



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ALANA UCHÔA PINTO

**DESENVOLVIMENTO DE GELADO SIMBIÓTICO SABOR CAJU COM
ADIÇÃO DE INULINA E FRUTOOLIGOSSACARÍDEO**

FORTALEZA

2021

ALANA UCHÔA PINTO

DESENVOLVIMENTO DE GELADO SIMBIÓTICO SABOR CAJU COM ADIÇÃO
DE INULINA E FRUTOOLIGOSSACARÍDEO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Sueli Rodrigues

Coorientadora: Dra. Thatyane Vidal Fonteles

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P726d Pinto, Alana Uchoa.
Desenvolvimento de gelado simbiótico sabor caju com adição de inulina e frutooligossacarídeo / Alana Uchoa Pinto. – 2021.
56 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Alimentos, Fortaleza, 2021.
Orientação: Profa. Dra. Sueli Rodrigues.
Coorientação: Profa. Dra. Thatyane Vidal Fonteles.

1. Simbióticos. 2. Gelados. 3. Ultrassom. 4. Viabilidade. I. Título.

CDD 664

ALANA UCHÔA PINTO

DESENVOLVIMENTO DE GELADO SIMBIÓTICO SABOR CAJU COM ADIÇÃO
DE INULINA E FRUTOOLIGOSSACARÍDEO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia de Alimentos do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial
à obtenção do grau de Engenheira de
Alimentos.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

A Deus.

Aos meus pais, Antônia e José Pinto.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todo Seu amor e misericórdia. A Virgem Maria, pelo seu colo de Mãe.

Agradeço aos meus pais, que são anjos, um na terra e outro no céu. Muito obrigada por todo o incentivo, apoio incondicional e por nunca me deixarem perder a fé.

Aos meus avós maternos, Estela (*in memorian*) e José, por me ensinarem valores que jamais esquecerei.

A minha família, pelo carinho e estímulo que me deram. Aos meus padrinhos, Neto e Silani, que sempre foram exemplos e me apontaram o caminho. Agradeço especialmente àquelas que foram presentes em todos os momentos: Thalia, Fabiola, Oara, Angela, Ohana, Juliana, Marta e Cleidiane. Essa vitória é nossa!

A Universidade Federal do Ceará e a todos que compõem o Departamento de Engenharia de Alimentos, por me proporcionar essa conquista tão preciosa. Agradecimento especial aos professores, por todos os conselhos, pela ajuda e pela forma excelente com a qual guiaram o meu aprendizado.

Agradeço a minha orientadora, Prof. Sueli Rodrigues, pela oportunidade que me concedeu, por compartilhar sua sabedoria e pela valiosa orientação durante os últimos dois anos. Esse período foi, para mim, de grande aprendizado e crescimento.

A Dra. Thatyane Vidal, por ter aceitado coorientar esse trabalho, mas principalmente pela acolhida e paciência que me dispensou.

Ao Lenon Henrique, por ter me emprestado seu tempo, seu olhar minucioso que enriqueceu esse trabalho, e sua gentil atenção. Agradeço a você e toda a sua família pela amável companhia.

A minha amiga, Maria de Fátima, que sempre esteve ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo esse tempo.

A minha amiga, Marciana, pela companhia nas batalhas que vencemos juntas desde o início da graduação. Sem sua presença e amizade a luta teria sido mais árdua.

A minha amiga, Patrícia, pelos conselhos, apoio, motivação, por sua amizade especial e pela maravilhosa convivência que tivemos.

A todos que integram o Labiotec, novos e ex membros, Karol, Rhony, Cristiano, Priscila, Elaine, Victória, Bianca, Thaiz, Ronny, Day, Fátima e aos professores Ítalo e Elenilson, pelo conhecimento compartilhado, apoio, motivação e momentos alegres que me proporcionaram. Agradeço especialmente a Brenda, pela amizade constante e por toda a ajuda que me deu. Agradeço também a Kika, pelas lições de vida e conversas divertidas.

Aos meus amigos que o curso me presenteou e com os quais convivi intensamente durante os últimos anos, Matheus Calixto, Willian, Sádwa, Carlos, Samara, Eliscia, Larissa, Thalita, Davi, Lucas, Mateus Leal, Monalisa, Nhaiara, Rayanne Mariana e Vanessa, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só profissionalmente, mas também como pessoa.

Por fim, agradeço a todos que me ajudaram ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica. Muito obrigada!

Nada te perturbe, nada te espante. Tudo
passa, Deus não muda. Quem a Deus tem,
mesmo que passe por momentos difíceis.
Sendo Deus o seu tesouro, nada lhe falta.
Só Deus basta! (Santa Tereza D'Ávila)

RESUMO

Os alimentos funcionais apresentam a capacidade de nutrir e de modelar o sistema fisiológico do organismo, trazendo benefícios ao consumidor. Entre eles estão os probióticos, que são microrganismos vivos capazes de colonizar o intestino do hospedeiro; os prebióticos, que são constituídos de oligossacarídeos e estimulam o crescimento desses microrganismos; e os simbióticos, que são uma combinação de probióticos e prebióticos. Assim o presente trabalho teve como objetivo desenvolver e analisar alguns parâmetros físicos de um gelado comestível simbiótico originado do suco de caju, adicionado de frutooligossacarídeo (FOS) e de inulina (INU) e inoculado com *Lactocaseibacillus casei*. Além disso, o trabalho teve como finalidade a análise da sobrevivência do microrganismo. Posteriormente à obtenção do suco de caju prebiótico, o mesmo foi processado por ultrassom, variando o tempo de processamento. Após ativação do *L. casei*, o caldo fermentado foi centrifugado e a biomassa foi ressuspensa em suco de caju prebiótico, obtendo-se concentrações de células na ordem de 10^9 UFC/mL. Depois as amostras foram submetidas ao congelamento por 24 horas, em seguida foram descongeladas e plaqueadas para determinar a viabilidade do microrganismo após o congelamento. As amostras com os melhores resultados foram submetidas às análises de textura e de derretimento. Os resultados mostraram que as formulações que apresentaram maior sobrevivência atingiram uma contagem final de $9,0 \log$ UFC/mL, mostrando que as células inoculadas não perderam viabilidade. Quanto à textura, as formulações que apresentaram menor dureza foram aquelas que continham 2% de INU e 10% de FOS. Notou-se que o tempo de tratamento com ultrassom não interferiu na dureza das amostras. Já no derretimento, o suco *in natura* apresentou maior velocidade de derretimento, mostrando que a presença de FOS e de INU interferiu nesse processo. Em síntese, pode-se dizer que a presença desses prebióticos nas amostras de gelado comestível possibilitaram a viabilidade do *L. casei* após o congelamento. Além disso, observou-se que, nas concentrações de 2% de INU e 10% de FOS, a textura do gelado se apresentou mais macia. Constatou-se que, na presença desses carboidratos, o gelado derreteu em um tempo maior, quando comparado com o suco *in natura*. É possível, portanto, obter um alimento funcional a partir da combinação dos métodos utilizados neste estudo.

Palavras-chave: simbióticos; gelados; ultrassom; viabilidade.

ABSTRACT

Functional foods have the ability to nourish and shape the body's physiological system, bringing benefits to the consumer. Among them are probiotics, which contain live microorganisms capable of colonizing the host's intestine; prebiotics, which consist of oligosaccharides and stimulate the growth of these microorganisms; and symbiotics, which are a combination of probiotics and prebiotics. Thus, this work aimed to develop and analyze some physical parameters of a symbiotic edible ice cream originated from cashew juice, added fructooligosaccharide (FOS) and inulin (INU) and inoculated with *Lacticaseibacillus casei*. After obtaining the prebiotic cashew juice, it was processed by ultrasound, varying the processing time. After *L. casei* activation, the fermented broth was centrifuged and the biomass was resuspended in prebiotic cashew juice, obtaining cell concentrations in the order of 10^9 CFU/mL. The samples were then frozen for 24 hours, thawed, and plated to determine the viability of the microorganism after freezing. The samples with the best results were subjected to texture and melting analyses. The results showed that the formulations that presented the highest survival reached a final count of 9.0 log CFU/mL, showing that the inoculated cells did not lose viability. As for texture, the formulations that showed the lowest hardness were those containing 2% INU and 10% FOS. It was noted that the ultrasound treatment time did not interfere in the hardness of the samples. In the melting process, the juice in natura presented a higher melting speed, showing that the presence of FOS and INU interfered in this process. In summary, it can be said that the presence of FOS and INU in the edible ice cream samples enabled the viability of *L. casei* after freezing. Furthermore, it was observed that in the concentrations of 2% INU and 10% FOS the texture of the ice cream is softer. It was found that in the presence of these carbohydrates the ice cream melts in a longer time, when compared to the juice in natura. It is possible, therefore, to obtain a functional food from the combination of the methods used in this study.

Keywords: symbiotics; ice cream; ultrasound; viability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Fenômeno de cavitação..... | 30 |
| Figura 2 - Desruptor de células ultrassônico..... | 34 |
| Figura 3 - Resumo gráfico das etapas para obtenção das amostras de gelado simbiótico..... | 36 |
| Figura 4 - Sobrevivência do <i>L.casei</i> na formulação 1 após o congelamento..... | 39 |
| Figura 5 - Sobrevivência do <i>L.casei</i> na formulação 2 após o congelamento..... | 40 |
| Figura 6 - Sobrevivência do <i>L.casei</i> na formulação 3 após o congelamento..... | 40 |
| Figura 7 - Sobrevivência do <i>L.casei</i> na formulação 4 após o congelamento..... | 41 |
| Figura 8- Volume derretido em função do tempo (formulação 1) | 44 |
| Figura 9- Volume derretido em função do tempo (formulação 2) | 44 |
| Figura 10- Volume derretido em função do tempo (formulação 3) | 45 |
| Figura 11- Volume em função do tempo (formulação 4) | 46 |
| Figura 12- Gráfico da dureza para cada formulação..... | 48 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1- Exemplos de estudos realizados com <i>L.casei</i> e seus principais resultados (Continua)..... | 27 |
| Tabela 2- Delineamento Composto Central Rotacional dos revestimentos desenvolvido no <i>software</i> Statistica 10..... | 33 |
| Tabela 3- Formulações elaboradas para análise..... | 36 |
| Tabela 4- Parâmetros de realização da análise de textura..... | 37 |
| Tabela 5- Viabilidade de <i>Lacticaseibacillus casei</i> obtida nas formulações de gelado simbiótico armazenadas sob congelamento por até 24 horas..... | 38 |
| Tabela 6- Velocidade de derretimento para cada amostra..... | 43 |
| Tabela 7- Dureza instrumental de cada formulação..... | 47 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS- absorbância

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BAL- Bactérias ácido lácticas

BOD- Demanda Bioquímica de Oxigênio

cm- centímetro

°C- graus Celsius

DCC- Delineamento Composto Central

EUA- Estados Unidos da América

FAO- Food and agriculture Organization of the United Nations

FDA- Food and Drug Administration

FOS- Frutooligossacarídeo

FOS- Frutooligossacarídeo

FUFOSE- Functional Food Science in Europe

g- Gramas

GOS- galactooligossacarídeos

GRAS- geralmente reconhecido como seguro

hrs- horas

INU- inulina

ISAPP- International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics

kHz- quilohertz

L.- *Lactocaseibacillus*

Log- logaritmo

m/s- metros/segundos

min- minutos

mL- mililitros

μL- microlitro

mm- milímetro

mM- milimolar

MRS- Man, Rogosa e Sharpe L Litros

N- Newton

nm- nanômetro

OMS- Organização Mundial de Saúde

p/v- peso/volume

pH- Potencial de hidrogênio

RDC- Resolução da Diretoria Colegiada

rpm- rotação por minuto

TGI- trato gastrointestinal

UFC- unidade formadora de colônia

US \$- Dólar americano

v/v- volume/volume

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 17 |
| 2 OBJETIVOS..... | 20 |
| 2.1 Geral..... | 20 |
| 2.2 Específicos..... | 20 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 21 |
| 3.1 Alimentos funcionais e sua importância para a promoção da saúde..... | 21 |
| 3.2 Prebióticos, probióticos e suas aplicações na indústria de alimentos..... | 22 |
| 3.3 Aplicação do ultrassom na homogeneização e mistura dos componentes de alimentos congelados..... | 29 |
| 3.4 Gelados comestíveis..... | 30 |
| 3.5 Caju (<i>Anacardium occidentale</i>) e suas propriedades..... | 32 |
| 4 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 33 |
| 4.1 Preparo do suco de caju..... | 33 |
| 4.2 Obtenção do suco de caju prebiótico..... | 33 |
| 4.2.1 Planejamento experimental..... | 33 |
| 4.3 Processamento do suco de caju prebiótico em ultrassom..... | 34 |
| 4.4 Avaliação da viabilidade do microrganismo..... | 34 |
| 4.4.1 Ativação do microrganismo..... | 35 |
| 4.4.2 Cultivo do microrganismo..... | 35 |
| 4.4.3 Congelamento das amostras de suco simbiótico e avaliação da sobrevivência do microrganismo após o congelamento..... | 35 |
| 4.5 Análise de derretimento..... | 37 |

| | |
|--|----|
| 4.6 Análise de textura instrumental..... | 37 |
| 4.7 Análise estatística..... | 38 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 38 |
| 5.1 Viabilidade do microrganismo..... | 39 |
| 5.2 Análise de derretimento..... | 43 |
| 5.3 Análise de textura..... | 46 |
| 6 CONCLUSÕES..... | 49 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 50 |

1 INTRODUÇÃO

A população mundial sempre passou por processos de transição epidemiológica, demográfica ou nutricional, devido aos quais são observadas alterações nos padrões de consumo alimentar. A pandemia causada pelo coronavírus, por exemplo, trouxe muitos desafios, dentre eles a prevenção e tratamento de comorbidades que são consideradas fatores agravantes em possíveis infecções da COVID-19. Nesse contexto, os alimentos funcionais surgem como uma alternativa para essa questão, visto que apresentam funções importantes na promoção da saúde a longo prazo e na prevenção de doenças crônicas, além de contribuir para a melhora da imunidade.

A procura por alimentos funcionais por parte dos consumidores tem aumentado constantemente, visto que muitas pessoas estão mais preocupadas com a qualidade de vida e com o bem estar. A indústria de alimentos, por sua vez, está investindo em pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos que atendam às necessidades dessa parcela da população, utilizando diferentes matrizes alimentares, a fim de diversificar a oferta desses alimentos.

Alimentos funcionais são caracterizados por apresentarem compostos ativos capazes de conferir algum benefício à saúde de quem os consome. Para que seus benefícios sejam alcançados, esses alimentos devem ser consumidos regularmente. Eles estão na categoria dos principais alimentos comercializados atualmente, sendo um grande foco de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos na indústria.

O desenvolvimento de alimentos funcionais é sustentado basicamente por três pilares: o reconhecimento governamental do potencial econômico desses produtos, a autenticação pelos órgãos reguladores dos benefícios trazidos à saúde pública e a conscientização por parte dos consumidores sobre o efeito positivo de uma dieta saudável. Por isso, o mercado de alimentos funcionais tem alto potencial de crescimento e de diversificação (BALDISSERA et al., 2011).

Entre os componentes dos alimentos funcionais, podemos destacar os prebióticos, que são ingredientes alimentares não digeríveis capazes de estimular seletivamente o crescimento e a atividade de determinado número de bactérias do cólon. Além disso, os prebióticos podem inibir a multiplicação de patógenos, garantindo vantagens adicionais à saúde do hospedeiro (GIBSON et.al, 2017). São fabricados por três métodos diferentes:

isolamento de recursos vegetais, produção microbiológica ou síntese enzimática e hidrólise enzimática de polissacarídeos (FONTELES; RODRIGUES, 2018).

Os prebióticos mais citados na literatura científica são os frutooligosacarídeos (FOS) e a inulina (INU), os quais estão presentes em diversos produtos comerciais. Esses carboidratos são quimicamente similares e apresentam as mesmas propriedades funcionais. A INU e o FOS fazem parte da classe dos frutanos, exercendo influência sobre processos fisiológicos e bioquímicos no organismo de seres humanos (XAVIER-SANTOS et al., 2019).

Os probióticos, por sua vez, são definidos como microrganismos viáveis que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde de quem os consome (HILL et al., 2014). Os probióticos reforçam os mecanismos naturais de defesa do hospedeiro, uma vez que estimulam a multiplicação de bactérias desejáveis, diminuindo o crescimento de bactérias potencialmente prejudiciais. Introduzidas as definições de prebióticos e probióticos, cabe dizer que, de acordo com a International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP), um alimento denominado simbiótico é aquele que envolve microrganismos vivos e substrato(s) utilizado(s) seletivamente por microrganismos hospedeiros e que confere benefícios à saúde de quem o consome (SWANSON, 2020).

Grande parte dos produtos simbióticos disponíveis no mercado de alimentos é à base de leite de vaca, principalmente na forma de bebidas lácteas fermentadas e de iogurtes. Existe, no entanto, uma constante demanda dos consumidores por alimentos novos que não sejam oriundos de base láctea, seja por questões de saúde ou de estilo de vida, seja por preferência. Dessa forma, o desenvolvimento de alimentos simbióticos a partir de diferentes matrizes alimentares tornou-se bastante promissor, especialmente quando combinados a tecnologias inovadoras. Neste estudo, o ultrassom de alta potência foi avaliado como uma tecnologia adjuvante para promover a homogeneização dos componentes, produzindo mudanças desejáveis no produto final através da ruptura de estruturas celulares, tornando a mistura entre líquidos e sólidos mais eficaz.

Um dos principais desafios no desenvolvimento de alimentos funcionais é a substituição de ingredientes tradicionais por ingredientes alternativos sem que isso prejudique a qualidade do produto final. A elaboração de um gelado comestível à base de suco de fruta e de fibras prebióticas consiste em uma boa alternativa para a adição de

probióticos, visto que confere benefícios aos consumidores. Para além dos efeitos benéficos à saúde, a adição de fibras prebióticas também confere vantagens tecnológicas -principalmente em alimentos simbióticos congelados-, uma vez que atuam como substitutos de gordura e como crioprotetores. A expansão do mercado de produtos obtidos a partir de vegetais permite a incorporação de frutas como componentes que agregam outras propriedades e a diversificação da oferta de alimentos funcionais.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Desenvolver um gelado simbiótico a partir do suco de caju prebiótico obtido pela adição de inulina e de frutooligossacarídeo comerciais e de um microrganismo probiótico.

2.2 Específicos

- Adicionar inulina e frutooligossacarídeo na proporção adequada ao suco de caju, obtendo assim o suco prebiótico;
- Analisar o efeito do uso do ultrassom na homogeneização dos ingredientes no suco;
- Utilizar o suco prebiótico para o crescimento de *Lactobacillus casei*, obtendo assim um suco de caju simbiótico;
- Estudar a estabilidade do gelado simbiótico durante 24 horas de estocagem a -20 °C;
- Estudar o tempo de derretimento do gelado simbiótico;
- Avaliar a textura do gelado simbiótico.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Alimentos funcionais e sua importância para a promoção da saúde.

Os alimentos apresentam, além do papel básico de fornecimento dos nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento do organismo, funções como a manutenção da saúde e o combate às doenças (MARKOWIAK; ŚLIŻEWSKA, 2017). Diante disso, a demanda por uma alimentação saudável é crescente, visto que as pessoas estão cada vez mais interessadas em soluções alternativas para a prevenção de doenças crônicas a buscarem um tratamento paliativo. A estimativa para o mercado de prebióticos - realizada pela Global Market Insights, Inc. (Delaware, EUA) - é que este continue em ascensão e ultrapasse US \$ 8.5 bilhões até 2024 (FONTELES; RODRIGUES, 2018).

O conceito de alimentos funcionais foi discutido pela primeira vez no Japão, quando o governo reconheceu a seriedade dos problemas e dos custos causados pelo aumento frequente da população idosa. Dessa forma, foram iniciados vários estudos que demonstravam a diversidade de componentes oriundos dos alimentos, os quais apresentavam funções que auxiliam na prevenção de doenças (IWATANI; YAMAMOTO, 2019).

De acordo com a Functional Food Science in Europe (FUFOSE), um alimento, para ser considerado funcional, deve afetar benéficamente de forma satisfatória uma ou mais funções no corpo, além de nutrir, de forma que reduza riscos de doenças ou melhore o bem estar, incluindo desempenho físico, psicológico e comportamental (BAGCHI, 2019). Além disso, os alimentos funcionais precisam permanecer conservados, devem ser capazes de atingir seus efeitos em quantidades normalmente consumidas em uma dieta e as suas propriedades funcionais devem ser cientificamente comprovadas.

Muitos países ainda não apresentam uma legislação específica para a definição ou caracterização dos alimentos funcionais, apesar de serem amplamente discutidos. No Brasil, os alimentos funcionais são regulamentados através das resoluções emitidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, vinculada ao Ministério da Saúde.

Segundo a ANVISA, um alimento ou ingrediente funcional, além das funções nutricionais básicas, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos que conferem benefícios à saúde, devendo ser seguro para o consumo sem supervisão médica (ANVISA, 1999a). Ainda de acordo com a ANVISA, o termo para a alegação de

propriedade funcional de um alimento só pode ser utilizado quando os nutrientes ou não nutrientes estão relacionados ao metabolismo e fisiologia no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais dos organismos humanos (ANVISA, 1999b).

É necessário, no entanto, ressaltar que os alimentos funcionais não devem ser considerados um medicamento, visto que eles devem estar na forma de alimento comum, apresentando a segurança adequada ao serem consumidos. Ao contrário dos medicamentos, os alimentos funcionais não apresentam capacidade de curar doenças, mas apenas de prevenir ou de reduzir o risco delas (DOS SANTOS; ALBERT; LEANDRO, 2019). Estudos apontam que, entre os benefícios mais investigados, estão a redução do risco de doenças cardiovasculares (VIEIRA; PIERRE, 2018), câncer (DOS SANTOS, 2014), diabetes (SOUSA; DA COSTA ALMEIDA; SILVA, 2017), hipertensão (FERREIRA et al., 2017) e doenças intestinais (PEREIRA et al., 2020), além da melhoria do sistema imunológico (ASHAOLU, 2020).

Além disso, é muito comum associar os nutracêuticos aos alimentos funcionais, porém os nutracêuticos podem ser alimentos ou não, abrangendo desde nutrientes isolados até produtos herbais e alimentos processados (DOS SANTOS; ALBERT; LEANDRO, 2019). Os nutracêuticos são substâncias que não são reconhecidas como nutrientes, mas que apresentam efeitos fisiológicos positivos para o ser humano, como as vitaminas e os minerais. Essas substâncias, assim como os alimentos funcionais, não têm finalidade medicamentosa ou terapêutica.

3.2 Prebióticos, probióticos e suas aplicações na indústria de alimentos.

Atualmente, muitos estudos estão sendo realizados para associar a melhora da saúde humana com a modulação dos microrganismos de um determinado sistema. Uma das classes de compostos que possuem essa capacidade de modulação do microbioma humano, especialmente o intestinal, é a classe dos prebióticos. Entre estes, os galactanos (galactooligossacarídeos- GOS) e os frutanos (frutooligossacarídeos- FOS e a inulina- INU) são os mais citados pela literatura e atuam favorecendo o crescimento de espécies de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*.

A primeira definição de prebióticos foi anunciada em 1995 por Gibson e Roberfroid, na qual os autores conceituaram esses componentes como elementos que não podem ser digeridos pelas enzimas animais endógenas, mas que afetam sua saúde de

forma benéfica ao estimular seletivamente o crescimento e a atividade biológica de microrganismos já existentes no cólon (GIBSON; ROBERFROID, 1995).

A International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP), em 2016, ampliou o conceito de prebióticos e definiu-os como “um substrato que é utilizado seletivamente pelos microrganismos do hospedeiro e que confere um benefício à saúde”, expressando que outros microbiomas do indivíduo também podiam ser modulados por esses componentes (GIBSON et.al, 2017). Esta definição também deixou claro que o fator seletividade é primordial para os prebióticos, já que outros componentes também podem afetar a microbiota local, como os antibióticos.

Comumente todas as fibras alimentares são comparadas aos prebióticos, especialmente aquelas que são solúveis em água. Os prebióticos, porém, apresentam seletividade quanto aos microrganismos que conseguem metabolizar esses componentes, favorecendo apenas a manutenção ou o crescimento daqueles que promovam a saúde do hospedeiro (SIMPSON; CAMPBELL, 2015). Já algumas fibras alimentares possuem uma maior diversidade química, pois apresentam tamanho molecular extenso e podem ser compostas por monossacarídeos (DELCOUR et al., 2016). Devido à alta diversidade, as fibras não possuem seletividade, sendo metabolizadas por uma variedade maior de microrganismos.

Contudo, entre as fibras prebióticas compostas por carboidratos não digeríveis, destacam-se os frutanos, que são polímeros naturais formados por frutose, podendo apresentar ou não uma molécula terminal de sacarose (MACEDO; VIMERCATI; ARAÚJO, 2020). A classificação dos frutanos divide esses compostos, de acordo com a sua estrutura, em três categorias: as levanas, que são polímeros lineares com ligações glicosídicas $\beta(2\rightarrow6)$; a inulina, polímero linear com ligações glicosídicas $\beta(2\rightarrow1)$; e os compostos ramificados, que são polímeros que possuem ligações tipo $\beta(2\rightarrow6)$ e $\beta(2\rightarrow1)$.

A inulina é amplamente encontrada na natureza, principalmente em plantas, nas quais atua como carboidrato de reserva. Ela é solúvel em água, porém sua solubilidade depende da temperatura a que é submetida. Devido a sua estrutura química, a inulina não é absorvida nem hidrolisada no sistema digestivo humano após a ingestão, portanto não contribui com calorias durante esse processo (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2016). Ela afeta os parâmetros fisiológicos do sistema digestivo e a sua ingestão resulta em um

significativo aumento da absorção de cálcio, além de apresentar efeito prebiótico. Devido às cadeias mais longas, a inulina é capaz de formar microcristais quando misturada à água.

A inulina possui propriedades importantes quando comparada com outros polissacarídeos, como a biodegradabilidade, não toxicidade, renovabilidade, entre outros. Por isso, ela foi validada como um componente alimentar ‘geralmente reconhecido como seguro’ (GRAS) pela Food and Drug Administration (FDA) (USMAN et al., 2020). Alguns autores estudaram a função da inulina nos atributos reológicos e microestruturais das emulsões, mostrando que ela pode ser usada como substituto de gordura e de açúcar em diversos produtos alimentícios, desempenhando propriedades tecnológicas importantes nos alimentos (BENGOECHEA et al., 2019; LÓPEZ-CASTEJÓN et al., 2019).

Os frutooligossacarídeos (FOS) são componentes naturais que podem ser encontrados em muitas espécies de plantas, como alho, aspargo, banana, cebola, beterraba, entre outras. São frutanos do tipo inulina que apresentam, em sua composição, de duas a nove unidades de frutose ligadas através de ligações glicosídicas $\beta(2\rightarrow1)$, podendo também ter um grupo terminal de glicose com ligações do tipo alfa ($2\rightarrow1$). Os FOS apresentam estabilidade diante da maioria dos processos realizados na indústria de alimentos, sofrendo maiores degradações em processos térmicos que envolvem altas temperaturas ou pH extremo (MACEDO; VIMERCATI; ARAÚJO, 2020).

Por não ser metabolizado pelo organismo, ou seja, consistir em um carboidrato não calórico, o frutooligossacarídeo pode ser consumido de forma segura por indivíduos diabéticos (FEITOSA et al., 2019). Os FOS ainda apresentam outras propriedades tecnológicas que permitem a sua incorporação em alimentos, como sua elevada solubilidade, não precipitação e não cristalização (SEOLIN et al., 2013). Podem agregar valor aos produtos industrializados quando são utilizados na formulação de produtos alimentícios, substituindo parcialmente ou totalmente a sacarose, já que possui aproximadamente um terço do poder adoçante desta (PIMENTEL et al., 2012; NOBRE et al., 2014).

Na classe dos alimentos funcionais, os probióticos são suplementos alimentares essenciais que mantêm o equilíbrio e a estabilidade da flora intestinal, além de aumentar a resistência contra agentes patogênicos invasivos (LIAO; NYACHOTI, 2017; MUKHERJEE; CHANDRA; GHOSH, 2019; YI et al., 2019). De acordo com a definição

da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura/Organização Mundial de Saúde (FAO/OMS), os probióticos são "alimentos com microrganismos vivos e não patogênicos ou suplementos alimentares que exercem uma influência positiva sobre o hospedeiro, alterando o seu equilíbrio microbiano" (FAO, 2001).

O conceito de probióticos, todavia, foi discutido recentemente por um comitê de cientistas formado pela International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP), que definiu os probióticos como "microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem um benefício à saúde do hospedeiro". O comitê declarou ainda que todos os alimentos probióticos devem ser seguros para o seu uso pretendido, além da contagem de células viáveis permanecer apropriada durante todo o prazo de validade do produto e apresentar provas adequadas de benefícios à saúde (HILL et al. 2014).

O maior e mais diversificado grupo das bactérias ácido lácticas (BAL) é o gênero *Lactobacillus*, no qual existem mais de 200 espécies desse gênero, que colonizam o trato gastrointestinal (TGI) de seres humanos e animais (HILL, 2018). O *Lactobacillus* tem sido aplicado em alimentos probióticos não lácteos, a fim de exercer seu potencial probiótico. As aplicações mais promissoras que os estudos dessa estirpe mostram envolvem o tratamento de doenças alérgicas (JOHANSSON et al., 2011), desempenho de função psicobiótica (BRAVO et al., 2011; GAREAU et al., 2011; DICKERSON et al., 2018), a atenuação da obesidade (SANCHEZ et al., 2014; NÚÑEZ et al., 2014; KARIMI et al., 2015), o tratamento adjuvante contra o câncer (HUANG et al., 2016; SO et al., 2017), o recurso terapêutico contra a diarreia (TYTGAT et al., 2016), entre outras funcionalidades.

Um critério essencial para conservar a saúde da flora intestinal é a manutenção do equilíbrio entre os microrganismos benéficos que são dominantes no intestino (WANG et al., 2018). A maioria dos microrganismos de origem alimentar são patogênicos, ou seja, causadores de doenças, característica esta que expõe a necessidade de destruir esses microrganismos para garantir a segurança alimentar. Durante a fabricação de alimentos probióticos, no entanto, deve-se utilizar um processamento que possa eliminar seletivamente os microrganismos patogênicos, para que os probióticos possam desempenhar as suas funções essenciais (ASAITHAMBI; SINGH; SINGHA, 2021). Uma alternativa mais viável é a inoculação dos probióticos após o processo de esterilização.

Devido à natureza viva dos microrganismos probióticos, uma das principais preocupações sobre a sua inclusão nos sistemas alimentares é a sobrevivência em diferentes condições de armazenamento (OROZCO-PARRA; MEJÍA; VILLA, 2020). Estudos mostraram que, apesar do congelamento causar injúrias às células dos microrganismos, os *Lactobacillus* são capazes de manter sua viabilidade em produtos alimentícios congelados, passando por uma perda mínima durante o armazenamento (RANADHEERA, 2012; COSTA, 2017; BALTHAZAR, 2018).

Dentro do gênero *Lactobacillus* destaca-se o *Lacticaseibacillus casei* (espécie anteriormente denominada *Lactobacillus casei*), pois este possui bastante valor comercial devido à grande diversidade de alimentos que podem ser produzidos com essa bactéria láctica. Além disso, o número de evidências dos benefícios do seu consumo regular é crescente. A Tabela 1 mostra alguns trabalhos realizados nos últimos anos que investigam a utilização de estirpes do *Lacticaseibacillus casei* para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

Tabela 1- Exemplos de estudos realizados com *L.casei* e seus principais resultados (Continua).

| Alvo de estudo | Objetivos da pesquisa | Características | Cepa | Condições | Principais resultados | Autores |
|---|---|--|---|--|--|------------------------|
| Gelado comestível probiótico inoculado com <i>L. casei</i> microencapsulado. | Avaliação do efeito da microencapsulação na sobrevivência e propriedades sensoriais do gelado. | Revestimentos de quitosano e poli L-lisina, juntamente com alginato de cálcio, trigo, arroz, e amidos de milho. | <i>Lacticaseibacillus casei</i> ATCC 39392. | Armazenamento durante 100 dias a -30°C. | A sobrevivência dos probióticos foi aumentada pela microencapsulação. O revestimento das cápsulas com quitosano e poli L-lisina levou a uma maior viabilidade bacteriana e a um aumento do tamanho das microcápsulas. | ZANJANI et al., 2018 |
| Snacks de maçã probiótica. | Análise da viabilidade do <i>Lacticaseibacillus casei</i> no snack de maçã e avaliação dos efeitos das condições de secagem e aplicação de ultrassom. | Imersão das amostras de maçã fresca durante 5 min à temperatura ambiente em uma suspensão probiótica, sob agitação (50 rpm). | <i>Lacticaseibacillus casei</i> NRRL B-442. | Secagem a 10, 40 e 60°C com ou sem aplicação de ultrassom; Velocidade do ar: 1m/s. | A secagem a 60 °C ou a aplicação de ultrassom forneceu um produto seco com o número necessário de células viáveis para produzir um alimento probiótico. Uma ingestão de cerca de 100g de maçã probiótica seca daria uma ingestão de cerca de 100 milhões (UFC) de bactérias probióticas. | RODRIGUES et al., 2018 |
| Sumo de cana pasteurizado suplementado com cultura liofilizada de <i>Lacticaseibacillus casei</i>. | Avaliação do efeito da adição de prebióticos e da cultura probiótica congelada sobre a sobrevivência, as características físico-químicas, e a aceitação sensorial de sumo de cana pasteurizado. | Adição de diferentes concentrações de oligofrutose e de polidextrose. | <i>Lacticaseibacillus casei</i> -01. | Armazenamento durante 28 dias a 7°C. | O <i>L. casei</i> permaneceu viável no produto (> 10 ⁹ UFC/mL) após o armazenamento. A incorporação de oligofrutose e de polidextrose resultaram em produtos com características semelhantes ao produto puro. | SANTOS et al., 2019 |
| Manteiga probiótica produzida com bixina. | Análise da viabilidade das estirpes de <i>Lacticaseibacillus casei</i> e a ação antioxidante da bixina na manteiga probiótica, bem como a aceitabilidade do produto. | Adição de diferentes estirpes de <i>L. casei</i> e de 0,5% de bixina nas formulações estudadas. | <i>Lacticaseibacillus casei</i> LAFTI L26 e <i>Lacticaseibacillus casei</i> CSL3. | Armazenamento durante 90 dias a 4°C. | As formulações contendo <i>L. casei</i> CSL3 + bixina e <i>L. casei</i> LAFTI L26 + bixina apresentaram viabilidade (≥ 6 log UFC/g) em até 74 e 69 dias de armazenamento, respectivamente. | BELLINAZO et al., 2019 |

Tabela 1- Exemplos de estudos realizados com *L.casei* e seus principais resultados (Continuação).

| Alvo de estudo | Objetivos da pesquisa | Características | Cepa | Condições | Principais resultados | Autores |
|---|--|--|---|---|---|--------------------------------|
| Suco de cacau com sucralose substituído de açúcar. | Avaliação do suco de cacau como veículo para o microrganismo probiótico, e o efeito da sucralose como substituto do açúcar. | Adição de 9,7 % (p/v) de sacarose ou de 0,48% (v/v) de sucralose nas amostras. | <i>Lacticaseibacillus casei</i> NRRL B-442. | Fermentação durante 12 horas a 33°C; Armazenamento durante 42 dias a 4°C. | Durante o armazenamento, a viabilidade do suco adoçado com sacarose aumentou em até 21 dias. A adição de sucralose manteve a viabilidade dentro dos limites de exercício benéfico para a saúde em até 42 dias. | DOS SANTOS FILHO et al., 2019 |
| Microencapsulação de multicamadas de <i>L. casei</i>. | Análise da viabilidade de <i>L.casei</i> (encapsulado por emulsão) após liofilização, tratamento térmico, digestão in vitro e armazenamento. | Camada externa de alginato reticulado, que por sua vez foi submetida a gelificação com íons de cálcio. | <i>Lacticaseibacillus casei</i> C24 (Lc). | Tratamento térmico: 50, 70 e 90°C durante 10 e 20 min; Liofilização: 50 e 70°C durante 20 min; Armazenamento durante 5 meses a 4°C. | O uso combinado de emulsões duplas, a formação de uma camada de alginato e a subsequente gelificação iônica para microencapsular <i>L. casei</i> permitiu obter microcápsulas do tipo reservatório com características adequadas para serem utilizadas em matrizes alimentares. | BELDARRAIN-IZNAGA et al., 2020 |
| Vísceras de abalone fermentadas por <i>Lacticaseibacillus casei</i> 001. | Avaliação da atividade inibidora da enzima de conversão da angiotensina nas vísceras de abalone fermentadas | Mistura de vísceras de abalone liofilizadas, glicose, tampão fosfato com pH ajustado em 6,8 e cultura de <i>L.casei</i> 001. | <i>Lacticaseibacillus casei</i> 001. | Fermentação durante 24 horas a 37°C. | As vísceras de abalone fermentadas exibiram a capacidade de inibir a enzima conversora de angiotensina e suprimir os aumentos da pressão sanguínea em ratos saudáveis e hipertensivos. | FUJIMURA et al., 2021 |

Fonte: elaborada pela autora

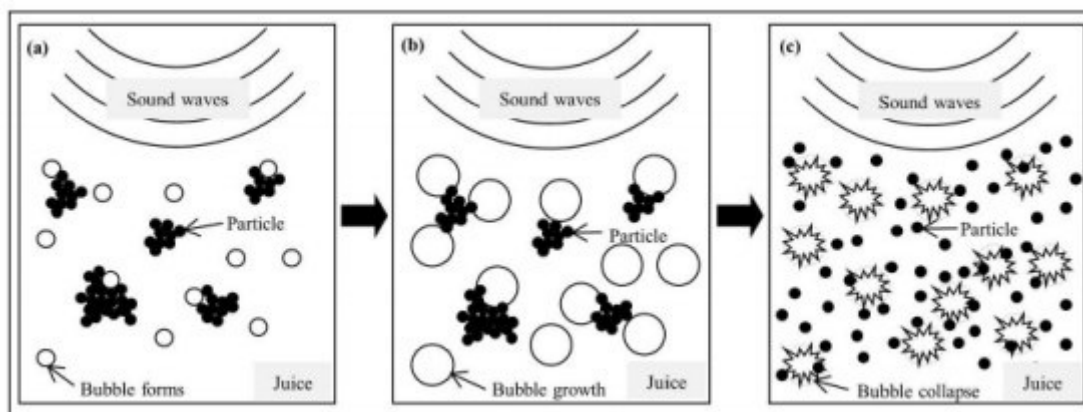
3.3 Aplicação do ultrassom na homogeneização e mistura dos componentes de alimentos congelados.

A maioria dos processamentos utilizados para homogeneização e mistura de produtos alimentícios congelados utiliza equipamentos que dependem de fatores como temperatura, pressão e agitação, alterando muitas vezes o sabor ou a cor dos alimentos, além de causar perdas de nutrientes e deterioração de algumas propriedades organolépticas. Diante disso, novas tecnologias não térmicas estão sendo estudadas para serem utilizadas como métodos de processamento de alimentos e, assim, diminuir os efeitos indesejáveis nos produtos.

O processamento com ultrassom é uma dessas tecnologias emergentes. De fato, as ondas do tipo sonora são geralmente consideradas seguras, uma vez que não causam riscos ao ambiente e não estão associadas à geração de compostos tóxicos (ARZENI et al, 2012). O ultrassom pode ser utilizado com sucesso para promover uma mistura sólido-líquido, uma vez que possibilita a redução do tamanho das estruturas celulares, favorecendo a homogeneização do sistema (VERRUCK; PRUDENCIO, 2018). Além disso, o uso dessa tecnologia proporciona uma melhoria no processo de cristalização da água durante o congelamento, pois os cristais de gelo se tornam menores e mais uniformes, favorecendo a textura do produto congelado (AKDENIZ & AKALIN, 2019).

O princípio do método de ultrassom se baseia na oscilação que o som provoca quando se propaga pela matéria através de uma onda mecânica (VERRUCK; PRUDENCIO, 2018). A aplicação desse método caracteriza-se por produzir ciclos repetidos de compressão e descompressão, chamados de cavitação acústica (DIAS, 2014). As ondas sonoras que se dissipam através de meios líquidos ocasionam diferentes ciclos de pressão, com taxas que dependem da frequência (OLIVEIRA, 2020). Este fenômeno resulta na liberação de uma grande quantidade de energia, gerando turbulência e elevada força de cisalhamento na zona de cavitação, rompendo as células (BHARGAVA et al., 2021). A Figura 1 ilustra a formação de bolhas no suco por ondas sonoras (a), o crescimento das bolhas ao tamanho máximo (b) e o colapso das bolhas, dispersão das partículas e ocorrência de ruptura celular.

Figura 1- Fenômeno de cavitação.



Fonte: Oliveira, 2017.

O processamento por ultrassom é simples e viável, resultando em menos tempo de tratamento e maior produtividade. A aplicação desse processamento exige um equipamento resistente e confiável que apresente três partes que exercem funções fundamentais: o gerador, que transforma eletricidade em corrente alternada; o transdutor, que converte a corrente em vibrações mecânicas (esse elemento pode variar em número e localização) e o sistema de distribuição, que transmite a vibração (GENRO, 2018).

3.4 Gelados comestíveis.

Os gelados comestíveis são definidos como sistemas coloidais complexos que são formados por glóbulos de gordura, células de ar e cristais de gelo parcialmente desestabilizados e dispersos em uma solução aquosa. Outros ingredientes como polpa de frutas, emulsificantes, estabilizantes e aroma podem ser adicionados nesse sistema, desde que a suspensão seja mantida durante e após o congelamento e o produto final não fique descaracterizado (AKBARI; ESKANDARI; DA VOUDI, 2019).

De acordo com o Regulamento Técnico para Gelados Comestíveis e preparados para Gelados Comestíveis, aprovado pela RDC nº 266 de 2005, gelados comestíveis “são os produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas ou de uma mistura de água e açúcares. Podem ser adicionados de outros ingredientes, desde que não descaracterizem o produto”. As condições de congelamento do produto final devem garantir a conservação do mesmo no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumidor (BRASIL, 2005). A temperatura máxima de armazenamento é de -18°C , sendo permitida até a temperatura de

-12°C no interior do produto quando este é colocado para exposição. (SOUZA et al., 2010).

A gordura presente nos gelados comestíveis pode ser de origem láctea ou não láctea, apresentando-se como um importante componente que influencia diretamente na cremosidade, aparência seca, resistência ao derretimento, conservação da forma durante o processo de congelamento e suavidade. Dessa forma, a redução da gordura ou a eliminação da mesma leva a muitos defeitos na qualidade do produto final (MÉNDEZ-VELASCO; GOFF, 2012).

Nos últimos anos, porém, o interesse pelo consumo de produtos alimentícios com baixo teor de gordura está aumentando cada vez mais, visto que o consumo excessivo desse componente aumenta o risco de doenças coronárias e obesidade. Como resultado, muitos substitutos de gordura estão sendo utilizados atualmente nas formulações de gelados comestíveis, de modo que as características indesejáveis do produto final que possam surgir com a remoção ou redução desse ingrediente sejam minimizadas (CASAROTTI; JORGE, 2010; BOFF et al., 2013; FERNANDES; DOS SANTOS; LEONEL, 2019; DO NASCIMENTO SILVA, 2020).

A inulina pode ser utilizada como um substituto de gordura devido ao seu maior peso molecular, o que a torna menos solúvel do que as oligofrutoses, e devido a sua habilidade de formar microcristais quando misturada à água. Esses microcristais não são percebidos na boca, mas interagem para formar uma textura finamente cremosa que promove uma sensação similar àquela promovida pela gordura (PIMENTEL, 2009). Ainda do ponto de vista tecnológico, a inulina é considerada um agente texturizante e/ou estabilizador de emulsões, sendo incorporada em sobremesas congeladas (LÓPEZ-CASTEJÓN et al., 2019).

Os gelados são uma fonte rica de macroelementos e são caracterizados por sua alta digestibilidade (CHAMPAGNE et al., 2015; GÓRAL et al., 2018). Além disso, a elevada concentração dessas partículas fornece proteção para os microrganismos inoculados (HOMAYOUNI et al., 2012) e proporciona um ambiente apropriado para a sobrevivência dessas bactérias probióticas (DE FARIAS, et al., 2019). Ocorre, contudo, a redução da viabilidade das espécies probióticas durante o processamento e o congelamento do produto, devido às injúrias causadas pelo congelamento ou outros mecanismos de estresse (SANTOS, 2012).

3.5 Caju (*Anacardium occidentale*) e suas propriedades.

As frutas apresentam nutrientes essenciais para a dieta humana e são alimentos consumidos no mundo inteiro. Na produção mundial de frutas, o Brasil está em terceiro lugar, atrás apenas da China e da Índia, de acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (TREICHEL et al., 2016). A pandemia do novo coronavírus alterou as atividades agroindustriais, porém o cenário brasileiro continuou favorável e praticamente não houve interrupção das atividades produtivas. A fruticultura nacional produziu mais de 40 milhões de toneladas em 2020, mostrando que o setor foi capaz de enfrentar as dificuldades e se adaptar aos protocolos estipulados pelo Ministério da Saúde (KIST et al., 2020).

O caju pertence à família *Anacardiaceae* e é o pseudofruto tropical do cajueiro (*Anacardium Occidentale L.*). Entre as frutas tropicais produzidas no Brasil, o caju vem se destacando nos últimos anos devido ao seu alto potencial agroindustrial (DOS SANTOS FILHO, 2016). A cultura do caju apresenta uma vasta importância econômica e social para o país, especialmente para a região Nordeste, devido às vantagens competitivas em relação a outros produtores e à grande adaptação às condições de solo e de clima do país (NEVES, 2018).

O pedúnculo do caju é rico em componentes funcionais, os quais podem ser minerais, vitamina C, compostos fenólicos, ácidos orgânicos, carboidratos e açúcares redutores como a glicose e a frutose (SCHWEIGGERT et al., 2016). Essa parte do fruto apresenta sabor agradável e é bastante succulenta, podendo ser consumida *in natura* ou industrializado. Muitos produtos podem ser desenvolvidos a partir do pedúnculo do caju, como sucos prebióticos (LEITE, 2020), barras de cereais (MUNIZ, 2017), iogurte (SILVA, 2017), cajuína (DE SOUSA, 2018), entre outros. Diante disso, o desenvolvimento de um gelado simbiótico a partir do suco da polpa desse fruto propõe uma alternativa que utiliza uma matéria-prima regional capaz de promover impactos econômicos e sociais de maneira positiva, além de ser um alimento bastante promissor, visto que outros produtos apresentaram bons resultados.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Preparo do suco de caju

Para a elaboração do gelado comestível, inicialmente foi preparado suco de caju (*Anacardium occidentale L.*), no qual foram utilizadas polpas não pasteurizadas da fruta (Ki Polpa[®]) adquiridas no mercado local da cidade de Fortaleza (Brasil) e armazenadas sob congelamento (-20°C) até o uso. O suco de caju foi obtido a partir da diluição das polpas em água potável, de acordo com a orientação do fabricante. Para cada 100 mL de polpa foram adicionados 200 mL de água (1:3).

4.2 Obtenção do suco de caju prebiótico

4.2.1 Planejamento experimental

A porcentagem de adição de prebióticos foi baseada nos valores estabelecidos pela legislação brasileira para estes produtos que, para fornecer o efeito prebiótico, recomenda uma concentração mínima de 2,5 g de fibras por porção do alimento pronto para consumo, sem considerar a contribuição dos ingredientes utilizados na sua preparação (ANVISA, 2008). Com o intuito de avaliar qual a melhor formulação para a sobrevivência do microrganismo, foram analisados os efeitos da adição de inulina e de frutooligossacarídeo no suco. Para isso, foi estabelecido um planejamento experimental do tipo Delineamento Composto Central (DCC) com 2 variáveis independentes (concentrações de FOS e INU). O planejamento foi composto de 11 experimentos, incluindo 4 fatoriais e 3 replicatas do ponto central, conforme estabelecido na Tabela 2.

Tabela 2- Delineamento Composto Central das formulações de gelado de caju simbiótico.

| Experimento | Frutooligossacarídeo (%) | Inulina (%) |
|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| 1 | 2 (-1) | 2 (-1) |
| 2 | 2 (-1) | 10 (+1) |
| 3 | 10 (+1) | 2 (-1) |
| 4 | 10 (+1) | 10 (+1) |
| 5 | 2 (-1) | 6 (0) |
| 6 | 10 (+1) | 6 (0) |
| 7 | 6 (0) | 2 (-1) |
| 8 | 6 (0) | 10 (+1) |
| 9 | 6 (0) | 6 (0) |

| | | |
|-----------|-------|-------|
| 10 | 6 (0) | 6 (0) |
| 11 | 6 (0) | 6 (0) |

Fonte: elaborado pela autora.

O suco de caju prebiótico foi obtido a partir da adição do frutooligossacarídeo e da inulina, baseando-se no delineamento experimental acima. A proporção dos ingredientes foi de 2, 6 e 10% (p/v).

4.3 Processamento ultrassônico do suco de caju prebiótico.

O suco prebiótico (100mL) foi colocado em um béquer encamisado a fim de remover calor do sistema durante o processamento e manter a temperatura estável (25°C). Para isso, foi usado um banho termostático Marconi- TE 2005. O equipamento utilizado para o processamento foi um desruptor de células ultrassônico, modelo QR500 da marca Eco-sonics (Figura 2), com frequência de 20 kHz e uma macro ponteira de titânio (13 mm de diâmetro) imersa a 1,5 cm no suco. A potência aplicada foi a máxima (99%), variando o tempo em 2, 6, e 10 minutos. O processamento ajudou a dissolver completamente o FOS e a INU no suco.

Figura 2- Desruptor de células ultrassônico.



Fonte: Eco-sonics.

4.4 Avaliação da viabilidade do microrganismo

Para a avaliação da viabilidade do microrganismo e do efeito da INU e do FOS presentes no suco de caju sonificado, foi inoculado uma concentração de células da ordem de 10^9 UFC/mL da cepa probiótica *Lactocaseibacillus casei* B-442 antes do congelamento das amostras.

4.4.1 Ativação do microrganismo

A cepa de *Lacticaseibacillus casei* B-442 foi cultivada em caldo MRS (Man Rogosa e Sharpe, Himedia®). Após pesado e dissolvido em água destilada, o caldo MRS foi esterilizado em autoclave a 121°C por 15 minutos. O *L.casei* foi ativado ao inocular 1,5 mL da cultura estoque em 100 mL de caldo, adicionado de 10mL de tampão fosfato de potássio bibásico 200 mM pH 6,5 (ajustado com ácido fosfórico e, em seguida, esterilizado). A ativação foi realizada a 37°C durante 16 horas em estufa incubadora BOD. Posteriormente, foi realizado um repique e, durante seu crescimento, foram medidos a absorvância (590nm) e o pH, a fim de obter uma concentração aproximada de células da ordem de 10⁹ UFC/mL (ABS equivalente a 0,600).

4.4.2 Cultivo do microrganismo

Depois da ativação, o caldo fermentado foi dividido em volumes de 10mL e centrifugado (600 g, 10 min, 25°C), e a biomassa foi ressuspensa em 10mL de suco de caju prebiótico, de forma a se obter concentrações de células na ordem de 10⁹ UFC/mL. Foi realizado o plaqueamento das amostras de suco simbiótico, de acordo com a técnica descrita em 4.4.3, para estabelecer a quantidade de microrganismo inoculada.

4.4.3 Congelamento das amostras de suco simbiótico e avaliação da sobrevivência do microrganismo após o congelamento.

As amostras do suco simbiótico foram acondicionadas em volumes de 10mL em formas de silicone e congeladas a -20°C durante 24 horas. Posteriormente, foram descongeladas a 26°C e plaqueadas novamente, a fim de verificar a viabilidade do microrganismo após o congelamento. Para a quantificação das células viáveis de *L.casei*, foi utilizada a técnica de plaqueamento em gotas (*drop plate*), em que 10 µL das amostras da diluição seriada foram inoculados em superfície de meio ágar MRS, em triplicata. As placas foram incubadas em estufa incubadora BOD a 37°C e as contagens foram realizadas após 24hrs. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônia (UFC) por mililitros de amostra.

Figura 3- Resumo gráfico das etapas para obtenção das amostras de gelado simbiótico.



Fonte: elaborada pela autora.

Concluída essa etapa, foram consideradas as formulações que apresentaram melhores resultados para a sobrevivência do microrganismo inoculado. Dessa forma, os estudos continuaram com as concentrações de 2 e 10 % (p/v) de inulina e de frutooligossacarídeo. As formulações estudadas estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3- Formulações elaboradas para análise.

| Formulações | Descrição | Tempo de processamento (min) |
|-------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1 | Suco de caju prebiótico | 2 |
| | com 2% de INU e 10% de FOS | 6 |
| | | 10 |
| 2 | Suco de caju prebiótico | 2 |
| | com 10% de INU e 2% de FOS | 6 |
| | | 10 |
| 3 | Suco de caju prebiótico | 2 |
| | com 10% de INU e 10% de FOS | 6 |
| | | 10 |
| 4 | Suco de caju <i>in natura</i> | Não processado |

Fonte: elaborada pela autora.

4.5 Análise de derretimento

Essa análise foi realizada de acordo com o procedimento descrito por Portela (2015), com adaptações, utilizando-se amostras de 100mL de cada formulação. Para isso, provetas volumétricas graduadas foram acopladas a um funil e mantidas em temperatura ambiente (26°C). Os gelados armazenados a -20°C foram imediatamente dispostos sobre uma malha de 10mm de abertura acoplada à parte superior do funil. Foi registrado o início do derretimento e o tempo de coleta dos primeiros 10mL do produto drenado. Posteriormente, as medições do volume coletado foram realizadas a cada 3 minutos, até a obtenção de 10 pontos de coleta registrados. Por fim, registrou-se o tempo total que as amostras levaram para derreter completamente. A partir dos dados obtidos, foram construídos gráficos bidimensionais do volume derretido em função do tempo e utilizada a regressão linear para determinar a velocidade de derretimento a partir do coeficiente de inclinação da equação da reta.

4.6 Análise de textura instrumental.

As amostras que apresentaram os melhores resultados foram submetidas à análise de textura, realizada no Núcleo de Análise e Desenvolvimento de Processo (NADP) do Departamento de Engenharia Química da UFC. Para a determinação da dureza instrumental, foi utilizado um analisador de textura do modelo Brookfield CT3 Texture Analyzer- Ametek®. Um probe TA39 (sonda cilíndrica plana de 2 mm) foi acoplado ao equipamento, assim como uma mesa de base de fixação TA-RT-KI. O teste consistiu em medir a força necessária para atingir uma determinada profundidade nas amostras, caracterizando a resistência à deformação que estas apresentavam. A análise foi feita em gelados armazenados em 50mL, sendo realizadas 5 medições para cada amostra. A Tabela 4 mostra os parâmetros utilizados durante a análise de textura instrumental.

Tabela 4- Parâmetros de realização da análise de textura.

| Parâmetro | Características |
|-------------------------|------------------------|
| Tipo de teste | Compressão |
| Tipo de alvo | Distância |
| Valor do alvo | 10mm |
| Carga do disparo | 5g |
| Velocidade de pré-teste | 2,0mm/s |

| | |
|-------------------------|---------|
| Velocidade de teste | 2,0mm/s |
| Velocidade de pós-teste | 2,0mm/s |

Fonte: elaborado pela autora.

4.7 Análise estatística

Os dados experimentais foram analisados usando o programa Statistica versão 10.0 (Statsoft, Inc., Tulsa, OK, EUA). Os resultados foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA), testados e estatisticamente verificados pelo teste de Tukey. Os intervalos de diferença de significância mínima foram julgados de acordo com o valor de p , estabelecido em nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 5 mostra os resultados de sobrevivência após 24 horas de congelamento, obtidos através do planejamento experimental. Foi possível observar que os experimentos contendo 6% de FOS ou de INU apresentaram uma redução das contagens após o congelamento. Assim, para as formulações descritas na Tabela 4, foi levado em consideração esse resultado.

Tabela 5- Resultados de sobrevivência após congelamento (planejamento experimental).

| Experimento | Frutooligossacarídeo (%) | Inulina (%) | Contagem inicial (log UFC/mL) | Contagem final (log UFC/mL) |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------|--|--|
| 1 | 2 (-1) | 2 (-1) | 9,030 ± 0,051 | 8,190 ± 0,055 |
| 2 | 2 (-1) | 10 (+1) | 9,060 ± 0,035 | 9,550 ± 0,038 |
| 3 | 10 (+1) | 2 (-1) | 9,090 ± 0,054 | 9,045 ± 0,037 |
| 4 | 10 (+1) | 10 (+1) | 9,410 ± 0,017 | 9,260 ± 0,015 |
| 5 | 2 (-1) | 6 (0) | 9,310 ± 0,083 | 8,991 ± 0,062 |
| 6 | 10 (+1) | 6 (0) | 9,300 ± 0,043 | 8,750 ± 0,043 |
| 7 | 6 (0) | 2 (-1) | 9,880 ± 0,073 | 9,540 ± 0,021 |
| 8 | 6 (0) | 10 (+1) | 8,980 ± 0,024 | 8,260 ± 0,013 |
| 9 | 6 (0) | 6 (0) | 9,010 ± 0,043 | 8,126 ± 0,043 |

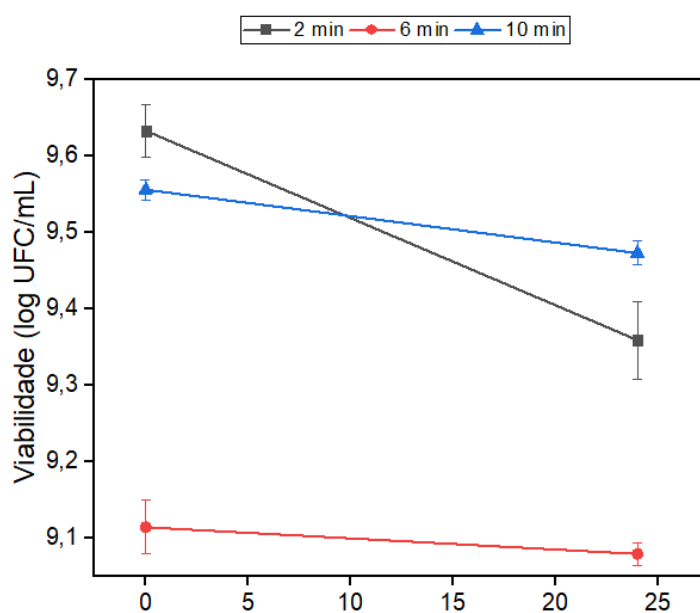
| | | | | |
|-----------|-------|-------|---------------|---------------|
| 10 | 6 (0) | 6 (0) | 9,120 ± 0,010 | 8,234 ± 0,082 |
| 11 | 6 (0) | 6 (0) | 9,530 ± 0,016 | 8,450 ± 0,040 |

Fonte: elaborado pela autora.

5.1 Viabilidade do microrganismo.

O estudo da viabilidade mostrou quais amostras propiciaram melhor sobrevivência do microrganismo após 24hrs de congelamento. Na Figura 4 está representado o gráfico da sobrevivência do *L.casei* nas amostras da formulação 1 para cada tempo de processamento. Pode-se observar que, para essa formulação, o processamento que apresentou melhor resultado foi o de 6 minutos, pois a redução do ciclo logarítmico foi menor que 0,44%, o que apresenta pouca relevância em termos de contagem, uma vez que é inerente à análise laboratorial realizada.

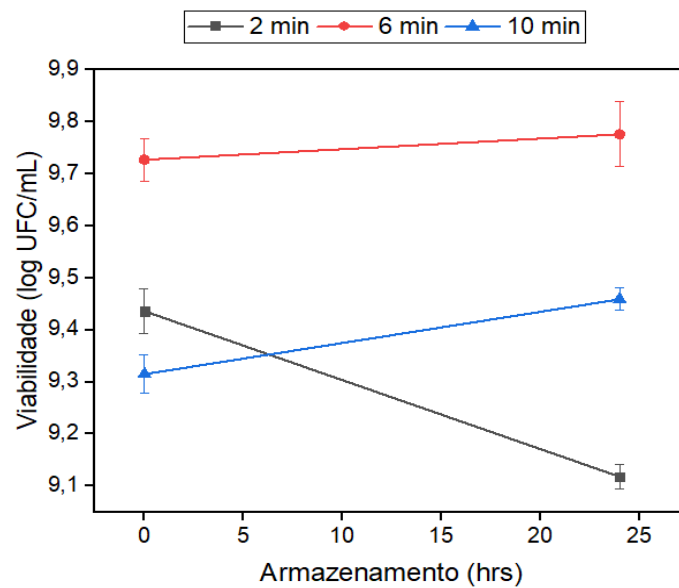
Figura 4- Sobrevivência do *L.casei* na formulação 1 (2% INU + 10% FOS) após o congelamento.



Fonte: elaborada pela autora

A Figura 5 mostra a sobrevivência do probiótico na formulação 2 para cada tempo de processamento. Nas amostras prebióticas, processadas em 6 e 10 min, as quantidades de células viáveis não só permaneceram próximas ao valor inicial, como ainda apresentaram um aumento de 0,50% e de 1,54% respectivamente. O gráfico indica que o melhor processamento para essa formulação foi o de 10 minutos, visto que o aumento na viabilidade do microrganismo inoculado foi estatisticamente significativo.

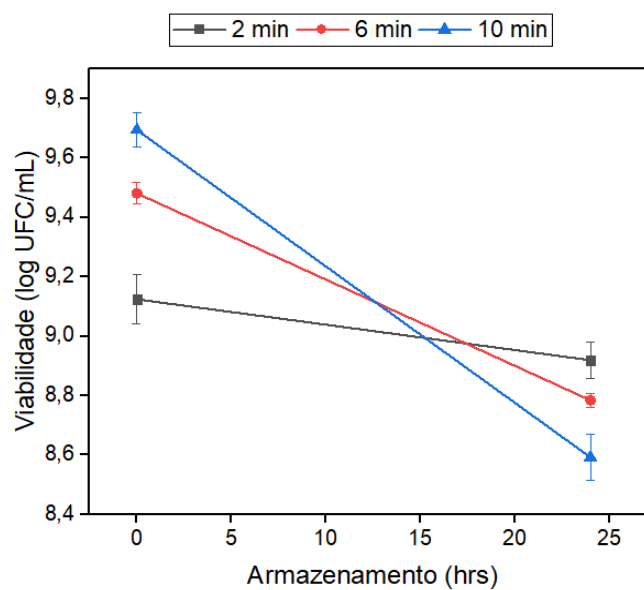
Figura 5- Sobrevivência do *L.casei* na formulação 2 (10% INU + 2% FOS) após o congelamento.



Fonte: elaborada pela autora

Na Figura 6, pode-se observar a sobrevivência do *L.casei* na formulação 3 para cada tempo de processamento. Para essa formulação, verifica-se que o processamento que apresentou melhor resultado foi o de 2 minutos, visto que a redução da sobrevivência foi de aproximadamente 2,24%, à medida que as reduções para os demais processamentos foram de 7,35% e de 11,37% para 6 e 10 min, respectivamente.

Figura 6- Sobrevivência do *L.casei* na formulação 3 após o congelamento.

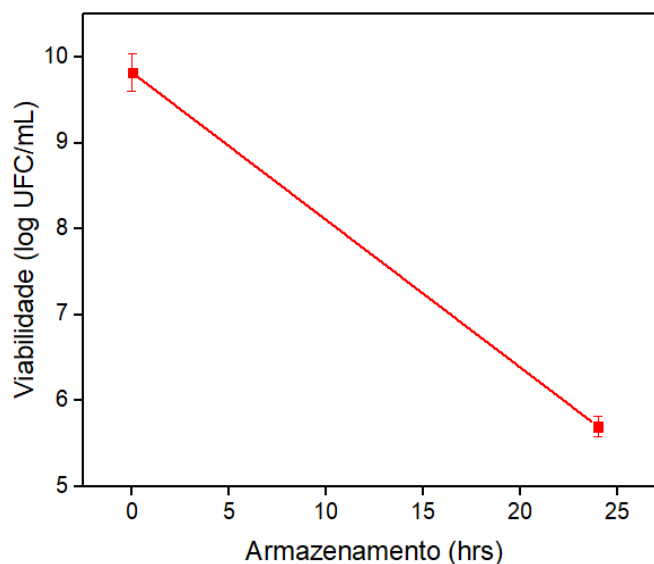


Fonte: elaborada pela autora.

A Figura 7 exibe o gráfico da viabilidade do *L.casei* na formulação 4. A partir desta figura pode-se observar a redução de aproximadamente 42% após o congelamento,

o que sustenta a alegação de que a inulina apresenta um potencial tecnológico para o desenvolvimento de produtos probióticos congelados, especialmente àqueles que não utilizam gordura em sua composição.

Figura 7- Sobrevivência do *L.casei* na formulação 4 após o congelamento.



Fonte: elaborada pela autora.

Leandro et al. (2013) desenvolveram sorvetes com diferentes níveis de gordura, utilizando a inulina como substituto nas amostras de baixo teor. Os resultados desse trabalho foram semelhantes aos do presente estudo, demonstrando que a viabilidade do microrganismo *Lactobacillus delbrueckii*, após a estocagem a -16°C , não apresentou alteração durante 40 dias. Isso prova que a redução ou a remoção total de gordura em gelados comestíveis não compromete a sobrevivência de probióticos, posto que a inulina atua como um crioprotetor e preserva o microrganismo contra os danos celulares ocasionados pelo congelamento (ABGHARI et al, 2011).

Os resultados obtidos para cada formulação indicam que a presença de INU e de FOS interferiram na sobrevivência do microrganismo inoculado. Os resultados evidenciam ainda que o microrganismo utilizado apresentou melhor sobrevivência quando a INU e o FOS estavam em concentrações diferentes (formulações 1 e 2), ou seja, quanto mais INU e menos FOS ou vice e versa, melhor a sobrevivência do *L. casei* após 24hrs de congelamento. A formulação 2 (10% INU + 2% FOS) apresentou melhor resultado de viabilidade (a um nível de significância de 5%), o que pode ser justificado pela maior concentração de inulina na formulação, afetando positivamente a resistência do microrganismo ao congelamento.

Sarwar et al. (2021) estudaram o efeito da levedura *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745 em combinação com a inulina para a sobrevivência do probiótico em formulações de sorvete simbiótico. O prebiótico permitiu a manutenção da viabilidade da levedura durante o armazenamento de 120 dias, mantendo os requisitos mínimos estabelecidos pela OMS (6,0 log UFC/g). Akalin e Erisir (2008) relataram uma melhoria significativa da viabilidade de *B. animalis* Bb-12 e *L. acidophilus* La-5 durante 90 dias de armazenamento (-18 °C), na presença de 4% inulina e 4% de oligofrutose. Nesse trabalho foram observadas alterações nas contagens viáveis da microflora probiótica quando os prebióticos foram adicionados.

Romano (2012) avaliou os efeitos da adição de inulina na sobrevivência de probióticos em frozen yogurt simbiótico durante o período de armazenamento de 45 dias. A autora constatou em seu trabalho que a adição de INU possibilitou o aumento da contagem média do número de células viáveis de *L. acidophilus* nas amostras durante o tempo de estocagem de 7 a 15 dias, apresentando um aumento de 0,9 log UFC/mL durante esse período.

As formulações que apresentaram maior sobrevivência atingiram uma contagem final de 9,0 log UFC/mL, demonstrando que as células inoculadas não perderam viabilidade. Para que um alimento exerça seus efeitos probióticos, é necessário que ele apresente uma concentração mínima do microrganismo dentro do prazo de validade do produto. No Brasil, a legislação estabelece que a quantidade mínima de bactérias probióticas viáveis no alimento esteja entre 10^8 a 10^9 UFC na recomendação diária do produto pronto para consumo (ANVISA, 2008).

Podemos observar que, para todas as formulações que contêm INU e FOS, a viabilidade do microrganismo esteve acima do que é exigido pela legislação e, assim, o consumo de uma porção de 100mL já forneceria uma quantidade entre 8 a 9 log UFC/mL de *L. casei*. Dessa forma, é possível afirmar que todas as formulações prebióticas avaliadas podem ser consideradas veículos adequados para a cultura probiótica estudada, desde que a quantidade da porção consumida seja apropriada.

5.2 Análise de derretimento.

O teste de derretimento é considerado um dos parâmetros de qualidade, pois interfere na avaliação sensorial do produto final, principalmente na percepção global da aparência. A Tabela 6 mostra as médias da velocidade de derretimento para cada formulação, exibindo que, entre a maioria das amostras simbióticas, não houve diferença significativa. O suco de caju *in natura*, no entanto, apresentou menor tempo de derretimento, demonstrando que a presença de FOS e de INU interferiu nesse processo.

A adição de prebióticos resultou numa diminuição da taxa de derretimento dos gelados, levando a uma maior estabilidade do produto. A incorporação de INU e de FOS pode ser uma alternativa para controlar o fenômeno de cristalização da água, pois estes atuam como agentes estabilizadores ao aumentarem a viscosidade do alimento, formando uma rede coesa e reduzindo a mobilidade das moléculas de água entre a mistura (SOUKOULIS; FISK; BOHN, 2014).

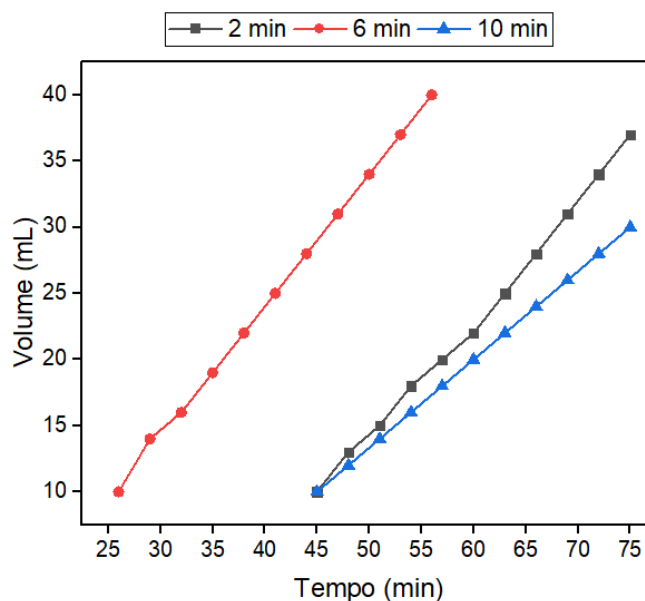
Tabela 6- Velocidade de derretimento para cada amostra.

| Formulação | Velocidade do derretimento (mL/min) | | |
|----------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Tempo de processamento | | |
| | 2 min | 6 min | 10 min |
| 1 | 0,889 ± 0,025 ^{Ba} | 0,988 ± 0,065 ^{Aa} | 0,667 ± 0,051 ^{Bb} |
| 2 | 0,993 ± 0,023 ^{Aa} | 0,591 ± 0,057 ^{Bb} | 0,682 ± 0,016 ^{Bb} |
| 3 | 0,888 ± 0,091 ^{Aa} | 0,621 ± 0,036 ^{Bb} | 0,876 ± 0,095 ^{Ba} |
| Não processado | | | |
| 4 | 1,093 ± 0,078 ^A | | |

*Médias ± desvio padrão. ^{A, B} Diferentes sobrescritos maiúsculos na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$) entre as formulações estudadas. ^{a, b} Diferentes sobrescritos minúsculos na mesma linha indicam diferenças significativas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$) nos tempos de processamento aplicados nas amostras. **F1- 2% INU + 10% FOS; F2- 10% INU + 2% FOS; F3- 10% + 10% FOS; F4- Suco de caju *in natura*.** Fonte: elaborada pela autora.

Na Tabela 6, é possível observar que não houve diferença significativa para a velocidade de derretimento entre as amostras processadas a 2 e a 6 minutos para a formulação 1. Embora os tempos iniciais sejam diferentes, a Figura 8 mostra que as inclinações das retas são semelhantes. Para essa formulação, o processamento de 10 minutos apresentou menor velocidade (0,667 mL/min).

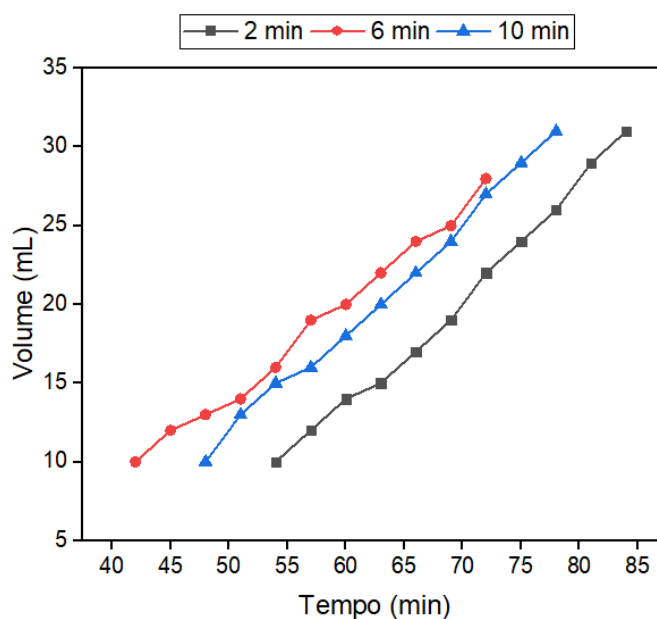
Figura 8- Volume derretido em função do tempo (formulação 1).



Fonte: elaborada pela autora.

Para a formulação 2, foi verificado que o tempo de processamento que apresentou menor velocidade foi o de 6 min (0,591mL/min), não diferindo significativamente do processado a 10 min (0,682mL/min). Ismail et al. (2013), ao desenvolverem sorvetes de baunilha adicionados de inulina, observaram que houve uma redução mais significativa do tempo de derretimento na concentração de 5%, quando comparada na concentração de 2,5%, mostrando que, quanto maior a presença de inulina, maior a resistência ao derretimento.

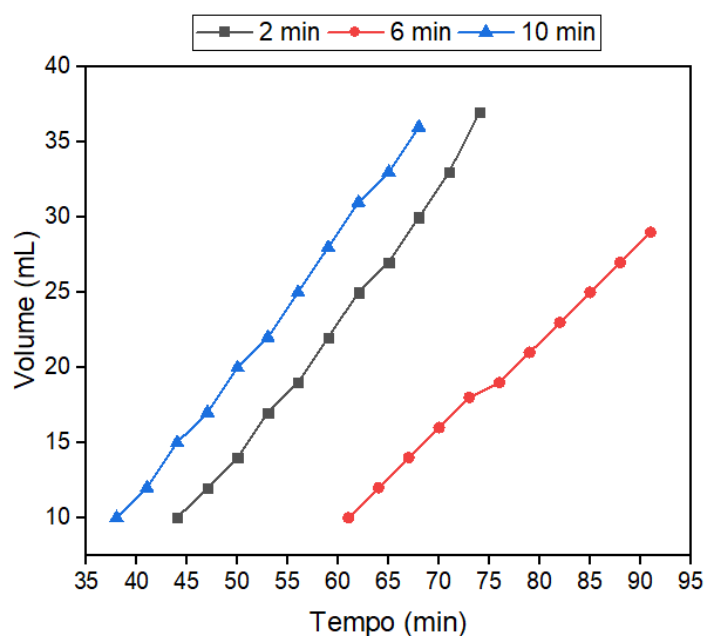
Figura 9- Volume derretido em função do tempo (formulação 2).



Fonte: elaborada pela autora.

A Figura 10 exibe o volume derretido de gelado comestível (formulação 3) em função do tempo. Para essa formulação, o tempo de processamento que apresentou melhor resultado foi o de 6 minutos (0,621mL/min). Portela (2015) desenvolveu um sorvete dietético simbiótico de leite de cabra, adicionado de inulina e de frutooligossacarídeos, utilizando como probiótico a *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* (Bb12), a fim de avaliar o efeito da adição dos prebióticos sobre as características tecnológicas e de aceitabilidade do produto final. Os resultados desse estudo demonstraram que as formulações contendo 3% de FOS e 3% de INU apresentaram uma velocidade média de derretimento de 1,71 mL/min, velocidade maior que a encontrada no presente trabalho para o suco *in natura*.

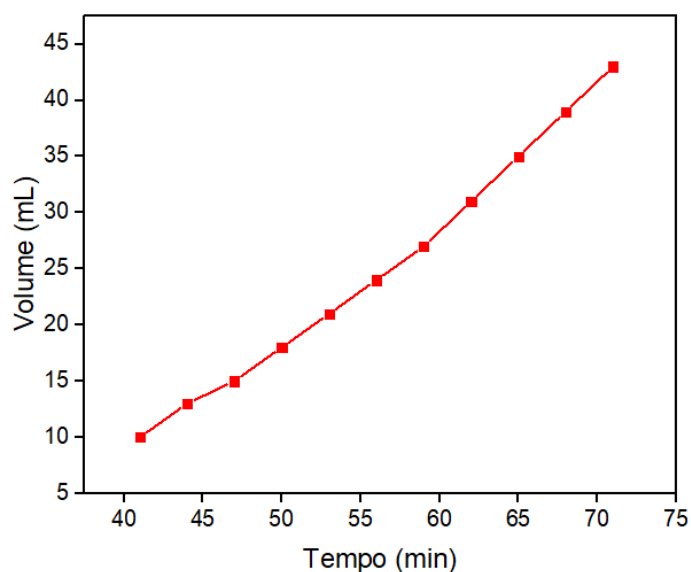
Figura 10- Volume derretido em função do tempo (formulação 3).



Fonte: elaborada pela autora

Na Figura 11 está o gráfico de derretimento da formulação 4. Observando a inclinação da reta, é possível constatar que o coeficiente de inclinação é maior, quando comparado com os coeficientes das demais formulações. Logo, a velocidade de derretimento também é maior.

Figura 11- Volume em função do tempo (formulação 4).



Fonte: elaborada pela autora

De modo geral, as formulações apresentaram velocidades de derretimento relativamente próximas, com exceção do suco *in natura*. É importante salientar que a transferência de calor no produto é dependente das moléculas presentes na mistura. Geralmente, a presença de gordura ou de algum substituto diminui a transferência de calor nos gelados comestíveis. Conseqüentemente, os gelados contendo mais gordura derretem a uma taxa mais lenta (GOFF e HARTEL, 2013).

5.3 Análise de textura

Essa análise foi realizada para as formulações submetidas aos processamentos que apresentaram melhores resultados para a viabilidade do *L.casei* após o congelamento e para a velocidade de derretimento (6 e 10 minutos).

Os resultados apontaram que, quando aumenta a INU e diminui o FOS, a dureza também aumenta, mas não chega a ser significativa quando analisada pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). A Tabela 7 mostra os valores obtidos instrumentalmente para cada formulação. A dureza foi expressa em Newton (N). A formulação que apresentou menor dureza foi aquela que continha 2% de INU e 10% de FOS. Nessa formulação, portanto, os gelados tornaram-se mais macios.

Di Criscio et al. (2010) relataram resultados semelhantes para gelados suplementados com inulina. Os autores desse estudo evidenciaram que doses baixas de inulina (3%) não alteraram de forma significativa as propriedades sensoriais e físicas das amostras, quando comparadas aos sorvetes convencionais. A partir desse estudo, foi

possível concluir que é viável a produção de sorvetes simbióticos adicionados de 3% de inulina e de microrganismos probióticos, com o propósito de se obter um produto funcional.

Ahmadi et al. (2014) estudaram amostras de frozen iogurte suplementadas com 4% e 8% de FOS que apresentaram valores de dureza significativamente menores em relação às amostras controle (0% de FOS). Os resultados deste estudo corroboram com esta pesquisa, pois a amostra de suco integral demonstrou maior dureza instrumental, comparada a todas as outras formulações.

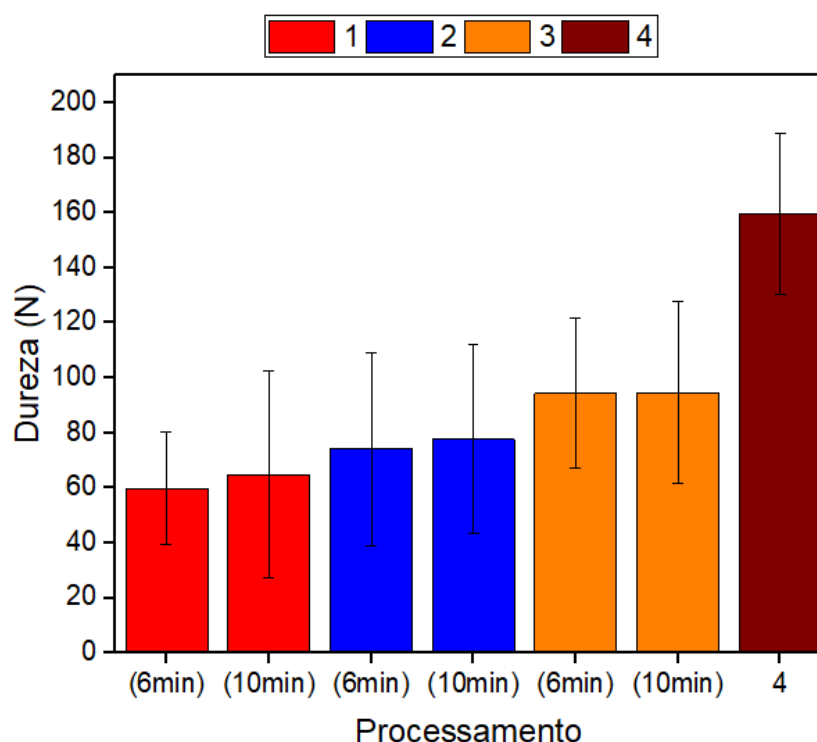
Tabela 7- Dureza instrumental de cada formulação.

| Formulação | Dureza (N) | |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | 6 min | 10 min |
| 1 | 59,883 ± 36,349 ^{Aa} | 64,940 ± 37,390 ^{Aa} |
| 2 | 74,155 ± 35,067 ^{Aa} | 77,700 ± 34,348 ^{Aa} |
| 3 | 94,421 ± 27,062 ^{Aa} | 94,642 ± 33,014 ^{Aa} |
| | Não processado | |
| 4 | 159,434 ± 29,255 ^B | |

*Médias ± desvio padrão. ^{A, B} Diferentes sobrescritos maiúsculos na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo Teste de Tukey (p<0,05) entre as formulações estudadas. ^{a, b} Diferentes sobrescritos minúsculos na mesma linha indicam diferenças significativas pelo Teste de Tukey (p<0,05) nos tempos de processamento aplicados nas amostras. **F1- 2% INU + 10% FOS; F2- 10% INU + 2% FOS; F3- 10% INU + 10% FOS; F4- Suco de caju *in natura*.** Fonte: elaborada pela autora.

Para melhor entendimento, a Figura 12 mostra o gráfico que expressa todos os resultados de dureza obtidos instrumentalmente.

Figura 12- Gráfico da dureza para cada formulação.



Fonte: elaborada pela autora

O tratamento com ultrassom realiza a quebra da matriz alimentícia em partículas menores que, quando submetidas ao congelamento, geram cristais de gelo pequenos. De acordo com Cheng et al. (2015), quando o tamanho final dos cristais de gelo é menor, o dano celular também é reduzido, melhorando a textura do produto congelado. Foi constatado, porém, que o tempo de tratamento com ultrassom não interferiu no resultado de dureza das amostras. Isso pode ter ocorrido devido à grande quantidade de fibras presentes no suco de caju, que foram apenas parcialmente quebradas.

Balthazar et al. (2015) desenvolveram um gelado comestível de baunilha suplementado com galactooligossacarídeos, a fim de investigar o impacto desse prebiótico nas características físico-químicas, ópticas e sensoriais. Para efeitos de comparação, foram também fabricados gelados contendo frutooligossacarídeos. Nesse estudo, os autores encontraram que a amostra contendo FOS (3%) era mais macia que as amostras que tinham GOS.

Bayarri et al. (2010) relataram que a adição de 7,5% de inulina de cadeia longa deu origem a um produto de baixo teor de gordura com a mesma intensidade de dureza e espessura da amostra controle, que continha 3,5% de gordura. Isso fundamenta a ideia de

que o emprego de um substituto de gordura, como a inulina, pode se apresentar como uma boa alternativa para sobremesas dietéticas. Os autores afirmaram ainda que a dureza está relacionada com a concentração na qual a inulina é adicionada aos produtos.

No trabalho desenvolvido por Costa et al. (2017), foi avaliado o efeito da adição de inulina em sorvetes simbióticos de açaí. Nesse estudo, foi constatado que a formulação contendo 4% de inulina apresentou menor valor da dureza, porém não diferiu significativamente da amostra controle (INU 0%). A alteração da textura de produtos alimentícios adicionados de inulina ocorre devido à competição da molécula desse carboidrato pela água da matriz, o que resulta na formação de um gel que pode aumentar a viscosidade do produto pelo aprisionamento da água (BURITI et al., 2010).

A adição de inulina e de frutooligossacarídeo, portanto, causou um aumento na firmeza dos gelados, à medida que a concentração desses ingredientes também aumentava. Isso está relacionado com a natureza química dos prebióticos, que são carboidratos que mostram afinidade com a solução aquosa do gelado, aumentando a viscosidade e refletindo, assim, na firmeza do produto.

6 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível verificar que o processamento com o ultrassom possibilitou uma maior homogeneização dos ingredientes no suco de caju, interferindo positivamente na estabilidade das amostras. A adição de inulina e de frutooligossacarídeo foi capaz de aumentar a sobrevivência de *Lactobacillus casei* após 24 horas de congelamento. No que se refere ao derretimento, o estudo mostrou que a adição de prebióticos resultou numa diminuição da taxa de derretimento dos gelados, visto que o suco de caju *in natura* apresentou a maior velocidade de derretimento entre as amostras.

Em relação à textura, os resultados apontaram que a amostra de suco *in natura* demonstrou maior dureza instrumental, comparada a todas as outras formulações. O estudo revelou, no entanto, que não houve diferença significativa para a textura entre as formulações simbióticas. Dessa forma, é possível obter um picolé funcional, a partir da combinação dos métodos utilizados neste estudo.

REFERÊNCIAS

- ABGHARI, Ali; SHEIKH-ZEINODDIN, Mahmoud; SOLEIMANIAN-ZAD, Sabihe. Nonfermented ice cream as a carrier for *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus rhamnosus*. **International journal of food science & technology**, v. 46, n. 1, p. 84-92, 2011.
- ADITIVOS & INGREDIENTES. A inulina e seus benefícios, 2016. 43 p. Disponível em: <https://www.essentialnutrition.com.br/media/artigos/fiberlift/2.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Alimentos. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos. 2008. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm. Acesso em: 20 de julho de 2021.
- 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**, v. 73, n. 4, p. M184-M188, 2008.
- AKBARI, Mehdi; ESKANDARI, Mohammad Hadi; DAVOUDI, Zahra. Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review. **Trends in food science & technology**, v. 86, p. 34-40, 2019.
- AKDENIZ, V.; AKALIN, A. S. New approach for yoghurt and ice cream production: High-intensity ultrasound. **Trends in Food Science & Technology**, v. 86, p. 392-398, 2019.
- Anuário Brasileiro de Horti&Fruti 2016 / TREICHEL et al. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. 96 p.
- Anuário brasileiro do tabaco 2020 / Kist, et al. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2020. 132 p.
- ARZENI, C.; MARTÍNEZ, K.; ZEMA, P.; ARIAS, A.; PÉREZ, O. E.; PILOSOFF, A.M.R. Comparative study of high intensity ultrasound effects on food proteins functionality. **Journal of Food Engineering**, v. 108, p. 463-472, 2012.
- ASAITHAMBI, Niveditha; SINGH, Sushil Kumar; SINGHA, Poonam. Current status of non-thermal processing of probiotic foods: A review. **Journal of Food Engineering**, p. 110567, 2021.
- ASHAOLU, Tolulope Joshua. Immune boosting functional foods and their mechanisms: A critical evaluation of probiotics and prebiotics. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 130, p. 110625, 2020.
- BAGCHI, Debasis (Ed.). **Nutraceutical and functional food regulations in the United States and around the world**. Academic press, 2019.
- BALDISSERA, Ana Carolina et al. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas a base de soro de leite. **Semina. Ciências Agrárias**, p. 1497-1512, 2011.

BALTHAZAR, Celso F. et al. The addition of inulin and *Lactobacillus casei* 01 in sheep milk ice cream. *Food chemistry*, v. 246, p. 464-472, 2018.

BAYARRI, Sara et al. Texture perceived on inulin-enriched low-fat semisolid dairy desserts. Rheological and structural basis. **Journal of Texture Studies**, v. 42, n. 3, p. 174-184, 2011.

BELDARRAIN-IZNAGA, Tatiana et al. Influence of multilayer microencapsulation on the viability of *Lactobacillus casei* using a combined double emulsion and ionic gelation approach. **Food and Bioproducts Processing**, v. 124, p. 57-71, 2020.

BELLINAZO, Pedro Lima et al. Probiotic butter: Viability of *Lactobacillus casei* strains and bixin antioxidant effect (*Bixa orellana* L.). **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 43, n. 9, p. e14088, 2019.

BENGOECHEA, Carlos et al. Gelation properties of calcium-inulin gels. **Food Hydrocolloids**, v. 97, p. 105239, 2019.

BHARGAVA, N.; MOR, R. S.; KUMAR, K.; SHARANAGAT, V. S. Advances in application of ultrasound in food processing: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 70, 2021.

BOFF, Camila Comas et al. Desenvolvimento de sorvete de chocolate utilizando fibra de casca de laranja como substituto de gordura. **Ciência Rural**, v. 43, p. 1892-1897, 2013.

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n 266, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de set. 2005.

BRAVO, Javier A. et al. Ingestion of *Lactobacillus* strain regulates emotional behavior and central GABA receptor expression in a mouse via the vagus nerve. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 38, p. 16050-16055, 2011.

BURITI, Flávia CA; CASTRO, Inar A.; SAAD, Susana MI. Effects of refrigeration, freezing and replacement of milk fat by inulin and whey protein concentrate on texture profile and sensory acceptance of synbiotic guava mousses. **Food Chemistry**, v. 123, n. 4, p. 1190-1197, 2010.

CASAROTTI, Sabrina Neves; JORGE, Neuza. Aspectos tecnológicos dos substitutos de gordura e suas aplicações em produtos lácteos. **Nutrire**, p. 163-181, 2010.

CHAMPAGNE, Claude P. et al. Effects of storage conditions, microencapsulation and inclusion in chocolate particles on the stability of probiotic bacteria in ice cream. **International Dairy Journal**, v. 47, p. 109-117, 2015.

CHENG, Jinju et al. Effects of milk protein-polysaccharide interactions on the stability of ice cream mix model systems. **Food Hydrocolloids**, v. 45, p. 327-336, 2015.

COSTA, Mayra Garcia Maia; OOKI, Gabriela Namur; VIEIRA, Antônio Diogo Silva; BEDANI, Raquel; SAAD, Susana Marta Isay. Synbiotic Amazonian palm berry (*açai*, *Euterpe oleracea* Mart.) ice cream improved *Lactobacillus rhamnosus* GG survival to

simulated gastrointestinal stress. **Food Function**, Cambridge, v. 8, n. 2, p. 731-740, 2017. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1039/c6fo00778c> > DOI: 10.1039/c6fo00778c.

DE FARIAS, Thaísa Gabriela Silva et al. Viabilities of *Lactobacillus rhamnosus* ASCC 290 and *Lactobacillus casei* ATCC 334 (in free form or encapsulated with calcium alginate-chitosan) in yellow mombin ice cream. **LWT**, v. 100, p. 391-396, 2019.

DE SOUSA, Ana Virgínia Brandão et al. Determinação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante da cajuína e do mel produzidos no Estado do Piauí-Brasil. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 2, p. 21-32, 2018.

DELCOUR, Jan A. et al. Prebiotics, fermentable dietary fiber, and health claims. **Advances in Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 1-4, 2016.

DI CRISCIO, T. et al. Production of functional probiotic, prebiotic, and synbiotic ice creams. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 10, p. 4555-4564, 2010.

DIAS, Ana Débora Cordeiro et al. A importância da alimentação saudável e estado nutricional adequado frente a pandemia de COVID-19. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 66464-66473, 2020.

DIAS, Daniely da Rocha Cordeiro. **Efeito do ultrassom em parâmetros de qualidade do suco de graviola (anonna muricata l.)**. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

DICKERSON, Faith et al. Adjunctive probiotic microorganisms to prevent rehospitalization in patients with acute mania: a randomized controlled trial. **Bipolar disorders**, v. 20, n. 7, p. 614-621, 2018.

DO NASCIMENTO SILVA, Elizeu. Desenvolvimento de sorvete utilizando fibras de frutas cítricas como substituto de gordura. **Revista Científica UMC**, v. 5, n. 3, 2020.

DOS SANTOS FILHO, Antonio Luiz et al. Production and stability of probiotic cocoa juice with sucralose as sugar substitute during refrigerated storage. **LWT**, v. 99, p. 371-378, 2019.

DOS SANTOS FILHO, Washinton Luiz Gomes. Características físicas e químicas de caju (*Anacardium Occidentale*). 2016.

DOS SANTOS, Ana Flávia Pinatti et al. Soja: alimento funcional e prevenção do câncer de mama. **REVISTA FUNEC CIENTÍFICA-NUTRIÇÃO-SEM CIRCULAÇÃO**, v. 1, n. 2, 2014.

DOS SANTOS, Julia Rodrigues Martins Pastor; ALBERT, André Luis Mazzei; LEANDRO, Katia Christina. Importância de uma regulamentação específica com as definições e classificações dos produtos comercializados como suplementos alimentares, alimentos funcionais e nutracêuticos. **Revista de Direito Sanitário**, v. 19, n. 3, p. 54-67, 2019.

FEITOSA, Bruno Fonsêca et al. Prebióticos fruto-oligossacarídeos como substituto do açúcar comercial em sobremesas aeradas de morango com matriz não láctea. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 4, p. 571-577, 2019

FERNANDES, Daiana; DOS SANTOS, Pricila Veiga; LEONEL, Magali. Avaliação da qualidade de sorvete adicionado de maltodextrina e farelo de mandioca ao longo do armazenamento. **Energia na agricultura**, v. 34, n. 2, p. 297-305, 2019.

FERREIRA, Isabele Albuquerque Alcoforado et al. ALIMENTOS FUNCIONAIS NA PREVENÇÃO E CONTROLE DA HIPERTENSÃO. **REVISTA DE TRABALHOS ACADÊMICOS-UNIVERSO RECIFE**, v. 4, n. 2, 2017.

FONTELES, Thatyane Vidal; RODRIGUES, Sueli. Prebiotic in fruit juice: processing challenges, advances, and perspectives. **Current Opinion in Food Science**, v. 22, p. 55-61, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria*. Córdoba, 2001. 34p. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/probioreport_en.pdf>. Acesso em: 03 junho. 2021.

FUJIMURA, Yushi et al. Evaluation of angiotensin-converting enzyme-inhibitory activity in abalone viscera fermented by *Lactobacillus casei* 001. **Journal of Functional Foods**, v. 82, p. 104474, 2021.

GAREAU, Mélanie G. et al. Bacterial infection causes stress-induced memory dysfunction in mice. **Gut**, v. 60, n. 3, p. 307-317, 2011.

GENRO, Ana Luisa Gomes et al. Efeito do ultrassom nas propriedades tecnológicas da proteína isolada de soja. 2018.

GIBSON, G. R. & Roberfroid, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition* vol. 125 1401–1412 (1995)

GIBSON, Glenn R. et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. **Nature reviews Gastroenterology & hepatology**, v. 14, n. 8, p. 491-502, 2017.

GOMBART, A. F.; PIERRE, A.; MAGGINI, S. A Review of Micronutrients and the Immune System Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients*. v. 12, n. 1, 2020.

GÓRAL, Małgorzata et al. Impact of stabilizers on the freezing process, and physicochemical and organoleptic properties of coconut milk-based ice cream. **LWT**, v. 92, p. 516-522, 2018.

HAN, Bo; HOANG, Ba X. Opinions on the current pandemic of COVID-19: Use functional food to boost our immune functions. **Journal of Infection and Public Health**, 2020.

HILL, Colin et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. **Nature reviews Gastroenterology & hepatology**, 2014.

HILL, Daragh et al. The Lactobacillus casei group: history and health related applications. **Frontiers in microbiology**, v. 9, p. 2107, 2018.

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

HONG KONG CENTRE FOR HEALTH PROTECTION. (2020). Countries/areas with reported cases of novel. Retrieved from https://www.chp.gov.hk/files/pdf/statistics_of_the_cases_novel_coronavirus_infection_en.pdf

HUANG, Lei et al. Effects of L. paracasei subp. paracasei X12 on cell cycle of colon cancer HT-29 cells and regulation of mTOR signalling pathway. **Journal of functional foods**, v. 21, p. 431-439, 2016.

IWATANI, Shun; YAMAMOTO, Naoyuki. Functional food products in Japan: A review. **Food Science and Human Wellness**, v. 8, n. 2, p. 96-101, 2019.

JOHANSSON, Maria A. et al. Early colonization with a group of Lactobacilli decreases the risk for allergy at five years of age despite allergic heredity. **PloS one**, v. 6, n. 8, p. e23031, 2011.

KARIMI, Golgis et al. The anti-obesity effects of Lactobacillus casei strain Shirota versus Orlistat on high fat diet-induced obese rats. **Food & nutrition research**, v. 59, n. 1, p. 29273, 2015.

LANGE, Klaus W. Food science and COVID-19. **Food Science and Human Wellness**, 2020.

LAVIANO, Alessandro; KOVERECH, Angela; ZANETTI, Michela. Nutrition support in the time of SARS-CoV-2 (COVID-19). **Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)**, v. 74, p. 110834, 2020.

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**, v. 5, n. 1, p. 503-507, 2013.

LEITE, Ana Karoline Ferreira. Efeito prebiótico de suco de caju (Anacardium occidentale) contendo glico-oligossacarídeos, dextrana e tagatose. 2020.

LI, Q., Guan, X., Wu, P., Wang, X., Zhou, L., Tong, Y., ... Feng, Z. (2020). Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus–infected pneumonia. *New England Journal of Medicine*, 382, 1199–1207. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001316>

LIAO, Shengfa F.; NYACHOTI, Martin. Using probiotics to improve swine gut health and nutrient utilization. **Animal Nutrition**, v. 3, n. 4, p. 331-343, 2017.

LÓPEZ-CASTEJÓN, María Luisa et al. Characterization of prebiotic emulsions stabilized by inulin and β -lactoglobulin. **Food hydrocolloids**, v. 87, p. 382-393, 2019.

MACEDO, Leandro Levate; VIMERCATI, Wallaf Costa; ARAÚJO, Cintia da Silva. Fruto-oligossacarídeos: aspectos nutricionais, tecnológicos e sensoriais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, 2020.

MARKOWIAK, Paulina; ŚLIŻEWSKA, Katarzyna. Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. **Nutrients**, v. 9, n. 9, p. 1021, 2017.

MÉNDEZ-VELASCO, C.; GOFF, H. D. Fat structures as affected by unsaturated or saturated monoglyceride and their effect on ice cream structure, texture and stability. *International Dairy Journal*, Oxford, v. 24, n.1, p. 33-39, 2012.

MUKHERJEE, Anjan; CHANDRA, Goutam; GHOSH, Koushik. Single or conjoint application of autochthonous *Bacillus* strains as potential probiotics: effects on growth, feed utilization, immunity and disease resistance in Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). *Aquaculture*, v. 512, p. 734302, 2019.

MUNIZ, Cecília Elisa de Sousa et al. Elaboração de barras de cereais utilizando resíduos agroindustriais de goiaba e caju enriquecidos proteicamente por via microbiana. 2017.

NEVES, Waleskha Benevenuto Pinto. Produção, caracterização físico-química e análise sensorial de fermentados de caju desenvolvidos por técnicas distintas. 2018.

NOBRE, C.; SUVAROV, P.; WEIRELD, G. Evaluation of commercial resins for fructooligosaccharide separation. *Journal New Biotechnology*, v. 31, n. 1, p.55-63, 2014.

NÚÑEZ, Ivanna Novotny et al. Evaluation of immune response, microbiota, and blood markers after probiotic bacteria administration in obese mice induced by a high-fat diet. *Nutrition*, v. 30, n. 11-12, p. 1423-1432, 2014.

OLIVEIRA, Valéria Santos de. Efeito do ultrassom e plasma a frio nas propriedades do suco de acerola. 2017.

OROZCO-PARRA, Julieth; MEJÍA, Clara M.; VILLA, Cristian C. Development of a bioactive synbiotic edible film based on cassava starch, inulin, and *Lactobacillus casei*. *Food hydrocolloids*, v. 104, p. 105754, 2020.

PEREIRA, Wander Lopes et al. O EFEITO DOS ALIMENTOS FUNCIONAIS NA MICROBIOTA INTESTINAL: O USO DO KEFIR E DA KOMBUCHA NA DIETA ALIMENTAR SAUDÁVEL. *Revista de Trabalhos Acadêmicos-Universo Campos dos Goytacazes*, v. 1, n. 13, 2020.

PIMENTEL, T. C.; GARCIA, S.; PRUDENCIO, S. H. Effect of long-chain inulin on the texture profile and survival of *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* in set yoghurts during refrigerated storage. *International Journal of Dairy Technology*, v. 65, n. 1, p.104-110, 2012.

PIMENTEL, T.C. Iogurte probiótico com inulina como substituto de gordura. 2009. 178p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2009.

Portaria nº 398, de 30 de abril de 1999. 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 República Federativa do Brasil*. Brasília, 03 maio. 1999a.

PORTELA, Masu Capistrano Camurça. Produção de sorvete dietético de leite de cabra, com característica simbiótica e avaliação de seu efeito funcional. 2015.

RANADHEERA, C. Senaka et al. Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. **Food Chemistry**, v. 135, n. 3, p. 1411-1418, 2012.

Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. 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 República Federativa do Brasil. Brasília, 03 maio. 1999b

RODRIGUES, Sueli et al. Development of dried probiotic apple cubes incorporated with *Lactobacillus casei* NRRL B-442. **Journal of functional foods**, v. 41, p. 48-54, 2018.

ROMANO, Cleunice Cassalho. **Influência da inulina nas características químicas, sensoriais e sobrevivência do *L. acidophilus* em frozen yogurt simbiótico com teor reduzido de lactose**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SANCHEZ, Marina et al. Effect of *Lactobacillus rhamnosus* CGMCC1. 3724 supplementation on weight loss and maintenance in obese men and women. **British Journal of Nutrition**, v. 111, n. 8, p. 1507-1519, 2014.

SANTOS, M. A. et al. Pasteurised sugarcane juice supplemented with *Lactobacillus casei* and prebiotics: physicochemical stability, sensory acceptance and probiotic survival. **International Food Research Journal**, v. 26, n. 4, 2019.

SANTOS, Priscilla Pereira dos Santos. Desenvolvimento de gelado comestível probiótico. 2012.

SARWAR, Abid et al. Characterization of synbiotic ice cream made with probiotic yeast *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745 in combination with inulin. **LWT**, v. 141, p. 110910, 2021.

SCHWEIGGERT, Ralf M. et al. Carotenoids, carotenoid esters, and anthocyanins of yellow-, orange-, and red-peeled cashew apples (*Anacardium occidentale* L.). **Food chemistry**, v. 200, p. 274-282, 2016.

SEOLIN, V. J.; SCAPIM, M. R. da S.; PIERETTI, G. G.; TONON, L. A. C.; MADRONA, G. S. Substituição de sacarose por frutooligossacarídeo em sorvete. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, Ponta Grossa, v. 7, n. 2, p.106-118, mar. 2013.

SILVA, Pedro Henrique de Assis et al. Desenvolvimento de iogurte e sobremesa láctea fermentada adicionados de doce de cajú. 2017.

SIMPSON, Hannah L.; CAMPBELL, Barry J. dietary fibre–microbiota interactions. **Alimentary pharmacology & therapeutics**, v. 42, n. 2, p. 158-179, 2015.

SO, Stephanie SY; WAN, Murphy LY; EL-NEZAMI, Hani. Probiotics-mediated suppression of cancer. **Current opinion in oncology**, v. 29, n. 1, p. 62-72, 2017.

SOUKOULIS, Christos; FISK, Ian D.; BOHN, Torsten. 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**, v. 13, n. 4, p. 627-655, 2014.

SOUSA, Francisco das Chagas Araujo; DA COSTA ALMEIDA, Lara Beatriz; SILVA, Ronnie Cassio Coelho. Alimentos funcionais no manejo do Diabetes Melitus tipo 2: uma abordagem bibliográfica. **Revista Ciência & Saberes-UniFacema**, v. 3, n. 4, p. 727-731, 2018.

SOUSA, Graziela Leal. **Desenvolvimento de sorvete simbiótico de graviola (*Annona muricata* L.) com teor reduzido de gordura e avaliação da resistência gastrointestinal dos probióticos in vitro**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOUZA, JCB de et al. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico Ice cream: composition, processing and addition of probiotic. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 21, n. 1, p. 155-165, 2010.

SWANSON, Kelly S. et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 17, n. 11, p. 687-701, 2020.

TYTGAT, Hanne LP et al. Lactobacillus rhamnosus GG outcompetes Enterococcus faecium via mucus-binding pili: evidence for a novel and heterospecific probiotic mechanism. **Applied and environmental microbiology**, v. 82, n. 19, p. 5756-5762, 2016.

USMAN, Muhammad et al. Potential applications of hydrophobically modified inulin as an active ingredient in functional foods and drugs-A review. **Carbohydrate Polymers**, p. 117176, 2020.

VERRUCK, Silvani; PRUDENCIO, Elane Schwinden. Ultrassom na indústria de alimentos: Aplicações no processamento e conservação. **Ponta Grossa (PR): Atena Editora**, 2018.

VIEIRA, Luis Gabriel; PIERRE, Fernanda. Considerações sobre tendências e oportunidades dos alimentos funcionais. In: **VII JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica**. 2018.

WANG, An R. et al. Progress in fish gastrointestinal microbiota research. **Reviews in Aquaculture**, v. 10, n. 3, p. 626-640, 2018.

XAVIER-SANTOS, Douglas et al. L. acidophilus La-5, fructo-oligosaccharides and inulin may improve sensory acceptance and texture profile of a synbiotic diet mousse. **LWT**, v. 105, p. 329-335, 2019.

YANG, Fan et al. Food as medicine: A possible preventive measure against coronavirus disease (COVID-19). **Phytotherapy Research**, v. 34, n. 12, p. 3124-3136, 2020.

YI, Che-Chun et al. A potential probiotic *Chromobacterium aquaticum* with bacteriocin-like activity enhances the expression of indicator genes associated with nutrient metabolism, growth performance and innate immunity against pathogen infections in zebrafish (*Danio rerio*). **Fish & shellfish immunology**, v. 93, p. 124-134, 2019.

ZANJANI, Mohammad Ali Khosravi et al. Promoting *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium adolescentis* survival by microencapsulation with different starches and chitosan and poly L-lysine coatings in ice cream. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 42, n. 1, p. e13318, 2018.

ZHENG, Jinshui et al. A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of Lactobacillaceae and Leuconostocaceae. 2020.