período de estocagem dos produtos (*item 5.3.3.3*). Em relação às diferenças entre formulações, os sorbets simbióticos (S3 e S5) tendem a ter valores mais elevados de a* (mais vermelho), embora isso não se reflita de maneira clara na análise estatística.

Tabela 18 - Parâmetro de cor a* (diferença do vermelho e do verde) para as diferentes amostras de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C

Armazena-mento (dias)	Formulações				
	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
0	$15{,}18 \pm 2{,}56^{Cb}$	$15{,}26 \pm 0{,}29^{Ab}$	$19{,}48 \pm 2{,}37^{BCa}$	$15{,}74 \pm 0{,}94^{Ab}$	$16{,}00 \pm 1{,}22^{Eb}$
7	$16{,}62 \pm 0{,}48^{BCab}$	$16{,}10 \pm 0{,}77^{Aab}$	$17{,}93 \pm 3{,}53^{Ca}$	$14{,}68 \pm 1{,}64^{Ab}$	$15{,}53 \pm 0{,}60^{Eab}$
15	$19{,}47 \pm 2{,}32^{Ab}$	$15{,}82 \pm 0{,}66^{Ac}$	$23{,}98 \pm 1{,}38^{Aa}$	$17{,}13 \pm 0{,}63^{Abc}$	$23{,}46 \pm 1{,}36^{ABa}$
30	$17{,}44 \pm 0{,}51^{ABCb}$	$14{,}97 \pm 1{,}31^{Ad}$	$17{,}16 \pm 0{,}73^{Cbc}$	$15{,}52 \pm 0{,}66^{Acd}$	$24{,}26 \pm 1{,}46^{Aa}$
60	$17{,}87 \pm 0{,}27^{ABb}$	$15{,}06 \pm 0{,}64^{Ad}$	$18{,}60 \pm 0{,}24^{BCb}$	$16{,}15 \pm 0{,}34^{Ac}$	$20{,}53 \pm 0{,}74^{Ca}$
90	$18{,}42 \pm 0{,}40^{ABb}$	$17{,}28 \pm 0{,}76^{Abc}$	$21{,}67 \pm 1{,}06^{ABa}$	$16{,}59 \pm 0{,}96^{Ac}$	$21{,}88 \pm 0{,}38^{BCa}$
120	$16{,}56 \pm 0{,}44^{BCab}$	$15{,}02 \pm 3{,}26^{Ab}$	$20{,}06 \pm 1{,}75^{BCa}$	$17{,}09 \pm 3{,}53^{Aab}$	$18{,}43 \pm 0{,}72^{Dab}$

[A,B] Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ao longo do tempo, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). [a] Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

A coordenada b* (Tabela 19), relacionada à intensidade de amarelo e azul (GOMES; OLIVEIRA, 2013), exibiu valores positivos para todas as amostras de sorbet, indicando tendência ao amarelo. Os valores mensurados para b* foram muito baixos, assim como os valores da polpa (*item 5.1.3*), os quais, por sua vez, se mostraram negativos e tendendo ao azul. Esta pequena diferença pode ter relação com a adição de ingredientes de coloração amarelada aos sorbets (como o emulsificante, por exemplo) e com a menor concentração de antocianinas nestes produtos. Além disso, o parâmetro b* apresentou variações sem uma tendência aparente.

Tabela 19 - Parâmetro de cor b* (diferença do azul e do amarelo) para as diferentes amostras de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C

Armazena-mento (dias)	Formulações				
	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
0	$1,82 \pm 0,65^{Cab}$	$1,58 \pm 0,10^{Bab}$	$2,27 \pm 0,80^{Aa}$	$1,53 \pm 0,66^{Bab}$	$1,28 \pm 0,26^{DEb}$
7	$1,67 \pm 0,11^{Cab}$	$1,73 \pm 0,46^{Bab}$	$2,13 \pm 0,87^{Aa}$	$1,64 \pm 0,19^{Bab}$	$1,22 \pm 0,07^{Eb}$
15	$3,01 \pm 0,85^{ABab}$	$2,05 \pm 0,47^{Bb}$	$2,89 \pm 0,76^{Aab}$	$2,23 \pm 0,33^{ABb}$	$3,45 \pm 0,50^{BCa}$
30	$1,92 \pm 0,12^{Cb}$	$1,67 \pm 0,40^{Bb}$	$2,51 \pm 0,87^{Ab}$	$1,38 \pm 0,75^{Bb}$	$4,73 \pm 1,15^{Aa}$
60	$2,21 \pm 0,20^{BCb}$	$1,74 \pm 0,36^{Bc}$	$2,40 \pm 0,15^{Ab}$	$1,48 \pm 0,12^{Bc}$	$3,01 \pm 0,24^{BCa}$
90	$3,51 \pm 0,92^{Aa}$	$3,33 \pm 0,97^{Aa}$	$3,44 \pm 1,33^{Aa}$	$2,99 \pm 1,21^{Aa}$	$3,99 \pm 1,30^{ABa}$
120	$1,96 \pm 0,31^{Ca}$	$1,97 \pm 0,72^{Ba}$	$2,76 \pm 0,63^{Aa}$	$2,39 \pm 0,78^{ABa}$	$2,50 \pm 0,18^{DCa}$

[A,B] Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ao longo do tempo, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). [a] Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

A saturação ou cromaticidade (C*) (Tabela 20), qualidade que caracteriza a pureza da cor, apresentou valores baixos para os sorbets (entre 14,88 e 24,71). Apesar da baixa cromaticidade, os resultados encontrados para C* foram maiores do que da polpa (*item 5.1.3*), o que indica maior intensidade da cor determinada pelas coordenadas a* e b*. Este aumento da saturação também se deve a menor quantidade de antocianinas nos sorbets, as quais, quando em alta concentração, tornam os frutos mais escuros e podem chegar à coloração negra (ROGEZ, 2011). Não houve diferenças significativas de C* ($p < 0,05$) ao longo da estocagem, a não ser para o sorbet S5, o qual apresentou algumas variações irregulares.

Tabela 20 - Parâmetro de cor C* (cromaticidade) para as diferentes amostras de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C

Armazena-mento (dias)	Formulações				
	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
0	$15,29 \pm 3,37^{Aa}$	$15,34 \pm 0,21^{Aa}$	$19,60 \pm 2,95^{Aa}$	$15,80 \pm 0,78^{Aa}$	$16,00 \pm 1,29^{Da}$
7	$16,70 \pm 0,57^{Aa}$	$16,19 \pm 0,94^{Aa}$	$18,03 \pm 4,46^{Aa}$	$14,88 \pm 2,31^{Aa}$	$15,56 \pm 0,44^{Da}$
15	$19,70 \pm 3,00^{Aab}$	$15,93 \pm 0,09^{Ab}$	$24,37 \pm 1,48^{Aa}$	$17,27 \pm 0,82^{Ab}$	$23,65 \pm 0,84^{ABa}$
30	$17,55 \pm 0,55^{Ab}$	$15,06 \pm 1,63^{Ab}$	$17,36 \pm 0,05^{Ab}$	$15,62 \pm 0,18^{Ab}$	$24,71 \pm 1,74^{Aa}$
60	$18,00 \pm 0,09^{Ab}$	$15,15 \pm 0,65^{Ac}$	$18,83 \pm 0,16^{Aa}$	$16,02 \pm 0,66^{Ac}$	$20,70 \pm 0,02^{BCa}$
90	$18,86 \pm 0,32^{Ab}$	$17,57 \pm 0,46^{Ab}$	$21,95 \pm 0,34^{Aa}$	$16,88 \pm 1,45^{Ab}$	$22,27 \pm 0,03^{ABCa}$
120	$16,67 \pm 0,49^{Aa}$	$15,11 \pm 3,94^{Aa}$	$20,25 \pm 2,29^{Aa}$	$17,23 \pm 4,18^{Aa}$	$18,69 \pm 0,51^{DCa}$

[A,B] Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ao longo do tempo, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). [a] Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

A tonalidade das amostras (Hº) (Tabela 21), grandeza capaz de caracterizar a qualidade da cor (GOMES; OLIVEIRA, 2013), apresentou médias com variação de 4,28 º a 10,01 º, o que define amostras de coloração vermelha. Tanto a diferença entre as formulações como o tempo de armazenamento dos sorbets não foram significativos ($p < 0,05$) para o parâmetro Hº.

Tabela 21 - Parâmetro de cor Hº (tonalidade cromática) para as diferentes amostras de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C

Armazenamento (dias)	Formulações				
	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
0	$6,65 \pm 1,68^{Aa}$	$5,89 \pm 0,10^{Aa}$	$6,50 \pm 1,97^{Aa}$	$5,48 \pm 2,75^{Aa}$	$4,52 \pm 0,37^{Aa}$
7	$5,74 \pm 0,10^{Aa}$	$6,07 \pm 1,73^{Aa}$	$5,91 \pm 2,53^{Aa}$	$4,28 \pm 1,22^{Aa}$	$4,48 \pm 0,16^{Aa}$
15	$8,62 \pm 1,84^{Aa}$	$7,40 \pm 1,58^{Aa}$	$9,39 \pm 0,15^{Aa}$	$7,41 \pm 0,50^{Aa}$	$8,33 \pm 0,67^{Aa}$
30	$6,29 \pm 0,66^{Aa}$	$6,33 \pm 0,26^{Aa}$	$8,50 \pm 0,14^{Aa}$	$5,73 \pm 4,24^{Aa}$	$10,01 \pm 0,37^{Aa}$
60	$7,07 \pm 0,74^{Aa}$	$6,55 \pm 1,41^{Aa}$	$8,94 \pm 2,19^{Aa}$	$5,27 \pm 0,22^{Aa}$	$8,32 \pm 0,30^{Aa}$
90	$9,21 \pm 1,28^{Aa}$	$9,81 \pm 3,59^{Aa}$	$9,04 \pm 4,48^{Aa}$	$9,03 \pm 4,50^{Aa}$	$9,34 \pm 0,42^{Aa}$
120	$6,72 \pm 1,10^{Aa}$	$7,28 \pm 1,34^{Aa}$	$7,83 \pm 1,53^{Aa}$	$7,77 \pm 1,42^{Aa}$	$7,63 \pm 0,30^{Aa}$

^{A,B} Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ao longo do tempo, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). ^{a} Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

A adição de probióticos aos sorbets parecem não alterar quaisquer parâmetros de coloração, enquanto a adição de polidextrose tende a alterar ligeiramente somente os valores de a*, de modo a intensificar a coloração vermelha. Neste sentido, Roland et al. (1999) examinaram os efeitos de diferentes substitutos de gordura em sorvete, utilizando maltodextrina, polidextrose e proteína concentrada do leite, e observaram que a adição de polidextrose também intensificou a coloração vermelha dos sorvetes, através do aumento do parâmetro a*.

Ao estudar mixes probiótico, prebiótico e simbiótico de açaí, Vasconcelos (2010) obteve valores de a* semelhantes aos de sorbets de juçara, embora um pouco mais baixos, devido à maior quantidade de polpa adicionada ao alimento. Além disso, os valores obtidos para a*, b*, C* e Hº também são similares aos encontrados por Leite (2015) em iogurtes simbióticos de juçara, logo após sua fabricação (T_0). Isso porque ao avaliar os mesmos parâmetros após 28 dias, a coloração mostrou-se bastante afetada pela estocagem do produto.

Os baixos valores de luminosidade, por sua vez, são decorrentes do fato de não haver adição de leite aos sorbets, pois sua coloração branca seria capaz de aumentar o parâmetro L* e tornar as amostras mais claras – o que não ocorre com a adição de água. Já a perda da luminosidade dos sorbets, que tornou as amostras mais escuras ao longo do armazenamento, parece não ter relação com a degradação das antocianinas ou de outros polifenóis, pois estes

compostos se mantiveram estáveis ao longo de toda a estocagem do produto (*item 5.3.3.3*). Uma possível perda do *overrun* durante o armazenamento seria capaz de explicar a diminuição da luminosidade das amostras, com valores gradativamente mais próximos aos da calda.

Outro parâmetro importante na avaliação dos efeitos da estocagem na cor das amostras é a diferença total de coloração (ΔE*). Na Tabela 22 estão apresentados tais resultados para todas as formulações de sorbet de juçara, calculados com os valores obtidos após 120 dias de armazenamento a -18ºC.

Os sorbets com maiores diferenças de coloração após estocagem são as amostras probióticas S2 e S4. Obón et al. (2009) afirmam que diferenças na coloração (ΔE*) são capazes de serem notadas quando possuem valores acima de 5. Dessa forma, apenas a amostra simbiótica S3 não apresentou alterações visíveis de coloração após os 120 dias.

Tabela 22 - Diferença total de cor (ΔE*) nas diferentes formulações de sorbet de juçara após 120 dias de armazenamento a -18 ºC

Formulações	Diferença total de cor (ΔE*)
S1	6,00
S2	9,47
S3	3,48
S4	14,55
S5	9,33

Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

5.3.3.3 Estabilidade dos compostos fenólicos e antocianinas totais

Os teores de compostos fenólicos totais (Tabela 23) e antocianinas (Tabela 24) das diferentes formulações de sorbet de juçara foram avaliados durante todo o período de estocagem das amostras.

Os resultados obtidos para fenólicos totais (Tabela 23) apresentaram algumas alterações pontuais para os sorvetes probióticos (S2 e S4), as quais podem ser decorrentes da alta sensibilidade da técnica. Apesar de estatisticamente significativo, os valores são muito próximos e não demonstram reais modificações quanto ao teor de polifenóis ao longo da

estocagem dos produtos. As demais formulações (S1, S3 e S5) não apresentaram quaisquer alterações significativas.

Tabela 23 - Teor de fenólicos totais presentes nas diferentes formulações de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C

Armazenamento (dias)	**Formulações**				
	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
0	$126,5 \pm 2,1^{Aa}$	$127,5 \pm 0,7^{ABa}$	$130,0 \pm 2,8^{Aa}$	$129,5 \pm 2,1^{ABa}$	$133,0 \pm 5,7^{Aa}$
7	$119,9 \pm 0,2^{Aa}$	$112,0 \pm 2,8^{Ba}$	$125,0 \pm 8,5^{Aa}$	$108,5 \pm 3,5^{Ba}$	$125,0 \pm 7,1^{Aa}$
15	$127,5 \pm 6,4^{Aa}$	$138,0 \pm 14,1^{Aa}$	$135,0 \pm 8,5^{Aa}$	$133,0 \pm 15,6^{ABa}$	$127,5 \pm 10,6^{Aa}$
30	$139,5 \pm 12,0^{Aa}$	$128,5 \pm 0,7^{ABa}$	$137,5 \pm 7,8^{Aa}$	$139,0 \pm 7,1^{Aa}$	$136,0 \pm 4,2^{Aa}$
60	$125,1 \pm 0,2^{Aa}$	$121,4 \pm 0,3^{ABa}$	$129,8 \pm 7,2^{Aa}$	$121,4 \pm 5,7^{ABa}$	$128,9 \pm 4,8^{Aa}$
90	$126,2 \pm 0,2^{Aa}$	$128,7 \pm 5,2^{ABa}$	$136,3 \pm 5,3^{Aa}$	$128,6 \pm 2,0^{ABa}$	$132,6 \pm 2,0^{Aa}$
120	$125,0 \pm 1,4^{Aa}$	$126,0 \pm 0,1^{ABa}$	$125,5 \pm 4,9^{Aa}$	$130,0 \pm 1,4^{ABa}$	$125,0 \pm 4,2^{Aa}$

Resultados expressos em mg equivalente de ácido gálico/100 g de sorbet de juçara. ^{A,B} Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ao longo do tempo, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). ^{a} Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

Os teores de antocianinas também não apresentaram alterações significativas ao longo da estocagem dos sorbets de juçara (Tabela 24). Além disso, assim como observado nas análises da polpa (*item 5.1.4*), o teor de antocianinas corresponde a uma boa parte dos compostos fenólicos presente nos sorbets.

Tabela 24 - Teor de antocianinas totais presentes nas diferentes formulações de sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C

Armazenamento (dias)	Formulações				
	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
0	$72,5 \pm 0,8^{Aa}$	$73,0 \pm 2,0^{Aa}$	$79,1 \pm 4,2^{Aa}$	$73,7 \pm 3,3^{Aa}$	$81,0 \pm 1,6^{Aa}$
7	$72,8 \pm 5,0^{Aa}$	$72,8 \pm 1,9^{Aa}$	$79,9 \pm 2,6^{Aa}$	$68,6 \pm 4,2^{Aa}$	$78,2 \pm 3,1^{Aa}$
15	$69,3 \pm 1,8^{Aa}$	$72,1 \pm 5,9^{Aa}$	$77,2 \pm 2,0^{Aa}$	$70,7 \pm 1,7^{Aa}$	$76,7 \pm 2,5^{Aa}$
30	$73,0 \pm 1,1^{Aa}$	$71,4 \pm 2,7^{Aa}$	$77,9 \pm 2,1^{Aa}$	$70,1 \pm 2,2^{Aa}$	$77,9 \pm 1,8^{Aa}$
60	$77,3 \pm 2,3^{Aa}$	$74,2 \pm 4,0^{Aa}$	$84,5 \pm 3,2^{Aa}$	$76,2 \pm 5,7^{Aa}$	$85,7 \pm 5,2^{Aa}$
90	$71,5 \pm 0,1^{Aa}$	$69,1 \pm 3,9^{Aa}$	$76,5 \pm 2,4^{Aa}$	$69,9 \pm 4,7^{Aa}$	$78,0 \pm 3,6^{Aa}$
120	$75,3 \pm 0,3^{Aa}$	$73,1 \pm 1,0^{Aa}$	$76,6 \pm 5,9^{Aa}$	$72,2 \pm 1,5^{Aa}$	$76,2 \pm 3,3^{Aa}$

Resultados expressos em mg equivalente de cianidina-3-glicosídeo/100 g de sorbet de juçara. ^{A,B} Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ao longo do tempo, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). ^{a} Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

Diversos fatores podem ter influenciado na preservação dos polifenóis ao longo do armazenamento das amostras, em especial das antocianinas, que são compostos relativamente instáveis.

Um dos principais fatores envolvidos nesta estabilidade certamente corresponde à baixa temperatura de armazenamento das amostras (-18 ºC). A taxa de degradação das antocianinas aumenta conforme se eleva a temperatura devido a sua alta reatividade (POZO-INSFRAN; BRENES; TALCOTT, 2004; SHARMA et al., 2016), sendo o congelamento das amostras capaz de favorecer a preservação destes compostos.

Outra condição importante corresponde ao pH dos sorbets (*item 5.3.3.1*), com valores baixos, em torno de 4,6. Rein (2005) afirmam que as antocianinas são mais estáveis em meio ácido, com baixos valores de pH, do que em soluções alcalinas, devido a alterações em sua estrutura molecular.

A ausência de luz durante a estocagem dos produtos em freezer também pode ter favorecido a preservação dos compostos, uma vez que, segundo SCHWARTZ; VON ELBEE; GIUSTI, (2010), a exposição a este fator acelera a degradação das antocianinas.

Interações com outros componentes dos alimentos, como carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e íons metálicos também são importantes na preservação ou degradação destes polifenóis (JAKOBEK, 2015; REIN, 2005). Em especial, sabe-se que a presença de

elevada concentração de açúcares no alimento pode estabilizar as antocianinas através da diminuição da atividade de água, enquanto a baixa quantidade pode acelerar a degradação destes compostos (SCHWARTZ; VON ELBEE; GIUSTI, 2010). Assim, é possível que a elevada quantidade de açúcares adicionada aos sorbets também tenha auxiliado neste processo de preservação.

Além disso, diversos outros aspectos são capazes de interferir na estabilidade das antocianinas. O processo de pasteurização em condições ácidas, sofrido pela polpa, por exemplo, torna as amostras mais estáveis através da degradação de enzimas e minimiza a perda do pigmento durante a estocagem (SCHULTZ, 2008). A ausência de oxigênio, a estrutura química dos compostos, bem como sua concentração nos alimentos, também são importantes exemplos diretamente relacionados à sua estabilidade (REIN, 2005).

Gris et al. (2004) também avaliaram a estabilidade de antocianinas em sorbets, os quais foram adicionados de extrato liofilizado de cascas de uvas e monitorados durante 7 semanas. Os autores obtiveram bons resultados, com um tempo de meia vida de aproximadamente 8 meses para o pigmento. Portanto, tais resultados corroboram a utilização do sorbet como um alimento propício para a adequada conservação de compostos fenólicos, em especial das antocianinas.

5.3.3.4 Viabilidade dos probióticos

A sobrevivência dos microrganismos *L. acidophilus* e *L. paracasei* em sorbets de juçara foi avaliada durante a estocagem dos produtos em freezer a -18 ºC e os resultados estão apresentados na Tabela 25.

Embora a estatística mostre diferenças ao longo do tempo de estocagem das amostras analisadas – indicando até mesmo ligeiro aumento na quantidade de probióticos –, a concentração de microrganismos permanece no mesmo ciclo logarítmico e não ultrapassa diferenças totais de 0,3 ciclos em cada formulação. Dessa maneira, tais alterações observadas nas análises dos produtos durante seu armazenamento não são consideradas significativas.

De acordo com a legislação brasileira vigente, a quantidade mínima viável de probióticos deve estar situada na faixa de 10^8 a 10^9 Unidades Formadoras de Colônias (UFC) na recomendação diária do produto pronto para o consumo (BRASIL, 2008). Como a porção diária recomendada para sorvetes e adotada para o sorbet do presente trabalho é de 60 g (ou 130 mL) (BRASIL, 2003), é possível calcular que cada grama de sorbet deve conter no mínimo 6,22 log UFC.

Portanto, a quantidade mínima de probióticos recomendada para a porção diária do sorbet foi adicionada e mantida durante toda sua vida de prateleira (120 dias) sem sofrer alterações significativas, corroborando sua eficácia como matriz alimentícia para a veiculação de probióticos.

Tabela 25 - Viabilidade dos microrganismos *L. acidophilus* e *L. paracasei* adicionados em sorbet de juçara durante 120 dias de armazenamento a -18°C

Armazenamento (dias)	**Formulações (Log UFC/g)**			
	S2	**S3**	**S4**	**S5**
0	$8,53 \pm 0,21^{Ba}$	$8,64 \pm 0,11^{ABa}$	$8,71 \pm 0,14^{Aa}$	$8,57 \pm 0,24^{Ba}$
7	$8,71 \pm 0,09^{ABa}$	$8,61 \pm 0,17^{Ba}$	$8,79 \pm 0,18^{Aa}$	$8,64 \pm 0,22^{ABa}$
15	$8,53 \pm 0,33^{Ba}$	$8,69 \pm 0,16^{ABa}$	$8,48 \pm 0,65^{Aa}$	$8,69 \pm 0,22^{ABa}$
30	$8,81 \pm 0,10^{Aa}$	$8,75 \pm 0,11^{ABa}$	$8,68 \pm 0,32^{Aa}$	$8,71 \pm 0,16^{ABa}$
60	$8,78 \pm 0,21^{Aa}$	$8,63 \pm 0,16^{ABa}$	$8,50 \pm 0,54^{Aa}$	$8,79 \pm 0,08^{ABa}$
90	$8,80 \pm 0,12^{Aa}$	$8,60 \pm 0,09^{Ba}$	$8,56 \pm 0,53^{Aa}$	$8,80 \pm 0,15^{Aa}$
120	$8,82 \pm 0,09^{Aa}$	$8,78 \pm 0,11^{Aa}$	$8,75 \pm 0,15^{Aa}$	$8,83 \pm 0,12^{Aa}$

[A,B] Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ao longo do tempo, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). [a] Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

A excelente viabilidade dos probióticos nos sorbets de juçara pode ser decorrente de uma série de razões e uma das principais delas, decerto, consiste no fato do produto escolhido ser armazenado em condições de congelamento. A baixa temperatura de estocagem auxilia na sobrevivência dos microrganismos durante sua vida de prateleira e, somada ao armazenamento em condições de pouca luz, é capaz de reduzir danos oxidativos induzidos por luz e calor (CRUZ et al., 2009; SOUKOULIS; FISK; BOHN, 2014; TRIPATHI; GIRI, 2014).

A alta capacidade antioxidante da juçara, decorrente da elevada presença de compostos fenólicos (*item 5.3.3.3*), também pode ter influenciado na viabilidade dos probióticos. Isso porque uma elevada atividade antioxidante é capaz de atuar na proteção contra o estresse oxidativo e, consequentemente, proteger os microrganismos adicionados contra danos desta natureza. Além disso, a associação de polifenóis e probióticos pode trazer diversos benefícios à saúde do consumidor, modulando de maneira positiva, principalmente, a sua microbiota intestinal (HIDALGO et al., 2012).

De maneira similar ao apresentado neste trabalho, Sagdic et al. (2012) adicionaram o probiótico *L. casei* em sorvetes ricos em compostos fenólicos e avaliaram a viabilidade destes microrganismos. Após 60 dias a -18 ºC observou-se ótima estabilidade das amostras, de modo que a diminuição total na contagem dos probióticos não ultrapassou 0,88 ciclos logarítmicos para nenhum dos sorvetes desenvolvidos. Os autores notaram ainda que a suplementação com polifenóis é capaz de beneficiar a sobrevivência dos probióticos em diferentes níveis, de acordo com o composto utilizado.

Outro fator importante consiste na natureza dos microrganismos adicionados e como estes se adaptam à matriz alimentícia. Quando comparados aos sorvetes tradicionais, os gelados com baixo teor de gordura, como o sorbet de juçara (*item 5.3.1*), proporcionam melhores condições para a sobrevivência de *L. acidophilus* e *L. paracasei* (HOMAYOUNI et al., 2011; MIZOTA, 1996).

O pH das amostras também tem importância fundamental para viabilidade das bactérias ácido láticas e, além de ter apresentado valores apropriados, permaneceu constante durante toda a vida de prateleira do produto (*item 5.3.3.1*). Vale lembrar ainda que escolha de microrganismos do gênero Lactobacillus foi compatível ao baixo pH dos sorbets, uma vez que tais probióticos são mais tolerantes à acidez do que os do gênero Bifidobacteria (SOUKOULIS; FISK; BOHN, 2014).

A presença do prebiótico parece não ter influenciado a viabilidade dos probióticos durante o tempo de estocagem do sorbet, uma vez que todas as amostras permaneceram sem alterações e não possuem diferenças significativas entre si. É possível, no entanto, que em um período maior do que o analisado seja possível observar a influência positiva da polidextrose na sobrevivência dos microrganismos em longo prazo.

Akin, Akin e Kirmaci (2007), por exemplo, observaram que a adição de inulina em sorvetes probióticos foi capaz de estimular o crescimento de *L. acidophilus* e *B. lactis* em 90 dias de estocagem, de modo a beneficiar a viabilidade destes microrganismos e a funcionalidade dos produtos desenvolvidos.

Além dos já citados, Homayouni et al. (2011) elencam diversos outros fatores capazes de afetar a sobrevivência dos probióticos em sorvetes, como o *overrun* do produto, a presença de sequestrantes de oxigênio, o tipo de embalagem utilizada e a pressão osmótica na qual os microrganismos são submetidos.

Em um trabalho similar, Costa (2014) desenvolveu sorvetes simbióticos de açaí, utilizando o probiótico *L. rhamnosus*, inulina e proteínas do soro do leite em diferentes proporções. Corroborando os resultados encontrados em sorbet de juçara, a viabilidade do

microrganismo se manteve estável durante os 112 dias de armazenamento a -18 ºC, com populações próximas a 9 log UFC/ g.

Resultados semelhantes aos do presente estudo também foram obtidos por Leandro et al. (2013), os quais estudaram a viabilidade de microrganismo do gênero Lactobacillus (*L. delbrueckii*) em sorvetes com diferentes níveis de gordura, utilizando o prebiótico inulina como substituto nas amostras de baixo teor. Os autores notaram que, após estocagem a -16 ºC por 40 dias, não houveram alterações na viabilidade dos microrganismos em nenhuma das amostras analisadas, demonstrando que a redução de gordura em sorvetes não compromete a sobrevivência do probiótico adicionado e corroborando os dados encontrados em sorbet de juçara.

Já Hekmat e Mahon (1992) observaram a diminuição na sobrevivência de *L. acidophilus* e *B. bifidum* incorporados em sorvetes de morango. A contagem dos microrganismos decaiu em torno de dois ciclos log durante 17 semanas de armazenamento a uma temperatura ainda mais baixa (-29 ºC), embora os valores finais tenham permanecido acima de 10^6 UFC/mL.

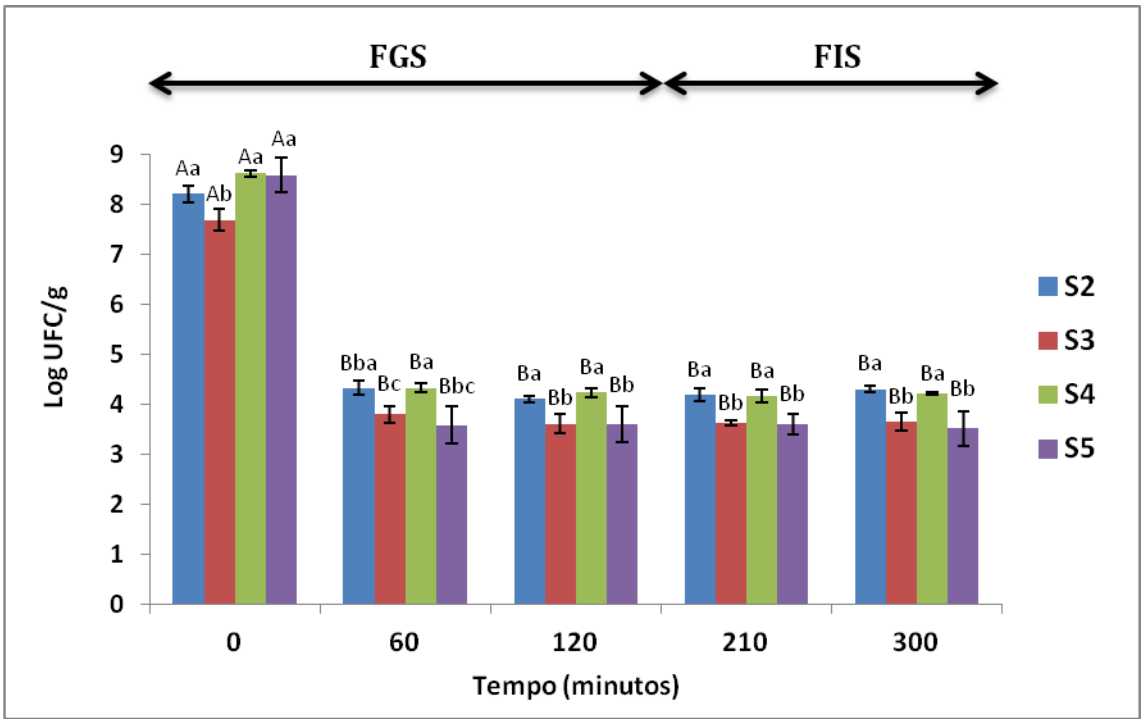
5.3.4 Avaliação *in vitro* da resistência dos probióticos veiculados em sorbet de juçara aos fluidos gastrointestinais

Para que os probióticos possam conferir seus benefícios à saúde, espera-se que estes se encontrem vivos e presentes em grande número ao chegar ao trato intestinal humano. A adição de tais microrganismos em alimentos, portanto, pode ser uma boa estratégia para veiculá-los ao consumidor, uma vez que algumas matrizes alimentícias são capazes de proteger os probióticos das injúrias ao longo do trato gastrointestinal, bem como regular sua colonização (RANADHEERA; BAINES; ADAMS, 2010).

Dessa forma, foi avaliada a resistência dos probióticos *L. acidophilus* e *L. paracasei* em sorbets de juçara submetidos aos fluidos gastrointestinais e os resultados são apresentados na Figura 12.

A contagem inicial de probióticos em todas as formulações esteve em torno de 10^8 UFC/ g de sorbet e, de um modo geral, foi observada uma redução drástica de 4 ciclos logarítmicos após 60 minutos de ensaio (etapa gástrica I) para todas as amostras. A redução permaneceu estatisticamente constante ($p < 0,05$) até o final do experimento (300 minutos), sendo que uma das possíveis causas da baixa oscilação de resultados pode ser relativa ao alto limiar de detecção do método (em torno de 10^3 UFC/ g).

Figura 12 - Sobrevivências dos probióticos adicionados em sorbets de juçara durante a exposição aos fluidos gastrointestinais simulados.



[A,B] Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa ao longo do tempo em uma mesma formulação, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). [a,b,c] Letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre formulações em um mesmo intervalo de tempo, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). FGS: fluido gástrico simulado. FIS: fluido intestinal simulado. **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

Resultados equivalentes foram alcançados por Silva et al. (2015), os quais adicionaram *B. animalis* em sorvetes produzidos com leite de cabra e, após estocagem a -18 ºC, observaram uma redução de 3,82 ciclos logarítmicos frente à exposição aos fluidos gastrointestinais simulados

Além disso, não foi possível observar efeito protetor da polidextrose na sobrevivência dos microrganismos adicionados ao sorbet. De maneira similar, Bedani, Rossi e Saad (2013) também não verificaram qualquer influência da adição dos prebióticos inulina e farinha de okara na sobrevivência dos probióticos *L. acidophilus* e *B.animalis* em condições gastrointestinais *in vitro*. Por outro lado, os autores puderam concluir que a matriz alimentícia, um produto fermentado de soja, foi capaz de melhorar a sobrevivência de ambas as cepas adicionadas.

Da mesma forma, é recorrente observar o efeito protetor da matriz alimentícia na sobrevivência dos probióticos em muitos outros estudos. Nesta perspectiva, Ranadheera et al.

(2012) avaliaram os efeitos de diferentes veículos alimentares na sobrevivência de probióticos durante a simulação da passagem pelo trato gastrointestinal. Ao final dos ensaios, os autores observaram que o sorvete apresentou resultados mais promissores na sobrevivência dos microrganismos em comparação ao iogurte de frutas. Entretanto, os resultados encontrados no presente trabalho não foram tão favoráveis, sendo a encapsulação dos microrganismos adicionados uma boa alternativa para minimizar este problema.

Além disso, diversos trabalhos utilizam metodologias alternativas, e usualmente mais brandas, para avaliação da resistência dos probióticos ao trato gastrointestinal, o que é capaz de explicar grandes diferenças de resultados ao comparar trabalhos similares e com os mesmos objetivos.

Leandro et al. (2013), por exemplo, avaliaram a sobrevivência de *L. delbrueckii* em sorvetes formulados com diferentes teores de gordura, frente à exposição ao estresse ácido (pH 3,0 durante 3 h) e aos sais biliares (12 h a 37 ºC). Os resultados não revelaram qualquer redução na contagem dos probióticos ao longo do ensaio, assim como os diferentes níveis de gordura dos sorvetes não foram capazes de afetar a sobrevivência destes microrganismos.

5.3.5 Avaliação dos parâmetros microbiológicos sanitários

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) determina, através de sua RDC nº 12, os limites máximos de microrganismos contaminantes presentes em diversos alimentos, dentre os quais estão inclusos os gelados comestíveis de base não láctea (BRASIL, 2001). De acordo com esta Legislação, é estabelecido o máximo de 5×10^1 Coliformes a 45 ºC/ g e a ausência total de Salmonella em sorbets.

Dessa forma, as amostras utilizadas para a Análise Sensorial (*item 5.3.6*) apresentaram-se dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução, uma vez que todas exibiram resultados negativos para a presença dos contaminantes (Tabelas 26 e 27). Tais resultados indicam que os produtos encontravam-se apropriados para consumo e, sobretudo, que as condições higiênico-sanitárias foram satisfatórias durante a elaboração do alimento, seguindo-se os procedimentos de Boas Práticas de Fabricação (BPF) em todas as etapas de processamento.

Além disso, a utilização da técnica Petrifilm™ tem se mostrado eficiente em estudos de detecção de diferentes microrganismos em diversas matrizes alimentícias, além de apresentar diversas vantagens como praticidade e rapidez na obtenção dos resultados (SALES et al., 2014; SILVA; CAVALLI; OLIVEIRA, 2006).

Tabela 26 - Avaliação da presença de Coliformes Termotolerantes utilizando Placas Petrifilm™ CC nas amostras de sorbet de juçara

	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
Diluição 10^{-1}	0	0	0	0	0
Resultado (UFC/g)	**<10**	**<10**	**<10**	**<10**	**<10**

S1: Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

Tabela 27 - Avaliação da presença de Salmonella nas amostras de sorbet de juçara

	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
Caldo TT	+	+	+	+	+
Caldo RV	-	-	-	-	-
Agar Rambach	+	+	+	+	+
Agar SB	+	+	+	+	+
Agar HE	-	-	+	+	-
TSI	-	-	Suspeita	-	Suspeita
Antissoro polivalente	N/A	N/A	-	N/A	-
Resultado (25 g)	**Ausente**	**Ausente**	**Ausente**	**Ausente**	**Ausente**

N/A: Não aplicável. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

5.3.6 Análise sensorial

Após 15 dias de estocagem a -18 ºC, 100 consumidores não treinados foram recrutados para realização da análise sensorial do sorbet de juçara, sendo 59% deles do sexo feminino e 41% do sexo masculino, com intervalo de idades entre 17 e 51 anos – totalizando amplitude de 34 anos. Além disso, a maioria dos consumidores tinha 21 anos e a média total de idade foi de 24,2 anos.

O cruzamento dos dados entre a idade dos provadores e os diferentes atributos avaliados na análise sensorial mostrou que não há qualquer correlação (*r*) significativa entre estas variáveis ($p \geq 0,05$), ou seja, não existe influência direta da idade na preferência dos consumidores (Apêndice D).

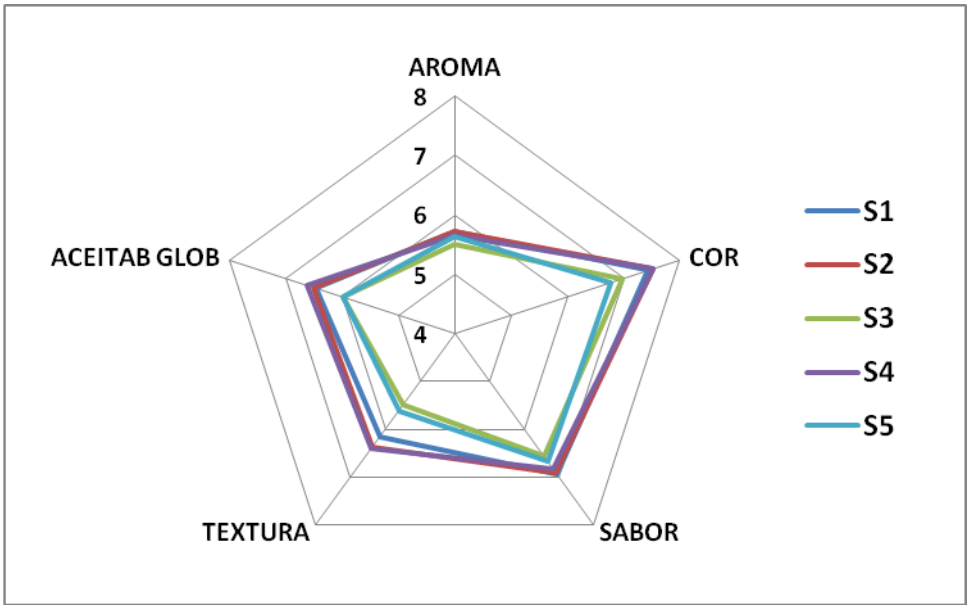
Os resultados da avaliação sensorial para os diferentes atributos referentes aos sorbets de juçara estão apresentados na Tabela 28 e na Figura 13.

Tabela 28 – Notas médias da avaliação dos consumidores para cada um dos atributos avaliados nas diferentes amostras de sorbet de juçara em testes de escala hedônica de 9 pontos

Análises	S1	S2	S3	S4	S5
Aroma	$5,67 \pm 1,57^{a}$	$5,94 \pm 1,49^{a}$	$5,43 \pm 1,62^{a}$	$5,57 \pm 1,53^{a}$	$5,54 \pm 1,59^{a}$
Cor	$7,39 \pm 1,39^{ab}$	$7,49 \pm 1,45^{a}$	$6,90 \pm 1,54^{bc}$	$7,50 \pm 1,16^{a}$	$6,70 \pm 1,68^{c}$
Textura	$6,91 \pm 1,58^{a}$	$6,91 \pm 1,42^{a}$	$6,52 \pm 1,89^{a}$	$6,79 \pm 1,62^{a}$	$6,58 \pm 1,82^{a}$
Sabor	$6,12 \pm 1,85^{ab}$	$6,27 \pm 1,86^{a}$	$5,40 \pm 2,20^{b}$	$6,32 \pm 1,70^{a}$	$5,46 \pm 1,92^{b}$
Aceitabilidade Global	$6,41 \pm 1,50^{ab}$	$6,42 \pm 1,58^{ab}$	$5,91 \pm 1,88^{b}$	$6,57 \pm 1,55^{a}$	$5,86 \pm 1,67^{b}$

^{a,b,c} Letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

Figura 13 - Notas médias das diferentes formulações de sorbet de juçara para os atributos sensoriais analisados: aroma, cor, textura, sabor e aceitabilidade global do produto



S1: Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

A análise estatística dos resultados mostra que não houve diferença significativa entre formulações para o item aroma, com atribuição de notas próximas a 5, as quais indicam que os provadores, em geral, "não gostaram, nem desgostaram" deste quesito. Isto pode ser explicado pelo fato de o congelamento do produto diminuir a volatilidade de seus compostos aromáticos e, consequentemente, a percepção de aromas pelos consumidores. Além disso, a juçara não consiste em um fruto muito aromático, não tendo sido realizado ainda nenhum estudo acerca do perfil de seus compostos voláteis.

Por outro lado, as notas para coloração dos produtos apresentaram diferenças estatísticas entre as formulações, com preferência para os sorbets probióticos (S2 e S4). Assim como o controle, as amostras probióticas apresentaram coloração mais intensa e próxima à da polpa, enquanto a adição de polidextrose (S3 e S5) tornou-as mais claras e, portanto, com maior luminosidade (L*) (*item 5.3.3.2*) – possível causa para a menor nota atribuída a estas amostras.

Ainda assim, a coloração dos sorbets obteve as maiores notas entre todos os atributos, destacando-se como o preferido dos provadores em geral. Tal fato é bastante positivo para a aceitação do produto, uma vez que Çbakmakçi et al. (2015) afirmam que a coloração é o parâmetro mais importante na escolha de um sorvete pelo consumidor.

Foi possível observar, ainda, que as notas atribuídas pelos provadores para a coloração dos sorbets são altamente correlacionadas ($p < 0,01$) com o parâmetro cromaticidade (C*) de cor instrumental ($r = -0,97$), a qual caracterizada a pureza da cor. Isso significa que quanto menor o parâmetro C*, maior a nota atribuída pelos consumidores à coloração do produto. Da mesma maneira, foi possível verificar alta correlação negativa ($p < 0,01$) entre o atributo sensorial cor e a coordenada cromática a* ($r = -0,98$), mensurável em termos de intensidade de vermelho e verde.

No entanto, Lee et al. (2013) obtiveram resultados opostos aos encontrados no presente trabalho. Em seu estudo com manipulação de cores, os autores observaram que a maior preferência da coloração magenta em repolho roxo era diretamente proporcional ao aumento da cromaticidade (C*) e do avermelhamento (+a*) das amostras em relação à cor original.

É importante ressaltar também que a avaliação dos atributos sensoriais através da correlação com parâmetros instrumentais pode ser uma importante ferramenta prática no controle de qualidade de alimentos, uma vez que permite substituir os longos testes sensoriais por análises instrumentais mais simples e baratas (CALLIGARIS et al., 2007; GRANATO; MASSON; FREITAS, 2010).

Em contrapartida, apesar dos sorvetes apresentarem texturas distintas, isso não influenciou a aceitação das diferentes formulações de maneira direta, uma vez que não houve diferenças estatísticas para este atributo. Muitos comentários contidos nas fichas de avaliação, entretanto, caracterizaram negativamente a textura dos sorbets simbióticos como similar à espuma, o que se deve à maior quantidade de ar incorporado (*item 5.3.1.3*), decorrente da adição da polidextrose. Também se procurou deixar claro aos provadores, através dos termos assinados, que não se tratava de um sorvete tradicional, mas de um gelado comestível a base

de água, esperando que os consumidores evitassem comparações com a textura de um sorvete lácteo – mais cremoso devido à maior formação das estruturas de lipídio-ar (CLARKE, 2004). Ainda assim, as notas para textura entre 6,52 e 6,91 indicaram aceitação positiva, embora pouco elevada.

Não foram encontradas correlações significativas ($p \geq 0,05$) entre as notas de textura e a taxa de *overrun* dos sorbets (r = -0,61), embora as menores notas tenham sido atribuídas aos sorbets simbióticos, os quais possuíam maior taxa de ar incorporado.

Já a preferência para sabor foi maior para as amostras probióticas e controle e menor para as simbióticas, o que evidenciou a aceitação de probióticos nos sorbets, enquanto a adição de prebióticos foi vista de forma negativa pelos provadores. Os comentários mais recorrentes na ficha de avaliação acerca deste item diziam respeito ao excessivo gosto doce das amostras simbióticas, embora o fabricante alegue que a polidextrose não possui elevada doçura, mas sim um sabor neutro e limpo (DANISCO, 2011).

Segundo Luckow e Delahunty (2004), muitos estudos sugerem que os consumidores julgam a aceitabilidade de um produto, primeiramente, com base no seu sabor, e apenas posteriormente atentam-se para a existência de alegações de benefícios para a saúde.

Assim, a aceitabilidade global dos consumidores também foi maior para as amostras probióticas e para o controle. Esta alta aceitabilidade dos sorbets probióticos pode ser consequência do fato de este produto não ter sido fermentado pelas bactérias adicionadas, pois, segundo Cruz et al. (2009), a baixa temperatura de armazenamento é capaz de minimizar as reações bioquímicas destes microrganismos e evitar diversos inconvenientes sensoriais relacionados ao seu metabolismo.

É provável que as amostras simbióticas tenham tido menor aceitabilidade por conta dos atributos já mencionados, como o sabor menos agradável e a cor menos intensa. No gráfico radar (Figura 13), os resultados da análise sensorial são observados de maneira conjugada, sendo possível notar de maneira mais clara que os sorbets simbióticos tiveram menor aceitação em comparação aos probióticos e ao controle. Além disso, as médias de aceitabilidade global foram positivas, embora as comparações com sorvetes lácteos e mix de açaí tenham sido, aparentemente, inevitáveis por parte dos provadores.

Recentemente, Monteiro et al. (2015) desenvolveram e avaliaram as características sensoriais de sorvetes de iogurte simbióticos enriquecidos com polpa de açaí (*Euterpe oleracea*) e elaborados com leite de búfala. Tais sorvetes também obtiveram aceitação satisfatória para todos os atributos sensoriais, os quais incluíam cor, aroma, sabor, textura e aceitação global.

Criscio et al. (2010) também avaliaram a aceitação sensorial de sorvetes funcionais do tipo probiótico (*L. rhamnosus* e *L. casei*), prebiótico (inulina) e simbiótico. A adição dos Lactobacillus spp. e da inulina não afetaram a consistência, a intensidade do gosto ou a homogeneização dos sorvetes, enquanto a cor foi considerada desfavorável por ser mais opaca e o sabor mais agradável devido ao aumento da doçura, decorrente da adição do prebiótico.

Ao avaliarem *frozen yogurt* de leite de cabra com a adição de probióticos e prebiótico, Alves et al. (2009) obtiveram bons resultados para os atributos sensoriais aparência global, cor, aroma e sabor. Entretanto, foi possível observar um baixo índice de aceitação em relação à textura do *frozen yogurt*, o qual os autores afirmam que pode ter sido afetado pelo baixo conteúdo lipídico deste gelado em comparação ao sorvete tradicional.

Em relação à intenção de compra, com resultados apresentados na Tabela 29 e na Figura 14, os sorbets com adição de prebióticos obtiveram notas de intenção de compra significativamente menores em relação às formulações controle e probióticas (Tabela 29). Tal resultado encontra-se de acordo com o observado na análise dos atributos sensoriais, no qual as amostras simbióticas tiveram menor aceitabilidade global, em razão, principalmente, da sua textura diferenciada e sabor desaprovado.

Tabela 29 – Notas médias da avaliação dos consumidores para intenção de compra nas diferentes formulações de sorbet de juçara utilizando escala de 5 pontos

	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
Intenção de compra	$3,2 \pm 1,02^{ab}$	$3,3 \pm 1,02^{ab}$	$2,9 \pm 1,17^{b}$	$3,4 \pm 1,04^{a}$	$2,9 \pm 1,07^{b}$

[a,b,c] Letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as formulações, pelo teste de Tukey (nível de significância de 5%). Dados apresentados como média ± desvio padrão. **S1:** Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

Maia et al. (2008) avaliaram a intenção de compra de diferentes sabores de sorvetes tradicionais com sacarose e sua substituição pelo adoçante xilitol. Os autores observaram alto índice de intenção de compra dos sorvetes com adoçante, corroborando a proposta de que a substituição da sacarose por polidextrose, ao invés da simples adição desta fibra, poderia ser vantajosa na aprovação dos sorbets simbióticos.

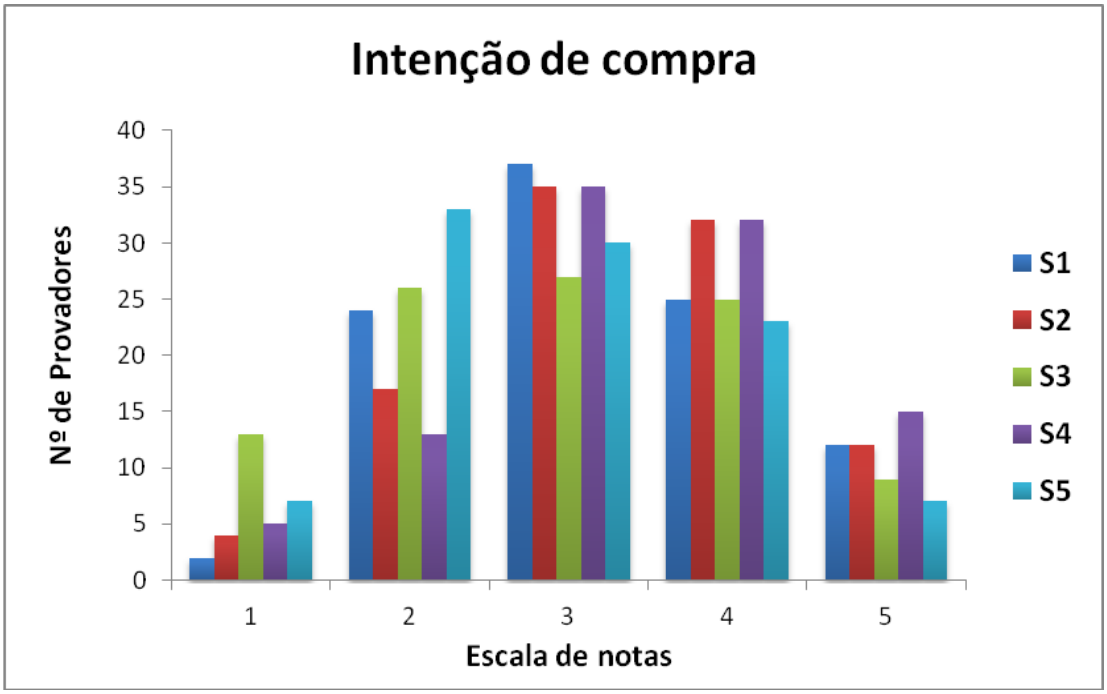
Os sorbets controle e probióticos obtiveram notas próximas, embora a formulação com a maior intenção de compra tenha sido a adicionada de *L. paracasei* (S4), a qual também conquistou a maior nota de aceitabilidade global (Tabela 29). Estes resultados permitem

inferir, portanto, que o sorbet de juçara adicionado de *L. paracasei* possui maior aceitação do que o adicionado de *L. acidophilus*.

De forma similar, Heenan et al. (2004) avaliaram a intenção de compra de uma sobremesa congelada à base se soja, não láctea e não fermentada, com a adição dos probióticos *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. paracasei*, *B. lactis* e *Saccharomyces boulardii*. Tais sobremesas obtiveram altas notas de intenção de compra e, do ponto de vista dos provadores, consiste em uma matriz adequada para o consumo de probióticos – corroborando os resultados positivos obtidos com sorbet de juçara.

Além disso, a Figura 14 apresenta a distribuição de notas atribuídas ao quesito intenção de compra, sendo possível avaliar a porcentagem de aceitação e rejeição para cada formulação de sorbet desenvolvido. Assim, foi observado que, dentre todas as formulações, as amostras simbióticas (S3 e S5) foram as únicas a apresentar maior porcentagem de rejeição (notas 1 e 2) do que de aceitação (notas 4 e 5), de modo a corroborar os resultados da análise estatística.

Figura 14 – Distribuição de notas da avaliação de intenção de compra das diferentes formulações de sorbet de juçara utilizando escala de 5 pontos



S1: Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose. Fonte: Própria autoria.

Em suma, foi possível verificar que adição de probióticos *Lactobacillus* spp. em sorbets de juçara foi capaz de manter sua aceitabilidade, através da aprovação de diversos

atributos sensoriais pelos provadores, o que torna este produto uma excelente matriz alimentícia para veiculação de bactérias benéficas.

Neste sentido, Cruz et al. (2009) afirmam que a incorporação de bactérias probióticas em sorvetes não deve afetar a qualidade global do produto, de modo que os parâmetro envolvidos, tais como as características sensoriais, sejam mantidos ou ainda melhores quando comparados ao sorvete convencional.

Por outro lado, a adição do prebiótico polidextrose aos sorbets não obteve o mesmo êxito, embora o fabricante afirme que a incorporação deste produto não seja capaz de alterar o sabor dos alimentos (DANISCO, 2011).

6. CONCLUSÕES

A polpa de fruto de juçara (*E. edulis*) possui grande potencial para ser utilizada em alimentos funcionais, uma vez que constitui uma rica fonte de compostos bioativos, apta a ser aplicada em matrizes alimentícias como o sorbet e capaz de manter suas propriedades funcionais ao longo do armazenamento sob congelamento. Além disso, as características físico-químicas e nutricionais destes frutos são favoráveis a sua aplicação no setor alimentício, o que possibilita a conservação de sua palmeira ameaçada.

Assim, os sorbets probióticos e simbióticos de juçara foram elaborados e analisados com sucesso, sendo este um alimento capaz de atender a demanda de indivíduos com restrição ao leite e em dieta de restrição calórica, além de trazer benefícios adicionais referentes às suas propriedades probióticas, prebióticas e bioativas. Suas propriedades nutricionais e físico-químicas foram favoráveis em todas as formulações analisadas, assim como os efeitos do armazenamento destes produtos sob congelamento. Em relação à estabilidade dos probióticos adicionados, estes mantiveram sua viabilidade durante todo o período de estocagem para todas as formulações de sorbet, embora não tenham conseguido resistir de maneira ideal às condições adversas *in vitro* dos fluidos gastrointestinais de modo a garantir a funcionalidade destes produtos. Uma sugestão viável para minimizar este problema seria a encapsulação dos probióticos adicionados, o que seria capaz de melhorar a sobrevivência destes microrganismos durante sua passagem pelo trato gastrointestinal. Já os testes de aceitabilidade dos atributos sensoriais e de intenção de compra mostraram maior aceitação das formulações probióticas em relação ao controle e menor interesse pelas amostras adicionadas de prebiótico, o que demonstra que a incorporação de bactérias probióticas em sorbets de juçara melhora a qualidade global do produto, enquanto a adição de polidextrose pode diminuir sua aceitabilidade nas condições de produção empregadas.

Em suma, todas as amostras elaboradas apresentaram ótimos resultados, demonstrando a viabilidade na produção deste tipo de alimento funcional simbiótico e rico em compostos fenólicos. Esta alternativa sustentável combina os efeitos benéficos à saúde dos compostos fenólicos da juçara com os benefícios dos probióticos e prebióticos. Assim, a juçara, uma matéria prima com alta atividade antioxidante, pode ser capaz propiciar viabilidade aos probióticos presentes – assegurando sua capacidade funcional durante toda a vida de prateleira do produto. Além disso, a combinação de polifenóis, probióticos e prebióticos em matrizes alimentícias complexas é capaz de potencializar os efeitos benéficos destes compostos e trazer vantagens fundamentais à microbiota intestinal de quem os consome.

REFERÊNCIAS

ABGHARI, A.; SHEIKH-ZEINODDIN, M.; SOLEIMANIAN-ZAD, S. Nonfermented ice cream as a carrier for *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus rhamnosus*. **International Journal of Food Science and Technology,** Chichester, v. 46, p. 84-92, 2011.

AKALIN, A. S.; KARAGÖZLÜ, C.; ÜNAL, G. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. **European Food Research and Technology,** Heidelberg, v. 227, p. 889-895, 2008.

AKALIN, A. S; ERISIR, D. Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. **Journal of Food Science,** Hoboken, v. 73, n. 4, p. M184-M188, 2008.

AKIN, M. B.; AKIN, M. S.; KIRMACI, Z. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. **Food Chemistry,** Amsterdam, v. 104, p. 93-99, 2007.

ALAMPRESE, C. et al. Effects of *Lactobacillus rhamnosus* GG addition in ice cream. **International Journal of Dairy Technology,** Chichester, v. 58, n. 4, p. 200-206, 2005.

ALAMPRESE, C. et al. Survival of *Lactobacillus johnsonii* La1 and influence of its addition in retail-manufactured ice cream produced with different sugar and fat concentrations. **International Dairy Journal,** Amsterdam, v. 12, p. 201-208, 2002.

ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 24, n. 1, p. 114-119, 2004.

AL-SHERAJI, S. H. et al. Prebiotics as functional foods: a review. **Journal of Functional Foods,** Amsterdam, v. 5, p. 1542-1553, 2013.

ALVAREZ, M. D. et al. Mashed potatoes enriched with soy protein isolate and inulin: chemical, rheological and structural basis. **Food Science and Technology International,** London, v. 19, p. 447-460, 2013.

ALVES, L. L. et al. Aceitação sensorial e caracterização de *frozen yogurt* de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico. **Ciência Rural,** Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2595-2600, 2009.

ALVES, L. L. et al. Cream cheese as a symbiotic food carrier using *Bifidobacterium animalis* Bb-12 and *Lactobacillus acidophilus* La-5 and inulin. **International Journal of Dairy Technology,** Chichester, v. 66, n. 1, p. 63-69, 2013.

ANDERSON, J. W.; GILLIAND, S. E. Effect of fermented milk (yogurt) containing *Lactobacillus Acidophilus* L1 on serum cholesterol in hypercholesterolemic humans. **Journal of the American College of Nutrition,** New York, v. 18, n. 1, p. 43-50, 1999.

ANKOLEKAR, C. et al. In vitro bioassay based screening of antihyperglycemia and antihypertensive activities of *Lactobacillus acidophilus* fermented pear juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies,** Amsterdam, v. 13, p. 221-230, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos.** Disponível em: <http://s.anvisa.gov.br/wps/s/r/wuE>. Acesso em: 08 dez. 2015.

_____. 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**, Poder Executivo, de 23 set. 2005, Brasília, 2005.

_____. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. **Diário Oficial da União,** Poder Executivo, de 26 dez. 2003, Brasília, 2003. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d12c9e804745947f9bf0df3fbc4c6735/RDC_359.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 19/10/2015.

_____. Consulta Pública nº 28, de 01 de junho de 2000. **Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis.** 2000. Disponível em: <http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP[3217-1-0].PDF>. Acesso em: 01 nov. 2015.

_____. Portaria nº 398, de 30 de Abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União,** Poder Executivo, de 03 maio 1999, Brasília, 1999a.

_____. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico para estabelecimento das diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União,** Poder Executivo, de 03 maio 1999, Brasília, 1999b.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC**. Official methods of analysis.** 16. ed. Arlington: AOAC, 2005.

ARAGON-ALEGRO, L. C. et al. Potentially probiotic and synbiotic chocolate mousse. **LWT - Food Science and Technology,** London, v. 40, n. 4, p. 669-675, 2007.

ARAI, S. Studies on functional foods in Japan: state of the art. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry,** Oxfordshire, v. 60, n. 1, p. 9-15, 1996.

ARELLANO, M. et al. Online ice crystal size measurements during sorbet freezing by means of the focused beam reflectance measurement (FBRM) technology. Influence of operating conditions. **Journal of Food Engineering,** London, v. 113, p. 351-359, 2012.

ARELLANO, M. et al. Rheological characterization of sorbet using pipe rheometry during the freezing process. **Journal of Food Engineering,** London, v. 119, p. 385-394, 2013.

ARELLANO, M. et al. Effect of sorbet freezing process on draw temperature and ice crystal size using focused beam reflectance method (fbrm) online measurements. In: ICR, 2011, Prague, Czech Republic. **Proceedings…** Prague, Czech Republic, 2011. res. 949.

ARVANITOYANNIS, I. S.; HOUWELINGEN-KOUKALIAROGLOU, M. V. Functional foods: a survey of health claims, pros and cons, and current legislation. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, New York, v. 45, p. 385-404, 2005.

ATANASSOVA, M. et al. Isolation and partial biochemical characterization of a proteinaceous anti-bacteria and anti-yeast compound produced by *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* strain M3. **International Journal of Food Microbiology,** Amsterdam, v. 87, p. 63-73, 2003.

AUERBACH, M. H. et al. Caloric availability of polydextrose. **Nutrition Reviews,** Cary, v. 65, n. 12, p. 544-549, 2007.

AVITABILE-LEVA, A. et al. Selection of new strawberry varieties suitable for processing - cultivar effects on the quality of strawberry sorbet. **Acta Horticulturae,** Leuven, v. 708, p. 559-564, 2006.

AXELSSON, L. Lactic acid bacteria: classification and physiology. In: SALMINEN, S.; VON WRIGHT, A. (Eds.). **Lactic acid bacteria:** microbiology and functional aspects. New York: Marcel Dekker Inc., CRC Press, 1998. p. 1-66.

BABOOTA, R. K. et al. Functional food ingredients for the management of obesity and associated co-morbidities: a review. **Journal of Functional Foods,** Amsterdam, v. 5, p. 997-1012, 2013.

BACHIEGA, P. et al. Antioxidant and antiproliferative activities in different maturation stages of broccoli (*Brassica oleracea* Italica) biofortified with selenium. **Food Chemistry,** Amsterdam, v. 190, p. 771-776, 2016.

BARBOSA, B. F. F. **Avaliação da citotoxicidade, genotoxicidade e antigenotoxicidade do fruto da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) em ratos *Wistar*.** 2014. 52 f. Dissertação (Mestrado em Toxicologia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

BARROS, E. C. M. et al. Efeitos da pasteurização sobre características físico-químicas, microbiológicas e teor de antocianinas da polpa de juçaí (*Euterpe edulis Martius*). **Revista Eletronica TECCEN,** Vassouras, v. 8, n. 1, p. 5-32, 2015.

BARROS, Z. M. P. et al. Enrichment of commercially-prepared juice with pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extract as a source of antioxidants. **Journal of Food Research**, Toronto, v. 3, n. 6, p. 179-187, 2014.

BEDANI, R.; ROSSI, E. A.; SAAD, S. M. I. Impact of inulin and okara on *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium animalis* Bb-12 viability in a fermented soy product and probiotic survival under *in vitro* simulated gastrointestinal conditions. **Food Microbiology,** London, v. 34, p. 382-389, 2013.

BEGOT, C. et al. Recommendations for calculating growth parameters by optical density measurements. **Journal of Microbiological Methods**, Amsterdam, v. 25, p. 225-232, 1996.

BENDALI, F.; SADOUN, N. M. D. Beneficial effects of a strain of *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* in *Staphylococcus aureus* - induced intestinal and colonic injury. **International Journal of Infectious Diseases,** London, v. 15, p. 787-794, 2011.

BEZERRA, M. et al. Caprine frozen yoghurt produced with fresh and spray dried jambolan fruit pulp (*Eugenia jambolana* Lam) and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BI-07. **LTW-Food Science and Technology,** London, v. 62, p. 1099-1104, 2015.

BICUDO, M. O. P. **Composição fenólica, atividade antioxidante e microencapsulação de frutos de juçara (*Euterpe edulis*):** aspectos de interesse para a indústria de alimentos. 2014. 142 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

BICUDO, M. O. P.; RIBANI, R. H.; BETA, T. Anthocyanins, phenolic acids and antioxidant properties of juçara fruits (*Euterpe edulis* m.) along the on-tree ripening process. **Plant Foods for Human Nutrition,** New York, v. 69, p. 142-147, 2014.

BIELECKA, M.; BIEDRZYCKA, E.; MAJKOWSKA, A. Selection of probiotics and prebiotics for synbiotics and confirmation of their *in vivo* effectiveness. **Food Research International**, Kidlington, v. 35, p. 125-131, 2002.

BIESALSKI, H. K. et al. Bioactive compounds: safety and efficacy. **Nutrition,** New York, v. 25, p. 1206-1211, 2009.

BORGES, G. S. C**. Determinação de compostos bioativos e avaliação da atividade antioxidante das diferentes frações dos frutos de juçara (*Euterpe edulis* Mart.) cultivados no estado de Santa Catarina.** 2013. 165 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

BORGES, G. S. C. et al. Optimization of the extraction of flavanols and anthocyanins from the fruit pulp of *Euterpe edulis* using the response surface methodology. **Food Research International,** Kidlington, v. 44, p. 708-715, 2011a.

BORGES, G. S. C. et al. Chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant capacity of jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil. **Food Research International,** Kidlington, v. 44, p. 2128-2133, 2011b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico referente a Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis. **Diário Oficial da União,** Poder Executivo, de 29 abr. 1999, Brasília, 1999c.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2000. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em: 27 nov. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 1998. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9180ca00474581008d31dd3fbc4c6735/PORTARIA_27_1998.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 05 jan. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução – RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 10 jan. 2001, Brasília, 2001. Art. 4a, p. 1-48.

BRITO, E. S. et al. Anthocyanins present in selected tropical fruits: acerola, jambolão, jussara and guajiru. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Washington, v. 55, p. 9389-9394, 2007.

BURDOCK, G. A.; FLAMM, W. G. A review of the studies of the safety of polydextrose in food. **Food and Chemical Toxicology**, Kidlington, v. 37, p. 233-264, 1999.

BURITI, F. C. A.; DAROCHA, J. S.; SAAD, S. M. I. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. **International Dairy Journal,** Amsterdam, v. 15, p. 1279-1288, 2005.

BURITI, F. C. A.; CARDARELLI, H. B.; SAAD, S. M. I. Textura instrumental e avaliação sensorial de queijo fresco cremoso simbiótico: implicações da adição de *Lactobacillus paracasei* e inulina. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences,** São Paulo, v. 44, n. 1, p. 75-84, 2008.

BUTTERFIELD, D. L. et al. Nutritional approaches to combat oxidative stress in Alzheimer's disease. **Journal of Nutritional Biochemistry,** New York, v. 13, p. 444-461, 2002.

CALLIGARIS, S. et al. Shelf-life modeling of bakery products by using oxidation indices. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Amsterdam, v. 55, p. 2004-2009, 2007.

ÇAM, M. et al. Enrichment of functional properties of ice cream with pomegranate by-products. **Journal of Food Science,** Hoboken, v. 78, p. C1543-C50, 2013.

CARDARELLI, H. R. et al. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic petit-suisse cheese. **LWT- Food Science and Technology,** London, v. 41, p. 1037-1046, 2007.

CARDOSO, G. A. et al. The effects of green tea consumption and resistance training on body composition and resting metabolic rate in overweight or obese women. **Journal of Medicinal Food,** New Rochelle, v. 16, n. 2, p. 120-127, 2013.

CARDOSO, L. M. et al.Chemical composition, characterization of anthocyanins and antioxidant potential of *Euterpe edulis* fruits: applicability on genetic dyslipidemia and hepatic steatosis in mice. **Nutrición Hospitalaria,** Madrid, v. 32, n. 2, p. 702-709, 2015.

CASEY, P. G. et al. A five-strain probiotic combination reduces pathogen shedding and alleviates disease signs in pigs challenged with *Salmonella enterica* Serovar *Typhimurium*. **Applied and Environmental Microbiology,** Washington, v. 73, p. 1858-1863, 2007.

CASTAÑEDA-OVANDO, A. et al. Chemical studies of anthocyanins: a review. **Food Chemistry,** Amsterdam, v. 113, p. 859-871, 2009.

ÇBAKMAKÇI, S. et al. Antioxidant capacity and functionality of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) flour and crust in a new kind of fruity ice cream. **International Journal of Food Science and Technology,** Chichester, v. 50, p. 472-481, 2015.

CERBO, A.; PALMIERI, B. *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* F19; a farmacogenomic and clinical update. **Nutrición Hospitalaria,** Madrid, v. 28, n. 6, p. 1842-1850, 2013.

CHEE, C. P. et al. Sensory properties of vanilla and strawberry flavoured ice cream supplemented with omega-3 fatty acids. **Milchwissenschaft,** Kempten, v. 62, p. 66-69, 2007.

CHIANG, S. S.; PAN, T. M. Beneficial effects of *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* NTU 101 and its fermented products. **Applied Microbiology and Biotechnology,** Heidelberg, v. 93, p. 903-916, 2012.

CLARKE, C. **The science of ice cream.** Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2004. 200 p.

COLLINS, M. D.; GIBSON, G. R. Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. **The American Journal of Clinical Nutrition,** Bethesda, v. 69 (Suppl), p. 1052-1057, 1999.

COLLINS, M. D.; PHILLIPS, B. A.; ZANONI, P. Deoxyribonucleic acid homology studies of *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* sp. nov., subsp. *paracasei* and subsp. *tolerans*, and *Lactobacillus rhamnosus* sp. nov., comb. nov. **International Journal of Systematic Bacteriology,** London, v. 32, n. 2, p. 105-8, 1989.

COMUNIAN, T. A. et al. Effect of incorporating free or encapsulated ascorbic acid in chicken frankfurters on physicochemical and sensory stability. **Journal of Food Science and Engineering,** New York, v. 4, p. 167-175, 2014.

COPPA, G. V. et al. Prebiotics in human milk: a review. **Digestive and Liver Disease,** London, v. 38, Suppl. 2, p. S291-S294, 2006.

CORR, S. C. et al. Bacteriocin production as a mechanism for the antiinfective activity of *Lactobacillus salivarius* UCC118. **Proceedings of the National Academy of Sciences,** Washington, v. 104, n. 18, p. 7617-7621, 2007.

COSTA, E. A. D. et al. Produção de polpa e sementes de palmeira juçara: alternativa de renda para a Mata Atlântica. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária,** [São Paulo], p. 60-66, 2008.

COSTA, G. N. S. et al. Desenvolvimento de um iogurte sabor juçaí (*Euterpe edulis* Martius): Avaliação físico-química e sensorial. **Revista Eletronica TECCEN,** Vassouras**,** v.5, n.2 p.43-58, 2012.

COSTA, M. G. M. **Desenvolvimento de sorvete simbiótico de açaí (*Euterpe oleracea*) com *Lactobacillus rhamnosus* GG e resistência do probiótico em um modelo de digestão gastrintestinal *in vitro*.** 2014. 182 f. Tese (Doutorado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) – Conjunto das Químicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

COSTA, W. S. et al. Influência da concentração de sólidos solúveis totais no sinal fotoacústico de polpa de manga. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais,** Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 141-147, 2004.

CÔTE, J. et al. Antimicrobial effect of cranberry juice and extracts. **Food Control,** Kidlington, v. 22, p. 1413-1418, 2011.

CRAIG, S. A. S. et al. (Eds.). **Complex carbohydrates in foods.** New York: CRC Press, 1999.

CRISCIO, T. D. et al. Production of functional probiotic, prebiotic, and synbiotic ice creams. **Journal of Dairy Science,** New York, v. 93, p. 4555-4564, 2010.

CRIZEL, T. M. et al. Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. **LWT – Food Science and Technology,** London, v. 53, p. 9-14, 2013.

CRUZ, A. G. et al. Ice-cream as a probiotic food carrier. **Food Research International,** Kidlington, v. 42, p. 1233-1239, 2009.

CRUZ, A. G. et al. Adjustment for modeling consumer study covering probiotic and conventional yogurt. **Food Research International,** Kidlington, v. 41, p. 211-215, 2012.

CRUZ, A. G. et al. Developing a prebiotic yogurt: rheological, physico-chemical and microbiological aspects and adequacy of survival analysis methodology. **Journal of Food Engineering,** London, v. 114, p. 323-330, 2013.

CRUZ, A. G. et al. Survival analysis methodology to predict the shelf-life of probiotic flavored yogurt. **Food Research International,** Kidlington, v. 43, p. 1444-1448, 2010.

CUEVA, C. et al. Antimicrobial activity of phenolic acids against commensal, probiotic and pathogenic bacteria. **Research in Microbiology,** Issy les Moulineaux, v. 161, p. 372-382, 2010.

DANISCO. **Litesse:** an introduction to Litesse® polydextrose, the better fibre. 2011. Disponível em:<http://www.danisco.com/fileadmin/user_upload/danisco/documents/Danisco_Litesse_Qleaflet.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2016.

DAS, A. et al. Evaluation of antioxidative, antibacterial and probiotic growth stimulatory activities of *Sesamum indicum* honey containing phenolic compounds and lignans. **Food Science and Technology,** Chichester, v. 61, p. 244-250, 2015.

DERTLI, E. et al. Development of a fermented ice-cream as influenced by *in situ* exopolysaccharide production: Rheological, molecular, microstructural and sensory characterization. **Carbohydrate Polymers,** Kidlington, v. 136, p. 427-440, 2016.

DIPLOCK, A. T. et al. Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document. **The British Journal of Nutrition,** Cambridge, v. 81, p. S1-S27, 1999.

DOBSON, A. et al. Bacteriocin production: a probiotic trait? **Applied and Environmental Microbiology,** Washington, v. 78, p. 1-6, 2012.

DUDA-CHODAK, A. et al. Interaction of dietary compounds, especially polyphenols, with the intestinal microbiota: a review. **European Journal of Nutrition,** Heidelberg, v. 54, p. 325-341, 2015.

EASYRGB. **Color conversion math and formulas.** Disponível em: <http://www.easyrgb.com>. Acesso em: 13 mar. 2016.

EJTAHED, H. S. et al. Effect of probiotic yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* on lipid profile in individuals with type 2 diabetes mellitus. **Journal of Dairy Science,** New York, v. 94, p. 3288-3294, 2011.

ERKAYA, T.; DAĞDEMIR, E.; ŞENGÜL, M. Influence of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) addition on the chemical and sensory characteristics and mineral concentrations of ice cream. **Food Research International,** Kidlington, v. 45, p. 331-335, 2012.

FAVARO-TRINDADE, C. S. et al. acceptability and stability of probiotic microorganisms and vitamin c in fermented acerola (*Malpighia emarginata* DC.) ice cream. **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 71, n. 6, p. S492-S495, 2006.

FAVARO-TRINDADE, C. S. et al. Effects of culture, pH and fat concentration on melting rate and sensory characteristics of probiotic fermented yellow mombin (*Spondias mombin* L) ice creams. **Food Science Technology International,** London, v. 13, n. 4, p. 285-291, 2007

FELZENSZWALB, I. et al. Toxicological evaluation of Euterpe edulis: a potential superfruit to be considered. **Food and Chemical Toxicology**, Kidlington, v. 58, p. 536-544, 2013.

FERRAR, L. et al. Effects of calcium-fortified ice cream on markers of bone health. **Osteoporosis International,** London, v. 22, p. 2721-31, 2011.

FLOOD, M. T.; AUERBACH, M. H.; CRAIG, S. A. A review of the clinical toleration studies of polydextrose in food. **Food and Chemical Toxicology,** Kidlington, v. 42, p. 1531-1542, 2004.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê: fibras alimentares. **Revista Food Ingredients Brasil**, São Paulo, n. 3, p. 42-65, 2008. Disponível em:<http://www.revista-fi.com/materias/63.pdf >. Acesso em: 18 dez. 2015.

FUJIMORI, S. et al. A randomized controlled trial on the efficacy of synbiotic versus probiotic or prebiotic treatment to improve the quality of life in patients with ulcerative colitis. **Nutrition,** New York, v. 25, n. 5, p. 520-525, 2009.

FUKUDA, S. et al. Bifidobacteria can protect from enteropathogenic infection through production of acetate. **Nature,** London, v. 469, p. 543-547, 2011.

GALETTI, M.; FERNANDEZ, J.C. Palm heart harvesting in the Brazilian Atlantic forest: changes in industry structure and the illegal trade. **Journal of Applied Ecology,** Chichester, v. 35, p. 294-301,1998.

GARBIN, V. P. **Análise da atividade antimicrobiana dos extratos dos frutos, óleos das sementes e fungos isolados da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius 1824).** 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia, Patologia e Parasitologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

GARCÍA-RUIZ, A. et al. Potential of phenolic compounds for controlling lactic acid bacteria growth in wine. **Food Control,** Kidlington, v. 19, p. 835-841, 2008.

GBASSI, G. K. et al. Microencapsulation of *Lactobacillus plantarum* spp in an alginate matrix coated with whey proteins. **International Journal of Food Microbiology,** Amsterdam, v. 129, p. 103-105. 2009.

GIBSON, G. R. et al. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. **Nutrition Research Reviews,** Cambridge, v. 17, p. 259-275, 2004.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **The Journal of Nutrition,** Bethesda, v. 125, n. 6, p. 1401-1412, 1995.

GIRI, A.; RAO, H. G. R.; RAMESH, V. Effect of incorporating whey protein concentrate into stevia-sweetened Kulfi on physicochemical and sensory properties. **International Journal of Dairy Technology,** Chichester, v. 66, p. 286-90, 2013.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Unit F1.2.1-13. Anthocyanins. Characterization and measurement with UVvisible spectroscopy. In: WROLSTAD, R. E. (Ed.), **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: Wiley, 2001.

GOFF, H. D. Review: colloidal aspects of ice cream-a review. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v. 7, p. 363-373, 1997.

GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. F. **Análises físico-químicas de alimentos.** Viçosa: Ed. UFV, 2013. 303 p.

GONZALEZ, S. et al. Oxidation and textural characteristics of butter and ice cream with modified fatty acid profiles. **Journal of Dairy Science,** New York, v. 86, p.70-77, 2003.

GONZÁLEZ-RAMÍREZ, J. E. et al. Modelo de un proceso de cristalización continua de un sorbete por medio de lametodología de momentos. **Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería,** Barcelona, v. 29, n. 4, p. 215-224, 2013.

GRANATO, D.; MASSON, M. L.; FREITAS, R. J. S. Stability studies and shelf life estimation of a soy-based dessert. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 30, n. 3, p. 797-807, 2010.

GRAY, J. **Dietary fibre:** definition, analysis, physiology and health. Brussels: International Life Sciences Institute, 2006.

GRIS, E. F. et al. Avaliação do tempo de meia-vida de antocianinas de uvas Cabernet Sauvignon em "sorbet". **Boletim CEPPA,** Porto Alegre, v. 22, p. 375-386, 2004.

GUERGOLETTO, K. B. et al. *In vitro* fermentation of juçara pulp (*Euterpe edulis*) by human colonic microbiota. **Food Chemistry,** Amsterdam, v. 196, p. 251-258, 2016.

HAMET, M. F.; PIERMARIA, J. A.; ABRAHAM, A. G. Selection of EPS-producing Lactobacillus strains isolated from kefir grains and rheological characterization of the fermented milks. **Food Science and Technology,** Chichester, v. 63, p. 129-135, 2015.

HAMILTON-MILLER, J. M. T.; GIBSON, G. R.; BRUCK, W. Some insights into the derivation and early uses of the word 'probiotic'. **The British Journal of Nutrition,** Cambridge, v. 90, p.845, 2003.

HAN, X.; SHEN, T.; LOU, H. Dietary polyphenols and their biological significance. **International Journal of Molecular Sciences,** Basel, v. 8, p. 950-988, 2007.

HEENAN, C. N. et al. Survival and sensory acceptability of probiotic microorganisms in a non fermented frozen vegetarian dessert. **LWT – Food Science and Technology,** London, v. 37, p. 461-466, 2004.

HEKMAT, S.; MCMAHON, D. J. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in ice-cream for use as probiotic food. **Journal of Dairy Science,** New York, v. 75, n. 6, p. 1415-1422, 1992.

HELLAND, M. H.; WICKLUND, T.; NARVHUS, J. A. Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk- and water-based cereal puddings. **International Dairy Journal,** Amsterdam, v. 14, p. 957-965, 2004.

HENDERSON, A. The genus Euterpe in Brazil. In: REIS, M. S.; REIS, A. (Eds.). ***Euterpe edulis* Martius– (Palmiteiro) biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p. 1-22, 152.

HIDALGO, M. et al. Metabolism of anthocyanins by human gut microflora and their influence on gut bacterial growth. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Washington, v. 60, p. 3882-3890, 2012.

HILL, C. et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology,** v. 11, p. 506-514, 2014.

HIPÓLITO, C. V. G. **Qualidade do fruto *vs.* qualidade do sorbet:** estudo do efeito do tempo e temperatura de conservação do sorbet. 2012. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) - Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

HOLZAPFEL, W. H.; SCHILLINGER, U. Introduction to pre- and probiotics. **Food Research International,** Kidlington, v. 35, n. 2/3, p. 109-116, 2002.

HOMAYOUNI , A. et al. Factors influencing probiotic survival in ice cream: a review. **International Journal of Dairy Science,** New York, v. 7, p. 1-10, 2012.

HONG, G. P.; NIP, W. K. Functional properties of precooked taro flour in sorbets. **Food Chemistry,** Amsterdam, v. 36, p. 261-270, 1990.

HUE, S. H.; KIM, M. H. **The moderns' health and health supplement foods.** Seoul: Hongikjae, 1997.

HUNTERLAB. **Measuring Color using Hunter L, a, b versus CIE 1976 L*a*b*.** Application note NA 1005.00. 2012. Disponível em: <http://www.hunterlab.com/an-1005b.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2015.

HWANG, J. Y.; SHYU, Y. S.; HSU, C. K. Grape wine lees improves the rheological and adds antioxidant properties to ice cream. **LWT – Food Science and Technology,** London, v. 42, p. 312-8, 2009.

IADEROZA, M. et al. Anthocyanins from fruits of açaí (*Euterpe oleracea*, Mart) and juçara (*Euterpe edulis* Mart). **Tropical Science**, Chichester, v. 32, p. 41-46, 1992.

INÁCIO, M. R. C. et al. Total anthocyanin content determination in intact açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) and palmitero-juçara (*Euterpe edulis* Mart.) fruit using near infrared spectroscopy (NIR) and multivariate calibration. **Food Chemistry,** Amsterdam, v. 136, p. 1160-1164, 2013.

INADA, K. O. P. et al. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. **Journal of Functional Foods,** Amsterdam, v. 17, p. 422-433, 2015.

INSTITUTO DEL GELATO ITALIANO. **Codice di autodisciplina per i prodotti della gelateriale.** Roma, 1994.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 8261:2001 (IDF 122:2001)** - Milk and milk products – General guidance for the preparation of test samples, initial and suspension and decimal dilutions for microbiological examination 2. ed. Geneva: ISO, 2001.

JACOB, K. et al. Influence of lycopene and vitamin C from tomato juice on biomarkers of oxidative stress and inflammation. **The British Journal of Nutrition,** Cambridge, v. 99, p. 137-146, 2008

JAKOBEK, L. Interactions of polyphenols with carbohydrates, lipids and proteins. **Food Chemistry,** Amsterdam, v. 175, p. 556-567, 2015.

JUDD, W. S. et al. **Sistemática vegetal:** um enfoque filogenético. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 624 p.

KANG, J. et al. Bioactivities of açaí (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. **Food Chemistry,** Amsterdam, v. 133, p. 671-677, 2012.

KARAASLAN, M. et al. Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 44, p. 1065-1072, 2011.

KARACA, O. B. et al. The functional, rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. **International Journal of Dairy Technology,** Chichester, v. 62, p. 93-99, 2009.

KASSADA, A. T. et al. Sorbet a base de caldo de cana saborizado artificialmente. **Revista GEINTEC,** São Cristóvão, v. 5, n. 1, p. 1716-1725, 2015.

KEMPERMAN, R. A. et al. Novel approaches for analysing gut microbes and dietary polyphenols: challenges and opportunities. **Microbiology,** London, v. 156, p. 3224-3231, 2010.

KOLLATH, W. Ernahrung und Zahnsystem (Nutrition and the tooth system). **Deutsche zahnärztliche Zeitschrift,** German, v. 8, n. 11, p. 7-16, 1953.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HARRIS, W. S.; APPEL, L. J. Fish Consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. **Circulation,** Philadelphia, v. 19, p. 2747-2757, 2002.

KWAK, N. S.; JUKES, D. J. Functional foods. Part 1: the development of a regulatory concept. **Food Control,** Kidlington, v. 12, p. 99-107, 2001

LACOMBE, A. et al. The antimicrobial properties of the lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium*) fractional components against foodborne pathogens and the conservation of probiotic *Lactobacillus rhamnosus*. **Food Microbiology,** London, v. 30, p. 124-131, 2012.

LAI, C. S.; WU, J. C.; PAN, M. H. Molecular mechanism on functional food bioactives for anti-obesity. **Current Opinion in Food Science**, Oxford, v. 2, p. 9-13, 2015.

LAPARRA, J. M.; SANZ, Y. Interactions of gut microbiota with functional food components and nutraceuticals. **Pharmacological Research,** London, v. 61, p. 219-225, 2010.

LEANDRO, E. S. et al. Survival of *Lactobacillus delbrueckii* UFV H2b20 in ice cream produced with different fat levels and after submission to stress acid and bile salts. **Journal of Functional Foods,** Amsterdam, v. 5, p. 503-507, 2013.

LEDEKER, C. N. et al. Changes in the sensory characteristics of mango cultivars during the production of mango purée and sorbet. **Journal of Food Science,** Hoboken, v. 77, n. 10, p. S348-S355, 2012.

LEE, H. C. et al. Effect of tea phenolics and their aromatic fecal bacterial metabolites on intestinal microbiota. **Research in Microbiology**, Issy les Moulineaux, v. 157, p. 876-884, 2006.

LEE, J. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the ph differential method: collaborative study. **Journal of AOAC International,** Rockville, v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 2005.

LEE, S. M. et al. Origin of human colour preference for food. **Journal of Food Engineering,** London, v. 119, p. 508-515, 2013.

LEITE, S. T. **Iogurte simbiótico de açaí (*Euterpe edulis* Mart.):** caracterização físico-química e viabilidade de bactérias ácido-láticas e probiótica. 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. 2015.

LIMA, M. A. C. **Teor de sólidos solúveis.** Disponível em:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_147_24112005115227.html>. Acesso em: 09 dez. 2015.

LIN, F. M.; CHIU, C. H.; PAN, T. M. Fermentation of a milk–soymilk and *Lycium chinense* Miller mixture using a new isolate of *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* NTU101 and *Bifidobacterium longum*. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology,** Heidelberg, v. 31, p. 559-564, 2004.

LIU, D. M. et al. Survivability of *L. rhamnosus* in Soy Cheese. **Food Technology and Biotechnology,** Zagreb, v. 44, n. 3, p. 417-422, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 352 p.

LORENZI, H. **Flora brasileira:** Arecaceae (Palmeiras). Nova Odessa: Plantarum, 2010. 368 p.

LORENZI, H. et al. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2004. 416 p.

LU, C. C.; YEN, G. C. Antioxidative and anti-inflammatory activity of functional foods. **Current Opinion in Food Science,** Oxford, v. 2, p. 1-8, 2015.

LUCKOW, T.; DELAHUNTY, C. Which juice is “healthier”? A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks. **Food Quality and Preference,** Kidlington, v. 15, p. 751-759, 2004.

MACEDO, R. E. F. et al. Desenvolvimento de embutido fermentado por *Lactobacillus* probióticos: características de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 28, n. 3, p. 509-519, 2008.

MAGRO, D. O. et al. Effect of yogurt containing polydextrose, *Lactobacillus acidophilus* NCFM and *Bifidobacterium lactis* HN019: A randomized, double-blind, controlled study in chronic constipation. **Nutrition Journal,** Glendale, v. 13, n. 75, 2014.

MAIA, M. C. A. et al. Avaliação do consumidor sobre sorvetes com xilitol. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 28, n. 2, p. 341-347, 2008.

MÄKELÄINEN, H. et al. Xylo-oligosaccharides and lactitol promote the growth of *Bifidobacterium lactis* and *Lactobacillus* species in pure cultures. **Beneficial Microbes,** Wageningen, v. 1, p. 139-148, 2010.

MARKAKIS, P. Stability of anthocyanins in foods. In: MARKAKIS, P. (Ed.) **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p. 163-180.

MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Ice cream.** New York: Springer. 2003. 357 p.

MARTIN, J. G. P. et al. Antimicrobial potential and chemical composition of agroindustrial wastes. **Journal of Natural Products**, Washington, v. 5, p. 27-36, 2012.

MARTÍNEZ-CERVERA, S. et al. Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. **LTW-Food Science and Technology,** London, v. 45, p. 213-220, 2012.

MCGUIRE, R. Reporting of objective color measurements. **Hortscience,** Alexandria, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques.** 3. ed. Boca Raton: CRC, 1999. 390 p.

MINOLTA CORP. **Precise color communication:** color control from feeling to instrumentation. Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994. 49 p.

MIZOTA, T. Functional and nutritional foods containing bifidogenic factors. **Bulletin of the International Dairy Federation,** Brussels, v. 313, p. 31-35, 1996.

MOLLET, B.; ROWLAND, I. Functional foods: at the frontier between food and pharma. **Current Opinion in Biotechnology,** Kidlington, v. 13, p. 483-485, 2002.

MONTEIRO, R. C. R. et al. Desenvolvimento e avaliação da qualidade de sorvete de iogurte simbiótico, de leite de búfala enriquecido com polpa de açaí (*Euterpe oleracea*). **Nucleus,** Ituverava, v. 12, n. 2, 2015.

MORAIS, S. A. L. et al. Análise de compostos bioativos, grupos ácidos e da atividade antioxidante do café arábica (*Coffea arabica*) do cerrado e de seus grãos defeituosos (PVA) submetidos a diferentes torras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 28, supl., p. 198-207, 2008.

MUGAMBI, M. N.; YOUNG, T.; BLAAUW, R. Application of evidence on probiotics, prebiotics and synbiotics by food industry: a descriptive study. **Biomed Central Research Notes,** London, v. 7, art. 754, 2014.

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

NASCIMENTO, R. J. S. et al. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 498-502, 2008.

NIGHSWONGER, B. D.; BRASHEARS, M. M.; GILLILAND, S. E. Viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* in fermented milk products during refrigerated storage. **Journal of Dairy Science,** New York, v. 79, p. 212-219, 1996.

NOVELLO, A. A. et al. Chemical characterization, antioxidant and antiatherogenic activity of anthocyanin-rich extract from *Euterpe edulis* Mart. in mice. **Journal of Food and Nutrition Research,** Bratislava, v. 54, n. 2, p. 101-112, 2015.

OBÓN, J. M. et al. Production of a red-purple food colorant from *Opuntia stricta* fruits by spray-drying and its application in food model systems. **Journal of Food Engineering,** London, v. 90, n. 4, p. 471-479, 2009.

OKURO, P. K. **Desenvolvimento, avaliação e aplicação de micropartículas simbióticas produzidas por *spray chilling*.** 2013. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

OLIVEIRA, L. B.; JURKIEWICZ, C. H. Influence of inulin and acacia gum on the viability of probiotic bacteria in synbiotic fermented milk. **Brazilian Journal of Food Technology,** Campinas, v. 12, p. 138-44, 2009.

OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.).** Série Frutas Nativas, 7 Ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 52p.

OLIVEIRA, M. S. P.; FARIAS NETO, J. T.; PENA R. **Açaí:** técnicas de cultivo e processamento**.** Fortaleza: Instituto Frutal, 2007. 104 p.

ONG, L.; SHAH, N. P. Probiotic cheddar cheese: influence of ripening temperatures on survival of probiotic microorganisms, cheese composition and organic acid profiles. **Food Science and Technology,** Chichester, v. 42, p. 1260-1268, 2009.

OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods.** London: Academic, 1978. 158 p.

O'SHEA, E. F. et al. Characterization of enterocin- and salivaricin-producing lactic acid bacteria from the mammalian gastrointestinal tract. **FEMS Microbiology Letters,** Oxford, v. 291, n. 1, p. 24-34, 2009.

ÖZER, B. et al. Improving the viability of *Bifidobacterium bifidum* BB-12 and *Lactobacillus acidophilus* LA-5 in white-brined cheese by microencapsulation. **International Dairy Journal,** Amsterdam, v. 19, p. 22-29, 2009.

PANG, G. et al. How functional foods play critical roles in human health. **Food Science and Human Wellness,** Amsterdam, v. 1, p. 26-60, 2012.

PAUCAR-MENACHO, L. M. et al. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado proteico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 28, n. 4, p. 767-778, 2008.

PAZMIÑO-DURÁN, E. A. et al. Anthocyanins from *Oxalis triangularis* as potential food colorants. **Food Chemistry,** Amsterdam, v. 75, p. 211-216, 2001.

PIMENTEL, T. C.; CRUZ, A. G.; PRUDENCIO, S. H. *Short communication*: Influence of long-chain inulin and *Lactobacillus paracasei* subspecies *paracasei* on the sensory profile and acceptance of a traditional yogurt. **Journal of Dairy Science,** New York, v. 96, p. 6233-6241, 2013.

POZO-INSFRAN, D.; BRENES, C. H.; TALCOTT, S. T. Phytochemical composition and pigment stability of açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Washington, v. 52, p. 1539-1545, 2004.

PRONCZUK, A.; HAYES, K. C. Hypocholesterolemic effect of dietary polydextrose in gerbils and humans. **Nutrition Research,** New York, v. 26, p. 27- 31, 2006.

PUTAALA, H. Polydextrose in lipid metabolism. In: BAEZ, R.V. (Ed.). **Lipid metabolism.** Croatia: InTech, 2013. p. 233-259.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R. et al. Phenolics selectively inhibit the growth of intestinal pathogens. **Journal of Applied Microbiology,** Chichester, v. 98, p. 991-1000, 2005.

QUIGLEY, E. M. M. Gut microbiota and the role of probiotics in therapy. **Current Opinion in Pharmacology,** Kidlington, v. 11, p. 593-603, 2011.

RANADHEERA, C. S. et al. *In vitro* analysis of gastrointestinal tolerance and intestinal cell adhesion of probiotics in goat's milk ice cream and yogurt. **Food Research International,** Kidlington, v. 49, p. 619-625, 2012.

RANADHEERA, R. D. C. S.; BAINES, S. K.; ADAMS, M. C. Importance of food in probiotic efficacy. **Food Research International,** Kidlington, v. 43, p. 1-7, 2010.

RANINEN, K. et al. Dietary fiber type reflects physiological functionality: comparison of grain fiber, inulin, and polydextrose. **Nutrition Reviews,** Cary, v. 69, n. 1, p. 9-21, 2011.

REIN, M. **Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins.** 2005. 86 f. Academic Dissertation - Department of Applied Chemistry and Microbiology, University of Helsinki, , Helsinki, 2005.

RENNHARD, H. H.; PFIZER Inc. **Polysaccharides and their preparation.** Patent 3766165 A, 16 out. 1973.

RIBEIRO, L. O.; MENDES, M. F.; PEREIRA, C. S. S. Avaliação da composição centesimal, mineral e teor de antocianinas da polpa de juçaí (*Euterpe edulis* Martius). **Revista Eletronica TECCEN,** Vassouras, v. 4, n. 2, p. 5-16, 2011.

RICHTER, M.; LANNES, S. C. S. Bombom para dietas especiais: avaliação química e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 27, n. 1, p. 193-200, 2007.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Diseases,** London, v. 34, p. 105-110, 2002.

ROBERFROID, M. et al. Prebiotic effects: metabolic and health benefits. **The British Journal of Nutrition,** Cambridge, v. 104, Suppl. 2, p. S1-S63, 2010.

RODRÍGUEZ, H. et al. Food phenolics and lactic acid bacteria. **International Journal of Food Microbiology,** Amsterdam, v. 132, p. 79-90, 2009.

ROGEZ, H. et al. Sigmoidal kinetics of anthocyanin accumulation during fruit ripening: a comparison between açai fruits (*Euterpe oleracea*) and other anthocyanin-rich fruits. **Journal of Food Composition and Analysis,** Maryland Heights, v. 24, p. 796-800, 2011.

ROLAND, A. M.; PHILLIPS, L. G.; BOOR, K. J. Effects of fat replacers on the sensory properties, color, melting, and hardness of ice cream. **Journal of Dairy Science,** New York, v. 82, p. 2094-2100, 1999.

RÖYTIÖ, H.; OUWEHAND, A. C. The fermentation of polydextrose in the large intestine and its beneficial effects. **Beneficial Microbes,** Wageningen, v. 5, n. 3, p. 305-314, 2014.

RUFINO, M. S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry,** Amsterdam, v. 121, p. 996-1002, 2010.

SAAD, S. M. I. Probioticos e prebioticos: o estado da arte**. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences,** São Paulo, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.

SAGDIC, O. et al. Interaction between some phenolic compounds and probiotic bacterium in functional ice cream production**. Food Bioprocess Technology**, New York, v. 5, p. 2964-2971, 2012.

SALEM, M. M. E.; FATHI, F. A.; AWAD, R. A. Production of probiotic ice cream. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences,** New York, v. 14/55, n. 3, p. 267-271, 2005.

SALES, W. B. et al. Avaliação microbiológica da carne de frango. **Cadernos da Escola de Saúde,** Paraná, v. 12, p. 40-49, 2014.

SANTO, A. P. E. et al. Açai pulp addition improves fatty acid profile and probiotic viability in yoghurt. **International Dairy Journal,** Amsterdam, v. 20, p. 415-422, 2010.

SANTOS, A. C. A. et al. Potencial antioxidante de antocianinas em fontes alimentares: revisão sistemática. **Revista Interdisciplinar,** Teresina, v. 7, n. 3, p. 149-156, 2014.

SANTOS, E. F. et al. Ingestion of polydextrose increase the iron absorption in rats submitted to partial gastrectomy. **Acta Cirúrgica Brasileira,** São Paulo, v. 25, n. 6, p. 518-524, 2010.

SANTOS, E. F. et al. Dietary polydextrose increases calcium absorption in normal rats. **Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva,** São Paulo, v. 22, n. 4, p. 201-205, 2009.

SANTOS, G. M. et al. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion,** Caracas, v. 58, n. 2, p. 187-192, 2008.

SANTOS, M. G. **Desenvolvimento e caracterização de microcápsulas de xilitol e mentol por coacervação complexa e sua aplicação em gomas de mascar.** 2014. 212 f. Tese

(Doutorado em Ciências da Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

SANTOS, P. P. **Desenvolvimento de gelado comestível probiótico.** 2012. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

SCHAUSS, A. G. et al. Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried Amazonian Palm Berry, *Euterpe oleraceae* Mart. (Acai). **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Washington, v. 54, p. 8598-8603, 2006.

SCHIRMER, M. et al. Physicochemical interactions of polydextrose for sucrose replacement in pound cake. **Food Research International,** Kidlington, v. 48, p. 291-298, 2012.

SCHOUTEN, B. et al. Cow milk allergy symptoms are reduced in mice fed dietary synbiotics during oral sensitization with whey. **The Journal of Nutrition,** Bethesda, v. 139, n. 7, p. 1398-1403, 2009.

SCHULTZ, J. **Compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante de açaí de *Euterpe edulis* Martius e *Euterpe oleracea* Martius e influência de diferentes métodos de pasteurização sobre o açaí de *Euterpe edulis*.** 2008. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SCHULZ, M. et al. Chemical composition, bioactive compounds and antioxidant capacity of juçara fruit (*Euterpe edulis* Martius) during ripening. **Food Research International,** Kidlington, v. 77, p. 125-131, 2015.

SCHWARTZ, S. J.; VON ELBEE, J. H.; GIUSTI, M. M. Corantes. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema.** 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 445-498.

SCOTTI, L. et al. Modelagem molecular aplicada ao desenvolvimento de moléculas com atividade antioxidante visando ao uso cosmético. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas,** São Paulo, v. 43, n. 2, p. 153-166, 2007.

SHAH, N. P. et al. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobactevium bijidzm* in commercial yoghurt during refrigerated storage. **International Dairy Journal,** Amsterdam, v. 5, p. 515-521, 1995.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Phenolics in food and nutraceuticals:** sources, applications and health effects. Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.

SHALEV, E. et al. Ingestion of yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* compared with pasteurized yogurt as prophylaxis for recurrent candidal vaginitis and bacterial vaginosis. **Archives of Family Medicine,** Chicago, v. 5, n. 10, p. 593-596, 1996.

SHARMA, A. et al. Use of fine wine lees for value addition in ice cream. **Journal of Food Science and Technology,** Chichester, v. 52, p. 592-596, 2015.

SHARMA, R. J. et al. Stability of anthocyanins- and anthocyanidins-enriched extracts, and formulations of fruit pulp of *Eugenia jambolana* ("jamun"). **Food Chemistry,** Amsterdam, v. 190, p. 808-817, 2016.

SHIH, Y. H. **Evaluation of product development techniques for a frozen fruit-based dessert.** 2005. 133 f. Tese (Doutorado em Hospitality Administration) - Texas Tech University, 2005.

SHIN, J. S.; CHUNG, H. S. Antibacterial activities of phenolic components from *Camellia sinensis* L. on pathogenic microorganisms. **Journal of Food Science and Nutrition,** Korea, v. 12, p. 135-140, 2015.

SILVA, M. G. C. P. C.; BARRETO, W. S.; SERÔDIO, M. H. **Comparação nutricional da polpa dos frutos de juçara e de açaí**. 2004. Disponível em: < http://www.inaceres.com.br/downloads/artigos/acai_jucara.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2015.

SILVA, M. P.; CAVALLI, D. R.; OLIVEIRA, T. C. R. M. Avaliação do padrão de coliformes a 45 ºC e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e Petrifilm EC na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 352-359, 2006.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água.** 4. ed. São Paulo: Varela, 2010.

SILVA, N. A. et al. Phenolic compounds and carotenoids from four fruits native from the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Washington, v. 62, p. 5072-5084, 2014.

SILVA, P. D. L. et al. Potentially probiotic ice cream from goat's milk: characterization and cell viability during processing, storage and simulated gastrointestinal conditions. **Food Science and Technology,** Chichester, v. 62, p. 452-457, 2015.

SILVA, P. P. M. et al. Composition of juçara pulp. **Brazilian Journal of Food Nutrition**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 7-13, 2013.

SINGLETON, V. L; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-ciocalteu reagente. **Methods of Enzymology,** Maryland Heights, v. 299, p. 152-178, 1999.

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

SOUKOULIS, C.; FISK, I. D.; BOHN, T. Ice cream as a vehicle for incorporating health-promoting ingredients: conceptualization and overview of quality and storage stability. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety,** Chicago, v. 13, p. 627-655, 2014.

SOURABH, A. et al. Influence of phenolic compounds of Kangra tea [*Camellia sinensis* (L) O Kuntze] on bacterial pathogens and indigenous bacterial probiotics of Western Himalayas. **Brazilian Journal of Microbiology**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 709-715, 2013.

SOUZA, C. **Aplicação do colostro bovino no desenvolvimento de um iogurte potencialmente simbiótico**. 2015. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

STEED, H. et al. Clinical trial: the microbiological and immunological effects of synbiotic consumption – a randomized double-blind placebo-controlled study in active Crohn's disease. **Alimentary Pharmacology and Therapeutics,** Chichester, v. 32, p. 872-883, 2010.

STOGO, M. **Ice cream and frozen desserts:** a commercial guide to production and marketing. New York: John Wiley, 1998.

STRAPASSON, G. C. et al. Alimentos com propriedades funcionais: uma atualização. **Visão Acadêmica,** Curitiba, v. 15, n. 4, p. 73-86, 2014.

TAGHIZADEH, M. et al. Synbiotic food consumption reduces levels of triacylglycerols and VLDL, but not cholesterol, LDL, or HDL in plasma from pregnant women. **Lipids,** Heidelberg, v. 49, p. 155-161, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

THARP, B. Diretrizes para formulação de sorvete lácteo. **Sorvetes e Casquinhas,** São Paulo, Edição Inverno, p. 22-26, 2010. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/121.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2016.

THOMAS, P. R.; EARL, R. O. **Opportunities in the nutrition and food sciences:** research challenges and the next generation of investigators**.** Washington, DC: The National Academies Press, 1994. 310 p.

TOBEY, N. A. et al. The role of pepsin in acid injury to esophageal epithelium. **American Journal of Gastroenterology**, New York, v. 96, n. 11, p. 3062-3070. 2001.

TOPOLSKA, K. et al. Organoleptic quality of fruit sorbets containing yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. and Endl.). **Journal of Microbiology, Biotechnology and Foods Sciences,** Nitra, v. 4, p. 161-163, 2015.

TRIPATHI, M. K.; GIRI, S. K. Probiotic functional foods: survival of probiotics during processing and storage. **Journal of Functional Foods,** Amsterdam, v. 9, p. 225-241, 2014.

TUOHY, K. M. et al. Using probiotics and prebiotics to improve gut health. **Drug Discovery Today,** London, v. 8, n. 15, p. 692-700, 2003.

TURGUT, T.; CAKMAKCI, S. Investigation of the possible use of probiotics in ice cream manufacture. **International Journal of Dairy Technology,** Chichester, v. 62, n. 3, p. 444-451, 2009.

TZOUNIS, X. et al. Flavanol monomer-induced changes to the human faecal microflora, **British Journal of Nutrition,** v. 99, p. 782-792, 2008.

VALDÉS, L. et al. The relationship between phenolic compounds from diet and microbiota: impact on human health. **Food and Function,** Cambridge, v. 6, p. 2424-2439, 2015.

VASCONCELOS, B. G. **Desenvolvimento de *mix* de açaí probiótico, prebiótico e simbiótico.** 2010. 65 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) – Conjunto das Químcias, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

VASCONCELOS. B. G. et al. Innovative *açaí* (*Euterpe oleracea*, Mart., Arecaceae) functional frozen dessert exhibits high probiotic viability throughout shelf-life and supplementation with inulin improves sensory acceptance. **Food Science and Biotechnology,** Korea, v. 23, n. 6, p. 1843-1849, 2014.

VITALI, B. et al. Impact of a synbiotic food on the gut microbial ecology and metabolic profiles. **BMC Microbiology,** London, v. 10, art. 4, 2010.

VORAGEN, A. G. J. Technological aspects of functional food-related carbohydrates. **Trends in Food Science & Technology,** Kidlington, v. 9, p. 328-335, 1998.

WANG, Y. Prebiotics: Present and future in food science and technology. **Food Research International,** Kidlington, v. 42, p. 8-12, 2009.

WHELAN, A. P. et al. Effect of trehalose on the glass transition and ice crystal growth in ice cream. **International Journal of Food Science and Technology,** Chichester, v. 43, p. 510-516, 2008.

WILLIAMSON, G.; CLIFFORD, M. N. Colonic metabolites of berry polyphenols: the missing link to biological activity? **The British Journal of Nutrition,** Cambridge, v. 104, p. S48–S66, 2010.

WITAICENIS, A. et al. Dietary polydextrose prevents inflammatory bowel disease in trinitrobenzenesulfonic acid model of rat colitis. **Journal of Medicinal Food,** New Rochelle, v. 13, n. 6, p. 1391-1396, 2010.

WU, X. et al. Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Washington, v. 54, p. 4069-4075, 2006.

WU, X. et al. Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Washington, v. 54, p. 4069-4075, 2006.

YOSHIOKA, M.; SHIMOMURA, Y.; SUZUKI, M. Dietary polydextrose affects the large intestine in rats. **The Journal of Nutrition,** Bethesda, v. 124, n. 4, p. 539-547, 1994.

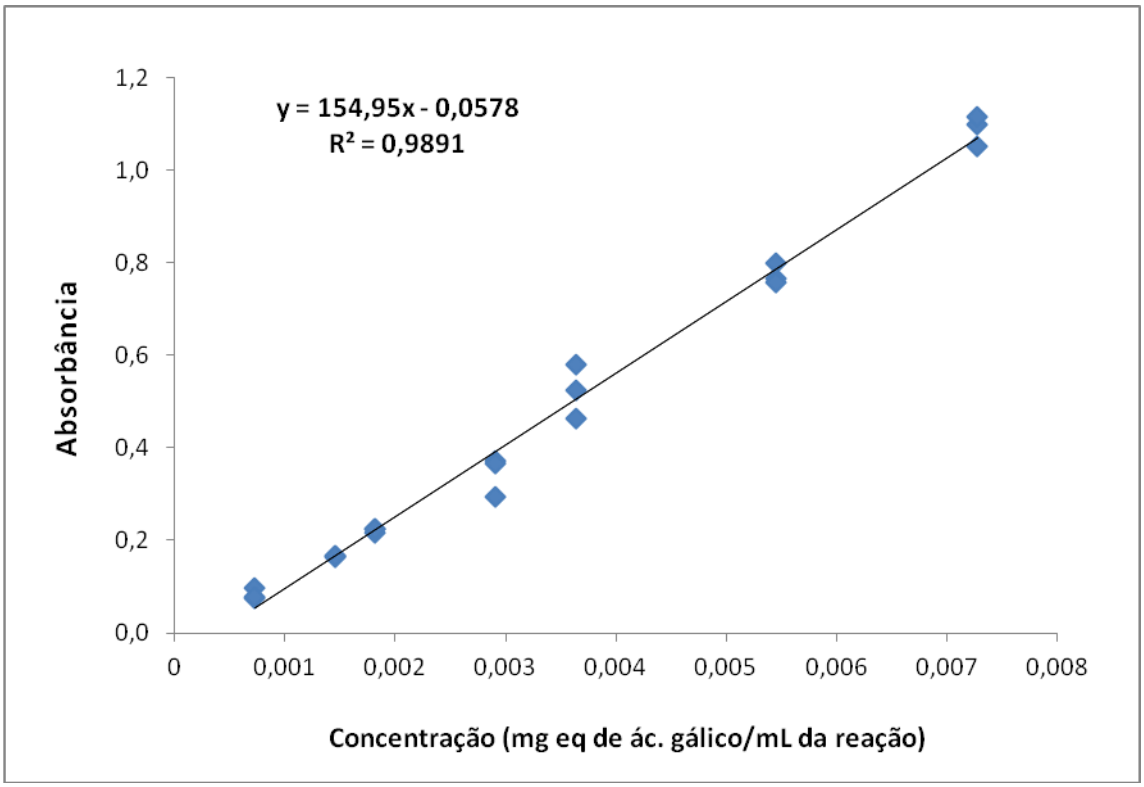
YOUSUF, B. et al. Health benefits of anthocyanins and their encapsulation for potential use in food systems: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** London, 2015. (In press).

YUYAMA, L. K. O. et al. Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. **Acta Amazônica,** Manaus, v. 41, n. 4, p. 545-552, 2011.

ZAGO, M. et al. Characterization and probiotic potential of *Lactobacillus plantarum* strains isolated from cheeses. **Food Microbiology,** London, v. 28, p. 1033-1040, 2011.

APÊNDICE A – Curva Padrão de Ácido Gálico

Figura 15 - Curva de calibração para a determinação de compostos fenólicos totais



Fonte: Própria autoria.

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

INFORMAÇÕES

Nome:	
Data de Nascimento:	**Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino**
Endereço:	
Cidade:	**Telefone:**

Justificativa: O desenvolvimento de um produto funcional a base de frutos de juçara é uma excelente alternativa para sua valorização, uma vez que esta espécie muito semelhante ao açaí se encontra ameaçada de extinção devido à retirada massiva de seu monocaule para produção do palmito. Com sua alta atividade antioxidante, a polpa de juçara pode ser capaz de aumentar a viabilidade dos probióticos adicionados no produto, assegurando sua capacidade funcional durante todo o tempo de prateleira. O **sorbet** (gelado comestível a base de água e sem adição de gorduras) foi escolhido por ser, assim como o sorvete, um produto muito apreciado pelos brasileiros em todas as faixas etárias, além de não possuir as diversas restrições do consumo de produtos lácteos, como alergias, intolerância a lactose, vegetarianismo e a tendência à ingestão de alimentos com baixos índices de colesterol e menos calóricos. Além disso, não temos no mercado brasileiro um produto similar, sendo uma possibilidade de diversificação dos produtos probióticos já oferecidos. O estudo da aceitação através da análise sensorial se torna de suma importância para o sucesso na produção de novos produtos, melhorando o processo de fabricação e permitindo que os consumidores tenham acesso a produtos diferenciados benéficos à saúde e com sabor agradável.

Objetivos do projeto: Elaboração e avaliação de diferentes formulações de sorbet funcional simbiótico, utilizando a polpa da juçara como principal matéria-prima.

Procedimentos: A análise onde seres humanos avaliam diversos atributos de qualidade de alimentos é chamada de análise sensorial. Os procedimentos para execução da análise sensorial nesta pesquisa serão os seguintes:

- Cem provadores farão a avaliação sensorial dos produtos;
- Serão testadas formulações de sorbet simbiótico com diferentes composições;
- O provador deverá avaliar os produtos e responder às perguntas solicitadas na Ficha de Avaliação;
- A duração do teste para cada pessoa será de aproximadamente 10 minutos.

Outras informações:

- O provador pode se recusar a continuar com a avaliação a qualquer momento, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado;
- Os provadores não terão qualquer tipo de **despesas** em decorrência da participação nesta pesquisa;
- **Não há possibilidade de risco ou qualquer tipo de desconto** em função da participação nesta pesquisa, uma vez que todos os ingredientes utilizados nos produtos são inteiramente seguros, boa qualidade e procedência. O processo de fabricação dos sorbets será realizado de acordo com as normas de Boas Práticas de Fabricação;
- Em função do exposto no item anterior, não há **previsão de indenização em decorrência da participação neste projeto**;
- Os testes para avaliação sensorial dos sorbets simbióticos, nos quais os provadores experimentarão os produtos desenvolvidos, serão acompanhados pela aluna preponente (Júlia Fernanda Urbano Marinho);
- Quaisquer outros esclarecimentos poderão ser solicitados antes, durante e após a pesquisa.

Eu, _____

RG:_____, CPF:_____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo **"Desenvolvimento e avaliação de sorbet simbiótico elaborado com polpa de juçara".** Tenho pleno conhecimento da justificativa, objetivos, benefícios esperados e dos procedimentos a serem executados, bem como da possibilidade de receber esclarecimentos sempre que considerar necessário. Será mantido sigilo quanto a identidade da minha pessoa e zelo a minha privacidade. Ao mesmo tempo, assumo o compromisso de seguir as recomendações estabelecidas pelos pesquisadores. Eu li e entendi todas as informações contidas neste documento.

Pirassununga, _____ de _____ de 2015.

Assinatura: _____

Júlia Fernanda Urbano Marinho
Mestranda em Engenharia de Alimentos (FZEA/USP)
Fone: (19) 99138-5376
Email: julia.marinho@usp.br

Profa. Dra. Carmen Silvia Fávaro-Trindade
Orientadora da Pesquisa
Fone: (19) 3565-4139
Email: carmenft@usp.br

APÊNDICE C – Ficha de Avaliação Sensorial

Nome: _____

Data: _____/_____/_____

AMOSTRA Nº _____

1. Você está recebendo uma amostra codificada de **sorbet de açaí juçara**. Por favor, prove e avalie cada um dos atributos do produto de acordo com a escala:

		Nota	
ESCALA 1. Desgostei muitíssimo 2. Desgostei muito 3.Desgostei moderadamente 4.Desgostei ligeiramente 5.Nemgostei/nem desgostei 6. Gostei ligeiramente 7. Gostei regularmente 8. Gostei muito 9. Gostei muitíssimo	**AROMA**		Comentários:
	COR		Comentários:
	TEXTURA		Comentários:
	SABOR		Comentários:
	ACEITABILIDADE GERAL		Comentários:

2. Avalie a amostra de acordo com sua **intenção de compra** e assinale a alternativa segundo a escala abaixo:

( ) 5. Certamente compraria o produto
( ) 4. Provavelmente compraria o produto
( ) 3. Talvez comprasse, talvez não comprasse
( ) 2. Provavelmente não compraria o produto
( ) 1. Certamente não compraria o produto

APÊNDICE D – Correlação de Pearson (*r*) entre idade dos provadores e análise sensorial do sorbet de juçara

Tabela 30 - Resultados da correlação de Pearson (*r*) entre a idade dos provadores e os diferentes atributos avaliados na análise sensorial do sorbet de juçara

Correlação (*r*) com idade dos provadores	**Formulações**				
	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
Aroma	-0,046	0,031	0,000	0,059	0,037
Cor	-0,026	-0,067	0,139	0,027	0,166
Textura	-0,057	-0,019	0,048	0,041	0,145
Sabor	0,096	0,158	0,206	0,194	0,349
Aceitabilidade Global	0,042	0,177	0,181	0,131	0,330

S1: Controle; **S2:** Adição de *L. acidophilus*; **S3:** Adição de *L. acidophilus* e polidextrose; **S4:** Adição de *L. paracasei*; **S5:** Adição de *L. paracasei* e polidextrose.

ANEXO I – Aceite do Comitê de Ética

FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS DA USP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Desenvolvimento e avaliação de sorbet simbiótico elaborado com polpa de juçara

Pesquisador: Julia Fernanda Urbano Marinho
Área Temática:
Versão: 1
CAAE: 37248114.0.0000.5422
Instituição Proponente: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 916.262
Data da Relatoria: 15/10/2014

Apresentação do Projeto:
O projeto encontra-se bem elaborado e apresenta-se adequado ao desenvolvimento.

Objetivo da Pesquisa:
Os objetivos estão bem elucidados e representa adequadamente a execução do trabalho.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:
O trabalho não apresenta riscos, e destacamos que o produto elaborado atende a demanda de toda a população, em especial aos indivíduos que possuem restrição ao leite e aqueles em dieta de restrição calórica.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:
O projeto é interessante pois busca novas fontes nutricionais. A utilização do fruto da juçara poderá proporcionar maior sustentabilidade.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Os termos estão corretos.

Recomendações:
Recomendamos a execução do projeto.

Endereço: Avenida Duque de Caxias Norte, 225
Bairro: Campus Universitário da USP **CEP:** 13.635-900
UF: SP **Município:** PIRASSUNUNGA
Telefone: (19)3565-4299 **Fax:** (19)3565-4114 **E-mail:** apoiofzea@usp.br