

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

THAIANALY LEITE ABREU

EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE SACAROSE POR
EDULCORANTES NATURAIS EM SORVETE DE IOGURTE
ADICIONADO DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*)

JOÃO PESSOA – PB
2019

THAIANALY LEITE ABREU

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE SACAROSE POR
EDULCORANTES NATURAIS EM SORVETE DE IOGURTE
ADICIONADO DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Centro de Tecnologia, da Universidade Federal da Paraíba em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dra. Marta Maria da Conceição

**JOÃO PESSOA – PB
2019**

Al62e Abreu, Thaianaly Leite.

Efeito da substituição de sacarose por edulcorantes naturais em sorvete de iogurte adicionado de jambolão (*Syzygium cumini*) / Thaianaly Leite Abreu. - João Pessoa, 2019.

78 f. : il.

Orientação: Marta Maria da Conceição.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Adoçantes naturais. 2. Jambolão. 3. Edulcorantes naturais. 4. Fruto exótico. 5. Compostos bioativos. 6. Myrtaceae. I. Conceição, Marta Maria da. II. Título.

UFPB/BC

CDU 664.162.81(043)

THAIANALY LEITE ABREU

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE SACAROSE POR EDULCORANTES NATURAIS
EM SORVETE DE IOGURTE ADICIONADO DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*)**

Dissertação Aprovada em 28/ 02/ 2019.

BANCA EXAMINADORA



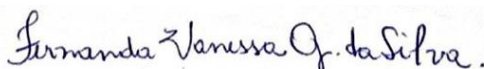
Prof.ª Dr. Marta Maria da Conceição – PPGCTA/CT/UFPB

Presidente da Banca Examinadora



Dra. Maristela Alves Alcântara – PPGCTA/CT/UFPB

Examinador Interno



Profª. Dra. Fernanda Vanessa Gomes da Silva – CTDR/UFPB

Examinador Externo

*A Deus
A minha família, a meus amados pais e amigos
por todo amor, carinho e incentivo ao longo da
minha vida.
A minha avó Maria do Céu (in memoriam) e
minha madrinha Pinina (in memoriam), por toda
intercessão e força.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que eu chegasse até aqui mesmo com todas as dificuldades, obstáculos e com todas as feridas na alma! “Teus planos vão além do que eu possa entender. Quem sou eu pra merecer tantas graças assim?” Obrigada por me manter firme, me fazer uma pessoa mais forte superando todos os meus limites diariamente! A ele a glória, meu caminho e minha vida.

Aos meus pais, por investir no meu ensino desde cedo e por ter me proporcionado chegar aonde eu cheguei. Por me ensinarem a ser uma pessoa esforçada, de bom caráter e perseverante. Agradeço em particular a minha mãe Tânia, pelo amor incondicional e palavras de incentivo, orações, por todo sacrifício e dedicação para que eu conseguisse realizar meu sonho. O mestrado não foi fácil, sem o amor e a força de vocês eu não conseguiria finalizá-lo de jeito nenhum. Obrigada por todo zelo e cuidado nos momentos críticos, principalmente no final! Vocês estão em cada pedaço desse trabalho! Essa vitória é de vocês também!! Vocês são a razão de tudo, o motivo pelo qual permanecerei lutando sempre. A vocês meu amor e minha eterna gratidão! AMO VOCÊS!

Aos meus irmãos Matheus e Arnaldo pelo carinho e incentivo e parceria. Obrigada também por sempre tornarem os dias em nossa casa mais leves e alegres. A minha madrinha Nilda, minha segunda mãe, pelo imenso carinho. Obrigada pelas orações! A toda minha família maravilhosa, sempre trazendo leveza, alegria e amor para minha vida! A minha orientadora, Professora Dr^a. Marta Maria da Conceição pelo exemplo de competência! Obrigada por confiar no meu trabalho, por me orientar a seguir o caminho correto, por me ajudar nos momentos de impossibilidades. Esse mestrado foi um crescimento muito grande na minha vida, e você foi responsável por isso, criticando o que estava errado (mas sempre ensinando a crescer) valorizá-lo mais e sempre me apoiando nas minhas decisões. Obrigada por toda prontidão!

As professoras Angela Tribuzy, Maria Eliedy, Graciele e a melhor pós doc. do programa Maristela Alcântara, agradeço pelas contribuições prestadas ao trabalho para que ele se tornasse cada vez melhor e por permitirem a utilização dos seus laboratórios ou na concessão de materiais, assim, viabilizando a realização do trabalho. Agradeço também por todas as orientações dadas ao longo do mestrado! A professora Fernanda Vanessa por se disponibilizar a participar da minha banca, colaborando para melhoria do meu trabalho e agregando valor ao mesmo.

Agradeço aos técnicos dos laboratórios do CTDR, em especial a Bosco, Vanessa, José Carlos, José Evangelista e Aline pela generosidade em sempre estarem a disposição para auxiliar e viabilizar a realização da pesquisa. Vocês são maravilhosos!

As minhas amigas Graciete, Karol e Bianca que pude conhecer no PPGCTA, agradeço os momentos de risadas, de apoio, união, amizade, companheirismo e a constante colaboração no meu trabalho! Um agradecimento especial a Karol, que me deu grande suporte na realização de experimentos e uma super força com a parte estatística.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, a coordenação, a todos os professores que o constituem e a Fernanda, pela competência, dedicação e paciência.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa.

“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando, no fim terás o que colher”

Cora Carolina

RESUMO

O sorvete de iogurte, *frozen yogurt*, é um produto inovador que possui baixo teor calórico em relação ao sorvete comum. É um gelado comestível que se tornou popular entre adultos devido ao seu potencial em exercer efeitos benéficos à saúde. Além disso quando este produto é adicionado ingredientes com compostos bioativos, como jambolão pode promover diversos efeitos benéficos a saúde do consumidor. O jambolão (*Syzygium cumini*) é uma fruta rica em compostos fenólicos, como antocianinas, quercetina, ácido elágico entre outros componentes que apresentam comprovado poder antioxidante, porém há pouco incentivo e técnicas de aproveitamento desse fruto na cadeia produtiva regional, assim explorar essa potencialidade torna-se uma boa alternativa. A demanda por produtos com conteúdo de açúcares reduzidos não decorre apenas do interesse do consumidor por produtos relacionados a dietas de controle de peso, mas da crescente preocupação com os benefícios trazidos pelos mesmos para a saúde. Diante disso, objetivou-se avaliar os parâmetros de qualidade de sorvete de iogurte adicionado de polpa de jambolão, elaborados com substituição parcial e total da sacarose por edulcorantes naturais (xilitol e xarope de agave), quanto às características sensoriais, físico-químicas, bioativas e microbiológicas. Foram elaboradas três formulações de sorvete de iogurte (SC, S1 e S2) que diferiram em relação à quantidade de polpa, sacarose e edulcorantes. Diante o ensaio de atividade antioxidante e compostos bioativos apresentado pela presente pesquisa, sugere-se que o jambolão é uma excelente fonte de compostos fenólicos que apresentam atividade antioxidante. A produção de sorvete de iogurte proposto é tecnologicamente viável, uma vez que funcionou como um veículo dos compostos bioativos presentes no jambolão, a substituição parcial da sacarose, não modificou significativamente as características físico-químicas, bioativas e sensoriais. Além disso o sorvete de iogurte de jambolão representa um novo produto destinado para o mercado em expansão, dirigido a um público interessado por hábitos alimentares saudáveis.

Palavras-chave: Adoçantes naturais, jambolão, edulcorantes naturais, fruto exótico, compostos bioativos, myrtaceae.

ABSTRACT

Yogurt ice cream, frozen yogurt, is an innovative product that is lower in calories than regular ice cream. It is an edible ice cream that has become popular among adults due to its potential to exert beneficial health effects. Furthermore, when ingredients with bioactive compounds, such as jambolan, are added to this product, it can promote several health benefits to the consumer. The jambolan (*Syzygium cumini*) is a fruit rich in phenolic compounds, such as anthocyanins, quercetin, ellagic acid, and other components that have proven antioxidant power, but there is little incentive and techniques to use this fruit in the regional production chain, so exploring this potential becomes a good alternative. The demand for products with reduced sugar content is not only due to the consumer interest in products related to weight control diets but also the growing concern with the benefits brought by them to health. Therefore, this study aimed to evaluate the quality parameters of yogurt ice cream with jambolan pulp, prepared with partial and total replacement of sucrose by natural sweeteners (xylitol and agave syrup), regarding sensory, physicochemical, bioactive, and microbiological characteristics. Three formulations of yogurt ice cream were prepared (SC, S1, and S2) that differed in the amount of pulp, sucrose and sweeteners. Given the assay of antioxidant activity and bioactive compounds presented by the present research, it is suggested that jambolan is an excellent source of phenolic compounds that present antioxidant activity. The production of the proposed yogurt ice cream is technologically feasible since it worked as a vehicle of the bioactive compounds present in jambolão, the partial replacement of sucrose, which did not significantly modify the physicochemical, bioactive, and sensory characteristics. In addition, the jambolan yogurt ice cream represents a new product intended for the expanding market, aimed at a public interested in healthy eating habits.

Keywords: Natural sweeteners, jambolão, exotic fruit, bioactive compounds, myrtaceae.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Fluxograma apresentando as etapas envolvidas no estudo	24
Figura 2	Obtenção e processamento do jambolão	25

ARTIGO 1

Figura 1	Fluxograma apresentando as etapas envolvidas no estudo	44
Figura 2	Médias atribuídas da avaliação sensorial das formulações de sorvete de iogurte adicionados de jambolão.....	63
Figura 3	Índice de Aceitabilidade dos sorvetes	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Formulações de sorvetes de iogurte adicionados com polpa de jambolão.	27
----------	---	----

ARTIGO 1

Tabela 1	Formulações de sorvetes de iogurte adicionados com polpa de jambolão...	46
Tabela 2	Valores médios e desvios padrões dos parâmetros físico-químicos da polpa de jambolão.....	49
Tabela 3	Valores médios e desvios padrões da análise de teor de fenólicos totais e atividade antioxidante pela captura dos radicais ORAC e DPPH.....	52
Tabela 4	Valores médios e desvios padrões das análises físico-químicas dos sorvetes de iogurte adicionados de polpa de jambolão.....	54
Tabela 5	Valores médios e desvios padrões da análise de cor da polpa de jambolão e sorvetes de iogurte adicionados de jambolão.....	58
Tabela 6	Valores médios e desvios padrões da análise de teor de fenólicos totais.....	59
Tabela 7	Avaliação microbiológica dos sorvetes de iogurte adicionados de polpa de jambolão.....	60
Tabela 8	Teste de aceitação dos sorvetes iogurte adicionados de polpa de jambolão	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
CIELAB	Commission internationale de l'éclairage 1976 (L*, a*, b*) color space
DPPH	1,1-difenil-2-picrilhidrazila
eq.	Equivalente
GAE	Ácido gálico equivalente
NEPA	Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação
ORAC	Oxygen Radical Absorbance Capacity
pH	Potencial hidrogênico
ROS	<i>Reactive Oxygen Species</i>
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 GELADOS COMESTÍVEIS	17
2.2 SORVETE DE IOGURTE (<i>FROZEN YOGURT</i>)	17
2.3 DESENVOLVIMENTO DE SORVETE FUNCIONAL	19
2.3.1 Substituição da sacarose por edulcorantes naturais	20
2.3.2 Edulcorantes Naturais – Xilitol e Xarope de Agave	20
2.3.3 Adição de compostos bioativos em sorvetes	22
2.3.4 Jambolão: Aspectos Gerais e Características Nutricionais	22
3 MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1 LOCAL DE EXECUÇÃO	24
3.2 MATÉRIA-PRIMA	24
3.2.1 Processamento da polpa	25
3.2.2 Elaboração das formulações de Sorvetes de iogurte adicionados de polpa de jambolão	26
3.2.3 Processamento do sorvete de iogurte	27
3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DE JAMBOLÃO E DO SORVETE DE IOGURTE ADICIONADO DE POLPA DE JAMBOLÃO	28
3.3.2 Determinação de <i>overrun</i>	30
3.3.4 Cor	30
3.4 AVALIAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	31
3.4.1 Preparação dos extratos	31
3.4.2 Ensaio de atividade antioxidante, teor de fenólicos e antocianinas totais	31
3.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS SORVETES	33
3.6 AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS SORVETES	33
3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	34
REFERÊNCIAS	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
ARTIGO 1	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
APÊNDICES	72
ANEXO	76

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, há grande interesse em reduzir o teor de açúcar dos alimentos para controlar dietas e reduzir índice de obesidade. Existem diversas pesquisas encontradas na literatura científica, sobre os efeitos adversos no organismo relacionados ao consumo de açúcares, muitos profissionais de saúde e novas diretrizes dietéticas, vem pressionando a indústria pela busca de edulcorantes naturais (EDWARDS et al., 2016).

Devido ao aumento dos problemas de saúde relacionados à ingestão excessiva de sacarose, muitos consumidores estão à procura de alternativas para reduzir o consumo de açúcar, sem abrir mão da palatabilidade e doçura dos produtos alimentícios e uma das principais opções, para esse caso, é a substituição de sacarose por edulcorantes.

Os edulcorantes naturais contêm compostos nutritivos adicionais inexistentes nos adoçantes de origem sintética. A composição exata de nutrientes desses produtos naturais é bem esclarecida pela literatura e pode variar de acordo com sua matriz, mas tipicamente apresenta proteínas, lipídios, fibras alimentares, fitoquímicos, vitaminas e minerais (EDWARDS et al., 2016).

Um dos edulcorantes mais estudados atualmente é o xilitol, um poliol classificado como um edulcorante nutritivo ou calórico, de poder adoçante igual ao da sacarose, que vem sendo usado com sucesso na prevenção da cárie dentária e no tratamento de obesos, diabéticos e em nutrição parenteral, uma vez que sua absorção pela mucosa intestinal é lenta, não alterando bruscamente as concentrações de glicose no sangue e tendo seu metabolismo independente de insulina. O xilitol também é capaz de agregar propriedades tecnológicas aos produtos, mesmo em baixa concentração (BRASIL, 2001; VIANA et al., 2015).

Outro edulcorante caracterizado como natural é o xarope de agave, uma substância naturalmente doce, caracterizado como edulcorante natural. O uso desse aditivo alimentar está em notoriedade como substituto do açúcar em razão de seu baixo índice glicêmico, capacidade antioxidante, propriedades antibacterianas além de prevenir o crescimento de células cancerígenas (URIBE; SALVDIVAR, 2013; MOJICA; LÓPEZ, 2015).

O desenvolvimento de produtos com reduzido teor de açúcar e propriedades funcionais, sem modificar negativamente características importantes como textura e sabor, tornou-se um dos grandes desafios da indústria alimentícia, uma vez que os consumidores buscam além da melhoria das características nutricionais, a qualidade sensorial. Nesse contexto, os produtos

derivados de frutas, sobretudo utilizando os frutos exóticos, têm surgido como uma importante alternativa.

Pertencente à família *Mirtaceae*, o jambolão (*Syzygium cumini*), conhecido popularmente como jamun, java ou ameixa roxa, é uma espécie nativa da Ásia tropical e bem adaptada no Brasil, os frutos dessa planta possuem tamanho pequeno, de coloração roxa quase negra por fora e de polpa pouco caldosa. Com elevado potencial antioxidante, além de propriedades hipoglicemiantes, anti-inflamatórias e antibacterianas; o seu consumo é incentivado como uma estratégia para prevenção de doenças cardiovasculares, neurodegenerativas e câncer (PEIXOTO; FREITAS, 2013; BRANCO et al., 2016).

Como grande parte dos frutos, o jambolão é disponível em curto período do ano e sua elevada perecibilidade dificulta a comercialização em locais distantes do plantio e coleta. Assim, faz-se necessária a aplicação de recursos tecnológicos para aumentar o apelo mercadológico e o valor comercial do fruto, como por exemplo, elaboração de novos produtos como doce, geleia e ingrediente em diversos produtos alimentícios como derivados lácteos.

O sorvete de iogurte é um produto que apresenta simultaneamente características do sorvete convencional e do próprio iogurte, por esse motivo, foi popularizado em várias regiões do mundo, sendo comercializado como uma inovação dentre os produtos lácteos, por apresentar alto valor nutritivo, textura atrativa e sabor agradável ao paladar (SOUZA et al., 2017).

Diante o exposto, ressalta-se a importância de se avaliar os efeitos da substituição de sacarose por xarope de agave e xilitol nas características de qualidade e aceitação de sorvete de iogurte adicionado de polpa de jambolão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GELADOS COMESTÍVEIS

Segundo a RDC nº 266, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, gelado comestível ou sorvete é obtido pela emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem a adição de outros ingredientes e substâncias, submetidas ao congelamento. Os sorvetes podem ser classificados como: massa ou cremosos, picolés e produtos especiais gelados e devem ser conservados sob temperatura adequada durante o transporte e armazenamento, para a manutenção da qualidade do produto (BRASIL, 2005).

O sorvete é um dos derivados lácteos mais populares e mais consumidos do em todas as estações do ano e em diversos países; independente do clima. Seu potencial nutricional também agrega bastante valor ao setor produtor de gelados comestíveis no geral (MACEDO et al., 2016).

Dados da Associação Brasileira das Indústrias de Sorvetes - ABIS, demonstram que no ano de 2016, o consumo de sorvete referente ao ano 2011 até 2014 cresceu significativamente. O consumo em 2016 foi equivalente 1,002 milhões de litros, caracterizando notório crescimento na cadeia produtiva dos gelados comestíveis (ABIS, 2016).

O sorvete apresenta complexidade em sua estrutura, sendo compostas por glóbulos de gordura, células de ar e cristais de gelo, caracterizado pela dispersão de solução de polissacarídeos, açúcares, proteínas, estabilizante, emulsificante, corante e aromatizante, além de ser boa fonte de vitaminas A, B1, B2, B6, C, D, E, K, cálcio e outros sais minerais. É considerado um alimento completo e de alto valor nutricional. O sorvete ideal deve apresentar características próprias como textura macia, sabor típico, delicado e agradável (OLIVEIRA et al., 2016).

2.2 SORVETE DE IOGURTE (*FROZEN YOGURT*)

De acordo com a legislação brasileira, o sorvete de iogurte está na categoria de gelados comestíveis, sendo definido como um produto basicamente obtido do leite pasteurizado,

submetido à fermentação láctica através da ação de bactérias *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* entre outros, ou a partir de iogurte com ou sem a adição de outras substâncias alimentícias, sendo posteriormente aerado e congelado (BRASIL, 2005).

O sorvete de iogurte é um produto que agrega simultaneamente características do sorvete convencional e do próprio iogurte, por esse atrativo foi popularizado em várias regiões do mundo, sendo fortemente distribuído e comercializado como uma inovação dentre os produtos lácteos, apresentando alto valor nutritivo, textura atrativa e sabor agradável ao paladar (SOUZA et al., 2017).

Esse produto contém consideravelmente menor quantidade de gordura (3,25-6%) em comparação com sorvete (10-16%). Sabe-se que a ingestão excessiva de gordura está ligada ao maior risco de obesidade e doenças cardiovasculares. (SKRYPLONEK et al, 2017).

A fermentação precedente, por atividade de microorganismos, difere o sorvete de iogurte dos demais sorvetes. Com a degradação de alguns açúcares há a liberação de ácido láctico, conferindo ao produto pH inferior e sabor proeminente ácido, razões essas, o diferem dos sorvetes tradicionais (ABREU et al, 2016).

A classificação do sorvete de iogurte está disposta em três categorias que compreende leves ou macios, duros e mousses. O maior teor de açúcar, utilização de estabilizante e emulsificante é o grande diferencial na comparação com o iogurte tradicional (TAMIME; ROBINSON, 2007).

No geral, o processamento do sorvete de iogurte ocorre de maneira simples e análoga a elaboração do sorvete. Quando finalizada a fermentação do iogurte natural, decorre-se à adição da polpa de fruta e demais insumos, como estabilizantes, emulsificantes e açúcar, logo após ocorre o batimento, fase em que o ar é agregado ao produto. Este procedimento é responsável pela característica mais marcante do produto, a consistência cremosa, de aspecto suave e sabor agradável; por fim acontece o congelamento. Para certificar a qualidade final do sorvete de iogurte, durante o processamento deve-se garantir que as polpas passem por tratamento térmico eficaz (ABREU et al., 2016; DE SOUSA et al., 2017).

Segundo a instrução normativa nº 46 do Ministério de Agricultura e do Abastecimento, entende-se por leites fermentados os produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, ou leite reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica, mediante ação de cultivos de microorganismos específicos. Estes microorganismos específicos devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto, durante seu prazo de validade. A fermentação se realiza com cultivos simbióticos de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus Del*

brueckii subsp. bulgaricus, aos quais se podem acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-láticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto (BRASIL, 2007).

Tradicionalmente, o iogurte produzido no Brasil é elaborado a partir do leite bovino e, para sua produção, normalmente é necessário o aumento dos sólidos não gordurosos para obtenção de melhor viscosidade, textura e aparência no produto. Em sua composição, o iogurte apresenta teor proteico considerável, sais minerais; como fósforo e cálcio; vitaminas e carboidratos. O potencial nutricional do produto é um dos principais motivos para sua ingestão, por parte dos consumidores, principalmente quando agregado as suas características sensoriais. Assim, seus atributos conferem saúde, sabor leve e agradável, sendo também, uma forma indireta de consumir o leite (RIBEIRO et al., 2015)

O consumo de bebidas fermentadas, como o iogurte apresenta características benéficas no que diz respeito à manutenção saudável do organismo. As bactérias ácido-láticas estão diretamente ligadas na decorrência desses efeitos (MOURA et al. 2016).

É importante manter o equilíbrio adequado das bactérias para que o produto permaneça suficientemente acidificado e aromático. A acidez torna os iogurtes relativamente estáveis por inibir o crescimento de bactérias Gram negativas, e o pH do produto pode variar de 3,6 a 4,2 podendo atingir pH final de até 4,5 (SILVA et al., 2016).

2.3 DESENVOLVIMENTO DE SORVETE FUNCIONAL

Os alimentos funcionais caracterizam-se por promover efeitos benéficos à saúde, devido a presença de alguns compostos bioativos, além do valor nutritivo inerente à sua composição química, assim a oferta de alimentos saudáveis aumenta a cada dia. Os compostos bioativos podem exercer um papel potencialmente benéfico na prevenção de doenças e manutenção da saúde. Para que esses benefícios sejam alcançados, é necessário que o consumo destes alimentos seja regular (GRANATO; NUNES, 2015). No segmento de gelados comestíveis não é diferente e vários estudos vêm sendo realizados para tornar esse alimento mais saudável, pela adição de ingredientes funcionais, como compostos bioativos ou pela redução e substituição de compostos hipercalóricos, tais como açúcar e gordura normalmente utilizados em alto nível.

2.3.1 Substituição da sacarose por edulcorantes naturais

As propriedades dos açúcares estão diretamente relacionadas com a estrutura química deles e, portanto, é com base nelas que é possível escolher qual açúcar ou carboidrato será utilizado para a fabricação de um determinado alimento. A sacarose é um dissacarídeo popularmente conhecido como “açúcar de mesa” e é, entre os adoçantes, o mais utilizado. O poder de doçura e sabor agradável são características fundamentais da sacarose, como também seu alto potencial tecnológico, que auxilia a estabilidade, aparência, diminui o ponto de congelamento, participa de reações de fermentação alcoólica como substrato para leveduras, viabiliza o processamento de alimento, agindo como conservante e, consequentemente, inibindo o crescimento microbiológico indesejável (MORAIS et al., 2014). Porém o consumo de açúcares em excesso aumenta a probabilidade de efeitos nocivos à saúde humana, na qual se pode correlacionar à prevalência de Doenças Crônicas Não Transmissíveis.

O expressivo aumento de pessoas obesas e/ou diabéticas em escala mundial pode estar diretamente relacionado a ingestão excessiva de açúcares, no entanto verifica-se um grande interesse da indústria alimentícia em inovar, oferecendo aos consumidores alimentos dietéticos com o objetivo de substituir o açúcar, visando atender as diretrizes sugeridas pelas organizações mundiais de saúde na busca por dietas mais equilibradas e oferecendo benefícios físicos, metabólicos e fisiológicas (MOORADIAN et al. 2017).

Adoçantes dietéticos naturais são obtidos de plantas ou de alimentos de origem animal, tendo como exemplo a frutose, o manitol, stévia, xarope de agave e xilitol que compreendem os adoçantes naturais mais utilizados e investigados atualmente, sendo considerados substâncias adoçantes não calóricas, podendo apresentar um potencial de dulçor maior do que sacarose (BARBET- MASSIN et al., 2015).

2.3.2 Edulcorantes Naturais – Xilitol e Xarope de Agave

A indústria de alimentos atenta ao mercado consumidor, tem desenvolvido produtos e tecnologias para a produção de alimentos com baixas calorias, mediante substituição de açúcar por edulcorantes e/ou redução no seu teor de gordura (EDWARDS et al., 2016).

Os edulcorantes são conhecidos por serem, pelo menos, 30 a 13.000 vezes mais doces, comparados com o açúcar (sacarose). Esta doçura intensa permite menores porções para

obtenção da doçura em produtos alimentares, permitindo assim ao fabricante classificá-los como “sem açúcar” ou “não calórico” (MORAIS et al., 2014).

De acordo com a Resolução RDC nº 3, da Anvisa, de 02/01/2001, os edulcorantes permitidos pela legislação brasileira, para adição em alimentos são divididos em dois grandes grupos: edulcorantes naturais, os quais compreendem o sorbitol, manitol, isomaltose, esteviosídeo, maltitol, lactitol e xilitol; e edulcorantes artificiais, sendo eles: acessulfame-k, ciclamato monossódico, sacarina sódica, aspartame e sucralose (BRASIL, 2001).

Os edulcorantes naturais ou nutritivos fornecem equilíbrio do índice glicêmico, possuem fitoquímicos, compostos bioativos e outros nutrientes que são ausentes na sacarose e adoçantes artificiais. Nesse grupo encontramos o mel, poliois e xaropes de seiva de plantas. Os poliois, como o xilitol, tem um poder de dulçor relativamente menor que os xaropes, atualmente essas duas formas de adoçantes vem ganhando destaque entre os consumidores que buscam fontes naturais de doçura, consequentemente aliando a hábitos alimentares mais saudáveis (EDWARDS et al., 2016).

O xilitol possui características atrativas que confere um agradável efeito refrescante, tem solubilidade em água próxima à da sacarose ($195 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ água}$ a 20°C) são agentes redutores da atividade de água (aW), o que agrega maior conservação aos alimentos. Além dessas funções esse poliol pode apresentar atividade antioxidante e auxiliar diretamente na tecnologia de processamento de alimentos agindo como estabilizante, umectante e redutor de ponto de congelamento (VIANA et al., 2015).

A seiva de agave é uma substância naturalmente doce e o seu xarope é produzido pela cocção de pinheiros da planta. A popularidade dos xaropes de agave levou ao desenvolvimento de novas estratégias que buscam otimizar a produção desse edulcorante natural. A demanda por esse produto vem crescendo atualmente, devido a sua composição, onde destaca-se o elevado teor de frutose, capacidade antioxidante e presença de frutanos e oligossacarídeos que permanecem não digeridos no trato gastrointestinal e são substratos importantes para o crescimento de bactérias benéficas a colonização do organismo (GASGA et al. 2015; MOJICA; LÓPEZ, 2015).

A utilização dos edulcorantes representa uma alternativa para melhorar a palatabilidade de alguns produtos. Na composição de sorvetes, quando se acrescentam edulcorantes, busca-se reduzir o teor de açúcares, ocorrendo uma diminuição expressiva da sacarose (PEREIRA, 2014).

2.3.3 Adição de compostos bioativos em sorvetes

A adição de ingredientes, fontes de compostos bioativos com a finalidade de aumentar o valor nutritivo dos sorvetes e derivados lácteos em geral, vem apresentando crescente investigação, pois tais substâncias previnem diversas doenças e combatem o estresse oxidativo. O aproveitamento de espécies frutíferas exóticas reflete na oferta de novas alternativas para a indústria alimentícia, essas frutas constituem uma importante fonte desses compostos com propriedades funcionais (LIMA et al., 2017). O interesse por frutas exóticas tem crescido rapidamente devido a busca por novos produtos e sabores, dentre esse contexto pode-se destacar o jambolão.

2.3.4 Jambolão: Aspectos Gerais e Características Nutricionais

A fruta exótica jambolão (*Syzygium cumini*) é citada por sua apreciável quantidade de fitoquímicos, principalmente compostos fenólicos e vitamina C, atividade antioxidante e quantidade considerável de antocianinas. Apesar de seu potencial bioativo, o jambolão apresenta consumo restrito na forma *in natura* e grande parte dos frutos se acumula nas ruas em época da safra, em virtude da elevada produção e da curta vida útil da fruta, portanto ainda são escassos estudos que abordem o processo tecnológico comercial para aproveitamento desse fruto (COSTA et al., 2013; ARAÚJO, 2014).

Esta planta é encontrada em grande parte do Brasil, nas planícies litorâneas, nas serras e nos planaltos, e cresce muito bem em vários tipos de solo. A frutificação ocorre de janeiro a maio e os frutos são do tipo baga, assemelhando-se as azeitonas. Sua coloração, inicialmente branca, torna-se vermelha e posteriormente preta, quando maduras. Sua semente fica envolvida por uma polpa carnosa e comestível, doce, mas adstringente, sendo agradável ao paladar (VIZZOTTO; FETTER, 2009).

A propriedade antioxidante e os compostos bioativos do jambolão, foram atribuídas a abundante e diversificada variedade de compostos fenólicos presentes no fruto. Dentre os compostos já identificados, podemos citar a presença de ácidos fenólicos, como o ácido elágico, os flavonóides, como a quercitina e a rutina, e antocianinas, corantes naturais, como a delfinidina-3-glicosídeo, a petunidina-3-glicosídeo e a malvidina-3-glicosídeo. As antocianinas e os taninos hidrolisáveis são os fenóis mais abundantes na fruta (SOARES et al., 2015; TAVARES et al., 2016).

Consumir esses frutos ricos em antocianina são descritos como uma estratégia para prevenir doenças cardiovasculares, câncer e doenças neurodegenerativas. Contudo, a maioria dos estudos publicados até o momento tem essencialmente focado em alimentos crus, apesar de a dieta humana incluir principalmente alimentos cozidos e processados. O consumo de frutas pode ser no estado fresco ou processado, incluindo polpas congeladas, geleias e outros. (BRANCO et al., 2016). Nesse contexto, torna-se necessário estudar a influência da substituição parcial ou total da sacarose por xarope de agave e xilitol sobre a qualidade sensorial, microbiológica e físico-química do sorvete de iogurte adicionado de polpa de jambolão.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho avaliou a influência da substituição parcial ou total da sacarose por xarope de agave e xilitol sobre as características físico-químicas das diferentes formulações de sorvete de iogurte adicionado de polpa de jambolão pasteurizada sem conservantes.

Fluxograma geral da abordagem metodológica

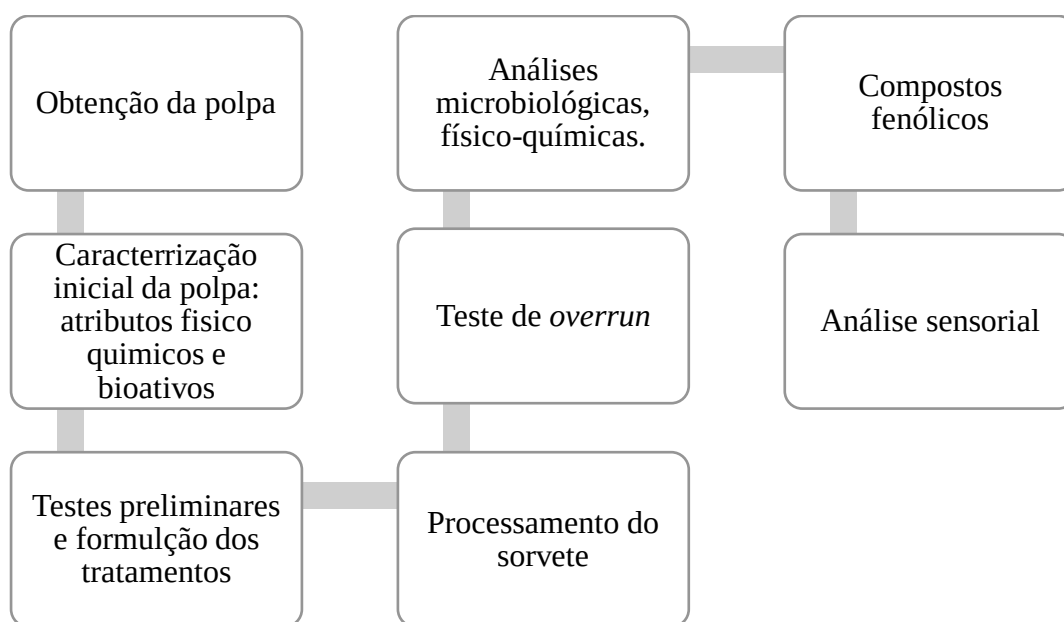


Figura 1 - Fluxograma do processamento do sorvete de iogurte adicionado de jambolão.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1 LOCAL DE EXECUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Processamento do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional/UFPB, como também nos Laboratórios de Combustíveis e Materiais/CCEN, Análises Sensoriais/CT e Laboratório de Bromatologia/CCS do Campus I da Universidade Federal da Paraíba.

3.2 MATÉRIA-PRIMA

Para a elaboração do sorvete de iogurte foram utilizadas as seguintes matérias primas adquiridas no comércio local: leite integral; cultura BioRich® (Chr. Hansen, contendo como microrganismos *L. acidophilus*LA-5, *Bifidobacterium*BB-12 e *S. thermophilus*); sacarose; xarope de agave; xilitol; liga neutra para sorvete (Selecta); e emulsificante/estabilizante Emustab (Selecta).

3.2.1 Processamento da polpa

Inicialmente os frutos de jambolão (*Syzygium cumini*) foram obtidos na região do Distrito Industrial da grande João Pessoa, nas coordenadas [lat: -7.271083 long: -34.849778 WGS84] Altitude: 79m. Os frutos foram colhidos de forma manual, no estágio de maturação, apresentando coloração da casca roxa intensa, no período de frutificação da planta (fevereiro de 2018). Após a colheita, as frutas passaram por processos prévios de higienização, sanitização e branqueamento. Em seguida as polpas foram processadas em despulpadeira, pasteurizadas, acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas sob congelamento até a realização dos experimentos. Todas as etapas de processamento das polpas estão representadas nas imagens a seguir:



(A)



(B)



(C)

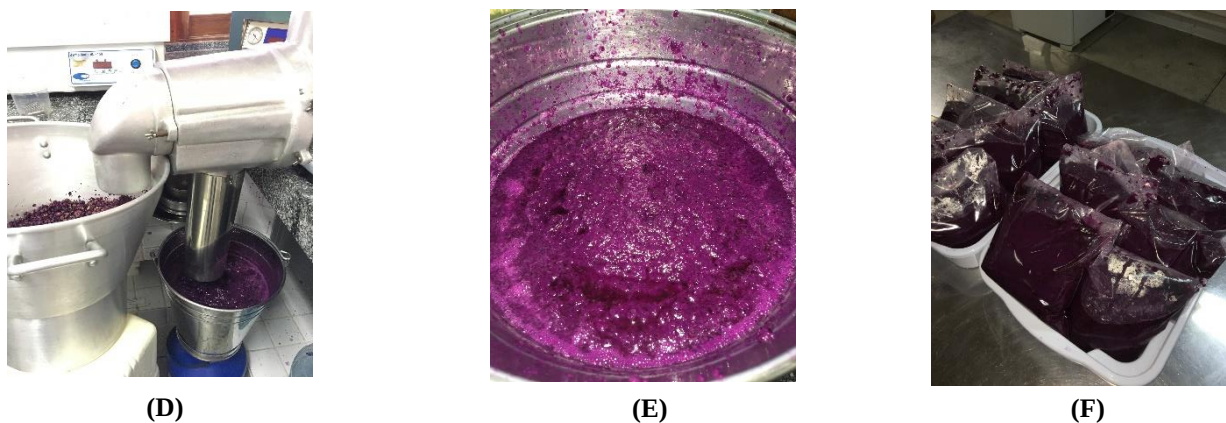


Figura 2 - Obtenção e processamento do jambolão: (A) frutos colhidos, (B) Armazenamento, (C) higienização e sanitização dos frutos, (D) despulpamento, (E) polpa e (F) polpa acondicionada. Fonte: Arquivo pessoal.

O rendimento da polpa obtida foi calculado em porcentagem a partir da relação do peso da polpa e da amostra *in natura*, como demonstrado na Equação 1:

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Peso amostra seca}}{\text{Peso dos frutos}} \times 100$$

3.2.2 Elaboração das formulações de Sorvetes de iogurte adicionados de polpa de jambolão

Testes preliminares foram conduzidos com diferentes proporções dos edulcorantes em substituição da sacarose para definir as etapas do processo de elaboração do sorvete de iogurte e não comprometer as características físico-químicas e sensoriais do produto.

Foram elaboradas 3 formulações de sorvete de iogurte adicionados de polpa de jambolão com substituição parcial ou total da sacarose por xarope de agave e xilitol para todas amostras: na formulação SC, é adotada como controle pois apresenta maior concentração de sacarose. A formulação S2 apresenta isenção total de sacarose. A formulação S1 apresenta substituição parcial a concentração de 10% para polpa, xarope de agave e sacarose, sendo essa definida pelos testes preliminares, como a formulação de equilíbrio entre características sensoriais e tecnológicas. Para a concentração de cada ingrediente nas formulações, está relacionado a 100

g de iogurte natural, que compreende a base principal do sorvete. As diferenças nas formulações estão representadas na Tabela 1;

Tabela 1 – Formulações de sorvetes de iogurte adicionados com polpa de jambolão.

Matérias Primas (%)	Formulações		
	SC	S1	S2
Polpa	10	10	10
Sacarose	20	10	0
Xarope de Agave	10	10	10
Xilitol	1	1	1
Liga Neutra	1	1	1
Emulsificante	1	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.3 Processamento do sorvete de iogurte

Para o processamento do iogurte base para o sorvete, foram realizados os testes de plataforma no leite, seguidos da pasteurização à 90 °C por 5 minutos. Posteriormente realizou-se o resfriamento do leite até a temperatura de 45 °C, com adição da cultura liofilizada para iogurte, seguindo-se com uma leve agitação para mistura uniforme dos insumos. Após a adição da cultura, o leite foi mantido a temperatura de 45 °C, em banho-maria, até o pH = 4,6 ser atingido. Após a coagulação do leite, transferiu-se a coalhada para refrigeração, à temperatura de 5 °C por 16 horas e depois desse período, o iogurte foi retirado e dividido em partes iguais para realização dos diferentes tratamentos, com a substituição de sacarose por edulcorantes (xarope de agave e/ou xilitol) mais a inserção da polpa de jambolão.

A polpa pasteurizada, utilizada na preparação dos sorvetes, foi descongelada em temperatura controlada, na faixa de 5 °C. Após a conclusão dessas etapas, a base já adicionada de polpa, foi batida para a incorporação de ar sendo essa característica básica do sorvete (TAMIME; ROBINSON, 2007). Ao final, armazenou-se o sorvete sob congelamento até a realização das análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DE JAMBOLÃO E DO SORVETE DE IOGURTE ADICIONADO DE POLPA DE JAMBOLÃO

As análises físico-químicas de acidez titulável, umidade, proteínas, cinzas, açúcares, lipídios, sólidos solúveis totais foram realizadas, em triplicata, seguindo a metodologia descrita pela *Analytical Chemistry* - AOAC (2010). Para a polpa e sorvetes elaborados, também foram determinados valores de pH, atividade de água, cor, overrun e textura.

- **pH**

O pH foi determinado com auxílio de um equipamento medidor de pH, previamente calibrado. Onde 10g da amostra foram diluídas em 100 mL de água e em seguida realizada a leitura.

- **Acidez titulável**

Os níveis de acidez titulável foram expressos em ácido láctico (%) e ácido cítrico (%), para os sorvetes de iogurtes e polpa respectivamente. Realizou-se a titulação em solução de hidróxido de sódio a 0,1N. A porcentagem de acidez foi determinada segundo a equação 2.

$$ATT(\%) = \frac{V \times N \times f}{P} \times 100 \quad (2)$$

Onde: V – volume de NaOH 0,1 mol.L⁻¹ gasto na titulação da amostra; N – normalidade da solução de NaOH; f – fator de correção da solução de ácido clorídrico; P – peso da amostra.

- **Proteínas**

A determinação de protídeos foi realizada de acordo com o método de digestão Kjeldahl, fundamentada no conteúdo de nitrogênio das amostras. Adotou-se o fator de correção utilizado para leite e derivados de 6,38, onde os resultados foram expressos em percentual, de acordo com a equação a seguir:

$$\text{Proteínas totais (g/100g)} = \frac{(VA-VB) \times fa \times F \times 0,14}{\text{Peso da amostra}} \quad (3)$$

Onde: VA – volume de HCl 0,1M gasto na titulação da amostra; VB – volume de HCl 0,1M gasto na titulação do branco; fa – fator de correção da solução de ácido clorídrico; F – fator de correspondência de nitrogênio – proteína.

- **Açúcares totais e redutores**

A análise de açúcares totais e redutores foi realizada a partir do método de Lane-Enyon com utilização do reagente de Fehling. Os açúcares redutores foram dados em teor de glicose de acordo com a Equação 4 e os açúcares totais em teor de sacarose de acordo com a Equação 5.

$$\text{Açúcares redutores em glicose (\%)} = \frac{Fc \times 250}{V \times P} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Açúcares totais em sacarose (\%)} = \frac{Fc \times 250}{V \times P} \times 100 \quad (5)$$

Onde: Fc – título da solução de Fehling; V – volume de amostra gasto na titulação (mL); P – peso da amostra (g).

- **Lipídios**

Os lipídeos foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Bligh & Dyer (1959). As porcentagens de lipídeos presentes nas amostras foram calculadas de acordo com a Equação 6.

$$\text{Lipídeos totais (\%)} = \frac{\text{Peso dos lipídeos} \times 4}{\text{Peso da amostra}} \times 100 \quad (6)$$

- **Sólidos Solúveis Totais**

As leituras do grau °Brix foram feitas por refratometria, com o auxílio de um refratômetro de Abbé (PZO WARSZAWA RL1®).

- **Atividade de Água**

A medida da atividade de água das amostras foi mensurada utilizando o equipamento Aqualab Series 4TEV da marca Decagon.

- **Cinzas**

A porcentagem de cinzas das amostras foi determinada através do método gravimétrico em mufla a 550° até peso constante, segundo a metodologia da AOAC (2010) de acordo com a Equação 7.

$$Cinzas (\%) = \frac{100 \times N}{Peso da amostra} \quad (7)$$

Onde: N – peso das cinzas (g).

3.3.2 Determinação de overrun

A porcentagem de densidade relativa que representa a quantidade de incorporação de ar à calda durante o processo de congelamento será calculada segundo a equação (8), descrita por Mosquim (1999):

$$\% \text{ overrun} = \frac{(\text{Peso do sorvete de iogurte} - \text{calda})}{\text{Peso da calda}} \times 100 \quad (8)$$

3.3.4 Cor

A análise de cor das amostras foi feita, utilizando o espectrofotômetro MiniScan HunterLab XE Plus, no sistema de cor Cielab. Determinando-se os parâmetros de L*: luminosidade; a*: transição da cor verde (-a*) para o vermelho (+a*) e b*: transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b*). Considerando a cor do inhame *in natura* o padrão, calculou-se a diferença total de cor (ΔE) a partir da Equação 9.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2) + (\Delta a^2) + (\Delta b^2)} \quad (10)$$

3.4 AVALIAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

3.4.1 Preparação dos extratos

Os extratos de polpa de jambolão e sorvete, foram preparados de acordo com a metodologia descrita por Rufino et al, 2011, com adaptações. Para a elaboração, utilizou-se 1g das amostras em solução de metanol 50% e deixados em repouso por 60 min, após o repouso, as amostras foram centrifugadas e o sobrenadante reservado, ao resíduo da primeira extração adicionou-se uma solução de acetona 70% e repetiu-se o mesmo procedimento.

3.4.2 Ensaio de atividade antioxidante, teor de fenólicos e antocianinas totais

A composição de bioativos e a atividade antioxidante dos produtos foram avaliadas por diferentes técnicas:

- **Atividade antioxidante pela capacidade de sequestrar o radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil – DPPH (BONDET et al., 1997).**

O DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) é um radical livre estável que aceita um elétron ou um radical de hidrogênio para tornar-se uma molécula diamagnética estável, com isso, é reduzido na presença de um antioxidante. Para os parâmetros da atividade antioxidante, os extratos foram adicionados para reação com o radical estável DPPH em uma solução de metanol. A redução do radical do DPPH foi medida através da leitura da absorbância a 515 nm em 30 min de reação. Uma curva padrão com soluções de Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico) foi estabelecida. Os resultados foram expressos em atividade antioxidante equivalente de trolox por grama de amostra.

- **Ensaio da capacidade de absorção dos radicais oxigenados Orac (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*).**

A capacidade antioxidante da polpa e dos sorvetes foi determinada utilizando-se o método capacidade de absorção do radical oxigênio (ORAC), baseado no método descrito por Dávalos et al. (2004). Os extratos (20 µL) e a solução de fluoresceína (120 µL) foram pipetados

em microplaca de 96 poços. A mistura foi pré-incubada durante 15 min a 37 °C. Solução de AAPH (2,2'-azobis (2amidino-propano) dicloridrato) (60 µL) foi adicionada e a reação ocorreu num volume final de 200 µL. A microplaca foi lida num leitor de microplacas BMG Fluostar Omega (BMG Labtech, ALE) e a fluorescência registrada a cada 2 minutos durante 100 minutos, com agitação automática antes de cada leitura. Oito concentrações de solução de Trolox (8-840 uM) foram usadas para a construção da curva padrão e um controle positivo feito com a solução extratora. Todas as misturas de reação foram preparadas em triplicata, com três ensaios independentes para cada amostra. Os resultados foram com base na área sob a curva (AUC) para o tempo de declínio da fluorescência e os resultados expressos em mol equivalente de Trolox (ET) por unidade de massa de amostra (g).

- **Determinação do teor de compostos fenólicos totais de acordo com o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al.,1999).**

A partir do extrato obtido, foram preparadas as amostras, entre 10.000 e 250.000 mg/L, posteriormente foram adicionados 1 mL do extrato, 1mL do folin ciocalteu (1:3), 2 mL do carbonato de sódio (20%), 2 mL de água destilada, por fim homogeneização. Realizou-se as leituras em espectrofotômetro a 700 nm, após 30 minutos da adição dos reagentes. A mensuração da concentração das amostras foi medida a partir da absorbância. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico/ 100 g.

- **Antocianinas totais**

O teor de antocianinas totais foi avaliado através do método da diferença de pH, de acordo com Giusti & Wroslad (2001). Inicialmente foram preparadas duas soluções tampão: solução de cloreto de potássio 0,025 M (pH = 1) e solução de acetato de sódio 0,4 M (pH = 4,5). Em seguida, foram preparadas diluições das amostras: uma em tampão cloreto de potássio (pH = 1) e outra em tampão acetado de sódio (pH = 4,5), conforme fator de diluição (FD) previamente calculado. Assim, foram adicionados 1,6 mL de cada tampão à 0,4 mL da amostra. Após o preparo das diluições, as mesmas foram homogeneizadas, deixadas em equilíbrio a temperatura ambiente e na ausência de luz por 30 minutos. Ao final, foram efetivadas as medidas no comprimento de onda máximo de absorção da região visível e a 700 nm.

3.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS SORVETES

A confirmação da segurança microbiológica dos produtos foi realizada através das análises dos microrganismos indicadores de contaminação, conforme a Resolução RDC nº 12, que aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos de alimentos. A legislação estabelece que gelados comestíveis e produtos para gelados comestíveis de base láctea ou não láctea (a base de água ou polpa de frutas) devem ser analisados quanto à presença de coliformes a 45°C/g, estafilococos coagulase positivos/g e *Salmonella* spp./25g (BRASIL, 2001).

3.6 AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS SORVETES

A avaliação sensorial foi realizada após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos (CAAE – 03514118.6.0000.5183), para atender as exigências éticas e científicas dispostas na Resolução 466/ 2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS, 2012) (ANEXO A). Os julgadores estavam cientes dos objetivos da pesquisa, segundo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A).

As análises sensoriais ocorreram no sétimo dia de armazenamento congelado. A primeira fase compreendeu o teste de aceitação, utilizando escala hedônica de 9 pontos, que varia de (9) gostei muitíssimo a (1) desgostei muitíssimo, sendo avaliados os atributos de aparência, aroma, sabor, textura e a aceitação global. Avaliou-se também a intenção de compra do produto, utilizando escala hedônica de 5 pontos, variando de (1) certamente não compraria a (5) certamente compraria (DUTCOSKY, 2007).

Para isso, foram recrutados 100 julgadores não treinados, sendo 46 do gênero feminino e 54 do gênero masculino, consumidores habituais de sorvete e que não possuíam algum tipo de alergia ou intolerância aos constituintes do alimento avaliado.

Os provadores receberam aproximadamente 20 g de cada amostra com temperaturas entre -10 e -8° C em potes de plástico descartáveis com capacidade para 50 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos. Para a limpeza do palato, durante os testes de cada formulação, foi fornecido a cada provador um copo de água e uma bolacha água e sal.

Para cálculo do Índice de Aceitabilidade (IA) do produto foi utilizada Equação 10, o IA com boa repercussão tem sido considerado $\geq 70\%$.

$$IA (\%) = \left(\frac{\text{nota média}}{\text{maior nota}} \right) \times 100 \quad (11)$$

3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando um delineamento inteiramente casualizado. As diferenças entre as médias ao nível de significância 5% foram detectadas pelo teste de Tukey, empregando o programa STATISTICA 7.0[®] (STATSOFT Inc., 2007).

REFERÊNCIAS

ABIS - Associação Brasileira De Indústrias De Sorvetes. Sorvete. 2011. Disponível em: <<http://www.abis.com.br/>>. Acesso em: 20 de julho de 2017.

ABREU, E. D. et al. "Sorvete de iogurte yogurt from sheep milk." *Revista Ceres* 63.5 (2016): 605-613.

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

ALVES, L. de L. et al. Aceitação Sensorial e Caracterização de Sorvete de iogurte Yogurt de Leite de Cabra com Adição de Cultura Probiótica e Prebiótico. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2595-2600, 2009.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods analysis of AOAC International. 18th ed- Revision, AOAC, Washington, 2010.

ARAÚJO, Ana Luiza Macedo de. Jambolão (*Syzygium cumini*) desidratado por liofilização e secagem em leito de jorro: avaliação do impacto do processo de secagem e caracterização do potencial funcional do produto. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

AZMIR, J.; ZAIDUL, I. S. M.; RAHMAN, M. M.; SHARIF, K. M.; MOHAMED, A.; SAHENA, F.; JAHURUL, M. H. A.; GHAFOR, K.; NORULAINI, N. A. N.; OMAR, A. K. M. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*, v.117, n.4, p.426-436, 2013.

BARBET-MASSIN, C.; GIULIANO, S.; ALLETTO, L.; DAYDÉ, J.; BERGER, M. Nitrogen limitation alters biomass production but enhances steviol glycoside concentration in *stevia rebaudiana bertonii*. *PLoS ONE*, v. 10, n. 7, p. 1–16, 2015.

BONDET, V.; WILLIAMS, W. B.; BERSET, C. Kinetics and Mechanisms of Antioxidant Activity using the DPPH• Free Radical Method. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 30, 609–615 (1997)

BRANCO, I. G.; MORAES, I. C. F.; ARGANDOÑA, E. J. S; MADRONA, G. S.; SANTOS, C. S.; RUIZ, A. L. T. G; DE CARVALHO, J. E.; ISIDORO, C. W. H. Influence of pasteurization on antioxidant and anti-proliferative effects of jambolan (*L. Skeels*) fruit pulp, 2016. *Industrial Crops and Products*.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria nº540, de 27 de outubro de 1997. Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis e, preparados para gelados comestíveis, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. Resolução RDC n. 266 de 22 de setembro de 2005. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 2005.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº3, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico que Aprova o Uso de Aditivos Edulcorantes, Estabelecendo seus Limites Máximos para os Alimentos. Brasília, 2001.

_____. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Padrões de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Instrução Normativa n. 46 de 23 de outubro de 2007

COSTA, A. G. V.; GARCIA-DIAZ, D. F.; JIMENEZ, P.; SILVA, P. I. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. *Journal of Functional Foods*. v.5, n. 2, p.539-549, 2013.

DÁVALOS, A.; MIGUEL, M.; BARTOLOMÉ, B.; LOPEZ-FANDIÑO, R. Antioxidant activity of peptides derived from egg white proteins by enzymatic hydrolysis. *Journal of Food Protection*. 67, 1939-1944, 2004.

DUTCOSKI, S. D. Análise sensorial de alimentos. 2ª edição. p. 239. Curitiba:Champagnat, 2007.

EDWARDS, C. H.; ROSSI, M.; CORPE, C. P.; BUTTERWORTH, P. J.; ELLIS, P. R. The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in Food Science & Technology*, 2016.

GASGA, V. M. Z.; PIÑA, G. L.; LANDAVERDE, P. A. V.; BASURTO, R. I. O.; AYERDI, J. T., SÁYAGO, S. G. Colonic fermentation of food ingredients isolated from Weber var. applied on granola bars, *LWT - Food Science and Technology*, Volume 60, Issue 2, 2015, Pages 766-772, ISSN 0023-6438.

GIAO, M. S.; SANJOS, M. L. G.; PEREZ, M. D R. P.; PEREIRA, C. I.; PINTADO, M. E.; MALCATA, F. X. Infusions of Portuguese medicinal plants: Dependence of final antioxidant capacity and phenol content on extraction features. *Sci Food Agric* 87:2638–2647 (2007).

GIUSTI, M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. New York: John Wiley e Sons. (Current Protocols in Food Analytical Chemistry), 2001.

GRANATO, D.; NUNES, D. Análises Químicas, Propriedades Funcionais e Controle de Qualidade de Alimentos e Bebidas: Uma Abordagem Teórico-Prática. Elsevier Brasil, 2015.

LIMA, M. E. A., THIERS, T. R., QUINTÃO, A. D. O., FERREIRA, F. S., DA CUNHA, L. R., DA CUNHA, S. D. F. V., PEREIRA, P. A. P. Elaboração de Sorvetes Funcionais Adicionados de Fruta Exótica. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 35, 2017.

MACEDO, L. D. S. O., DA ROCHA, T. S., FERREIRA, A. R. P., BORGES, J. M., PINTO, L. Í. F., DE SOUSA JÚNIOR, A., & RAMOS, L. D. S. N. (2014). Desenvolvimento e avaliação sensorial de sorvete à base de leite de cabra com sabor de frutas tropicais. PUBVET, 8, 2550-2674

MOORADIAN, ARSHAG D.; SMITH, MERIDITH.; TOKUDA, MASA AKI. The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: A narrative review. Clinical Nutrition ESPEN, v. 18, p. 1–8, 2017.

MOJICA, E. M., LÓPEZ, M. G., Identification, classification, and discrimination of agave syrups from natural sweeteners by infrared spectroscopy and HPAEC-PAD, Food Chemistry, Volume 167, 2015.

MORAIS, E. C. et al. Desenvolvimento de sobremesa láctea cremosa prebiótica sabor chocolate com substituição da sacarose por edulcorantes. 2014.

MOSQUIM, M. C. A. Fabricando sorvetes com qualidade. São Paulo, Comunicações, 1999.

MOURA, O.; KEILY, A.; SILVA, R.L.; VIEIRA, O G., TEIXEIRA, R.; VIDIGAL, M. C. (2016). Goat Milk Sorvete de iogurte Yogurt Cajá (*Spondias mombin* L.) Flavor: Development and Sensory Acceptance of an Exotic Food. Current Nutrition & Food Science, 12(2), 105-112.

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

OLIVEIRA, C. P.; GOMES, S. R.; DE PAULA, R.L. C. (2016). Análise sensorial de sorvete de creme: estudo comparativo. Nutrição Brasil, 15(4), 206-209.

PEIXOTO, M. P. G.; FREITAS A.P. L. Spray-dried extracts from seeds: Physicochemical and biological evaluation, Revista Brasileira de Farmacognosia, Volume 23, Issue 1, 145-152, ISSN 0102-695X, 2013.

PEREIRA, C. Propriedades Funcionais de sorvete de morango diet com adição da enzima lactase e transglutaminase otimizada através da metodologia de superfície de resposta. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2014.

RIBEIRO, M. M.; MINIM, V. P. R.; MINIM, L. A.; ARRUDA, A. C.; CERESINO, E. B.; CARNEIRO, H. C. F.; DE AGUIAR, C. P. Estudo de mercado de iogurte da cidade de Belo Horizonte/MG. Ceres, 2015.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; FERNANDES, F.A.N.; BRITO, E. S. Free radical scavenging behavior of ten exotic tropical fruits extracts. Food Research International, v.44, p.2072 –2075, 2011.

SILVA, P. A., CUNHA, R. L., LOPES, A. S., PENA, R. S. Características de farinha de tapioca produzidas no Estado do Pará. Ciências Rural, Santa Maria [Online], 2012.

SILVA, L. C., MACHADO, T. B., SILVEIRA, M. L. R., DA ROSA, C. S., BERTAGNOLLI, S. M. M. Aspectos microbiológicos, pH e acidez de iogurtes de produção caseira comparados aos industrializados da região de Santa Maria-RS. *Disciplinarum Scientia Saúde*, 13(1), 111-120, 2016.

SKRYPLONEK, K. et al. Lactose-free sorvete de iogurte yogurt: production and characteristics. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, v. 16, n. 2, p. 171-179, 2017.

STATISTICA 7.0[®] (data analysis software system), Version 7. USA, 2007.

SOARES, J. C. Aproveitamento alimentar do jambolão. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 210 p, 2014.

SOUZA, R. L. A. et al. Elaboração e caracterização de sorvete de iogurte yoghurt sabor tamarindo. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, v. 7, n. 1, p. 22-25, 2017.

SOUZA, J. C. B.; COSTA, M. R.; DE RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. Sorvete: Composição, Processamento e Viabilidade da Adição De Probiótico. *Revista Alimentos e Nutrição*, v.21, n.1, p.155-165, 2010.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELARAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of FolinCiocalteu reagent. *Methods Enzymol.* v. 299, p. 152-178, 1999

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. *Yoghurt Science and Technology*. 3. ed Inglaterra: Woodhead Publishing Limited: CRC Press LLC, p.791, 2007

TAVARES, I.M.C.; LAGO, V. E.S.; REBELLO, L.P.G.; RAMOS, A.F., GÓMEZ, A. S., GARCÍA-ROMERO, E., DA-SILVA, R., HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I., 2016. Comprehensive study of the phenolic composition of the edible parts of jambolan fruit (*Syzygium cumini* L. Skeels). *Food Res. Int.* 82, 1–13.

URIBE, G. J.A.; SALVDIVAR, S.S. 2013. Agave syrup having anticâncer activity. USA Patent 8,470,858

VIANA, E. D. S. ; MAMEDE, M. E. D. O; REIS, R. C.; CARVALHO, L. D.; FONSECA, M. D. Development and evaluation of dietetic and conventional jam of umbu-caja (*Spondias* sp.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Set 2015, Volume 37 N° 3 Páginas 708 - 717

VIZZOTTO, M.; FETTER, M. R. Jambolão: o poderoso antioxidante. *Revista Cultivar*, 2009.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. Caracterização das propriedades funcionais do jambolão. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, RS, 2008

ZAPATA, S., DUFOUR, J.-P., 1992. Ascorbic, dehydroascorbic and isoascorbic acid simultaneous determinations by reverse phase ion interaction HPLC. *Journal of Food Science* 57, 506-511.

ZEA, L. S.; DÍAZ A. M. L.; VELÁZQUEZ, D. A. J.; RODRÍGUEZ, J. R.; LARA, S. G.; URIBE, J. A. G. Characterization of concentrated agave saps and storage effects on browning, antioxidant capacity and amino acid content, *Journal of Food Composition and Analysis*, Volume 45, 2016, Pages 113-120, ISSN 0889-1575.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos com a realização desta dissertação permitiram a elaboração de um (01) artigo científico.

ARTIGO 1: “EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE SACAROSE POR EDULCORANTES NATURAIS EM SORVETE DE IOGURTE ADICIONADO DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*)”

ARTIGO 1

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE SACAROSE POR EDULCORANTES NATURAIS
EM SORVETE DE IOGURTE ADICIONADO DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*)**

EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE SACAROSE POR EDULCORANTES NATURAIS EM SORVETE DE IOGURTE ADICIONADO DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*)

Resumo

O sorvete de iogurte, *frozen yogurt*, é um produto inovador que possui baixo teor calórico em relação ao sorvete comum. É um gelado comestível que se tornou popular entre adultos devido ao seu potencial em exercer efeitos benéficos à saúde. Além disso quando este produto é adicionado ingredientes com compostos bioativos, como jambolão pode promover diversos efeitos benéficos a saúde do consumidor. O jambolão (*Syzygium cumini*) é uma fruta rica em compostos fenólicos, como antocianinas, quercetina, ácido elágico entre outros componentes que apresentam comprovado poder antioxidante, porém há pouco incentivo e técnicas de aproveitamento desse fruto na cadeia produtiva regional, assim explorar essa potencialidade torna-se uma boa alternativa. A demanda por produtos com conteúdo de açúcares reduzidos não decorre apenas do interesse do consumidor por produtos relacionados a dietas de controle de peso, mas da crescente preocupação com os benefícios trazidos pelos mesmos para a saúde. Diante disso, objetivou-se avaliar os parâmetros de qualidade de sorvete de iogurte adicionado de polpa de jambolão, elaborados com substituição parcial e total da sacarose por edulcorantes naturais (xilitol e xarope de agave), quanto às características sensoriais, físico-químicas, bioativas e microbiológicas. Foram elaboradas três formulações de sorvete de iogurte (SC, S1 e S2,) que diferiram em relação à quantidade de polpa, sacarose e edulcorantes. Diante o ensaio de atividade antioxidante e compostos bioativos apresentado pela presente pesquisa, sugere-se que o jambolão é uma excelente fonte de compostos fenólicos que apresentam atividade antioxidante. A produção de sorvete de iogurte proposto é tecnologicamente viável, uma vez que funcionou como um veículo dos compostos bioativos presentes no jambolão, a substituição parcial da sacarose, não modificou significativamente as características físico-químicas, bioativas e sensoriais. Além disso o sorvete de iogurte de jambolão representa um novo produto destinado para o mercado em expansão, dirigido a um público interessado por hábitos alimentares saudáveis.

Palavras-chave: Edulcorantes naturais, fruto exótico, compostos bioativos.

1 Introdução

Atualmente, os consumidores têm mostrado grande preocupação em adquirir produtos mais nutritivos e saudáveis, com sabores diferenciados e, acima de tudo, seguro para o consumo, há grande interesse em reduzir o teor de açúcar dos alimentos para controlar dietas e reduzir índice de obesidade. Diante das diversas pesquisas encontradas na literatura científica, sobre os efeitos adversos no organismo relacionados ao consumo de açúcares, muitos profissionais de saúde e novas diretrizes dietéticas vem pressionando a indústria de alimentos pela busca de edulcorantes naturais (EDWARDS et al., 2016).

Devido ao aumento dos problemas de saúde relacionados à ingestão excessiva de sacarose, muitos consumidores estão à procura de alternativas para reduzir o consumo de açúcar, sem abrir mão da palatabilidade e doçura dos produtos alimentícios. Uma das principais opções, para esse caso, é a substituição de sacarose por edulcorantes.

Os edulcorantes naturais como o xarope de agave e xilitol contêm compostos nutritivos adicionais inexistentes nos adoçantes de origem sintética. A composição exata de nutrientes desses produtos naturais é relatada e pode variar de acordo com sua matriz, mas tipicamente apresenta proteínas, lipídios, fibras alimentares, fitoquímicos, vitaminas e minerais (EDWARDS et al., 2016).

O desenvolvimento de produtos com reduzido teor de açúcar e propriedades funcionais, sem modificar negativamente características importantes como textura e sabor, tornou-se um dos grandes desafios da indústria alimentícia, uma vez que os consumidores buscam além da melhoria das características nutricionais, a qualidade sensorial. Nesse contexto, os produtos derivados de frutas, sobretudo os frutos exóticos, têm surgido como uma importante alternativa.

Pertencente à família *Mirtaceae*, o jambolão (*Syzygium cumini*), conhecido popularmente como jamun, java ou ameixa roxa, é uma espécie nativa da Ásia tropical e bem adaptada no Brasil, os frutos dessa planta possuem tamanho pequeno, de coloração roxa quase negra por fora e de polpa pouco caldosa. Com elevado potencial antioxidante, além de propriedades hipoglicemiantes, anti-inflamatórias e antibacterianas; o seu consumo é incentivado como uma estratégia para prevenção de doenças cardiovasculares, neurodegenerativas e câncer (PEIXOTO; FREITAS, 2013; BRANCO et al., 2016).

O sorvete de iogurte é um produto que apresenta simultaneamente características do sorvete convencional e do próprio iogurte, por esse motivo, foi popularizado em várias regiões do mundo, diversos produtos podem ser elaborados com a adição do jambolão como doces,

geleias e derivados lacteos, como o sorvete de iogurte, sendo comercializado como uma inovação, apresentando alto valor nutritivo, textura atrativa e sabor agradável ao paladar (SOUZA et al., 2017).

Diante o exposto, ressalta-se a importância de se avaliar os efeitos da substituição parcial ou total de sacarose por xarope de agave e xilitol nas características de qualidade e aceitação de sorvete de iogurte adicionado de polpa de jabolão.

2 Materiais e métodos

O presente trabalho avaliou a influência da substituição parcial ou total da sacarose por xarope de agave e xilitol sobre as características físico-químicas das diferentes formulações de sorvete de iogurte adicionado de polpa de jabolão pasteurizada sem conservantes. A partir disso o teor de compostos fenólicos foi esclarecido tanto para a polpa quanto para os sorvetes, mediante o teor fenólico, ácido ascórbico e atividade antioxidante.

Fluxograma geral da abordagem metodológica

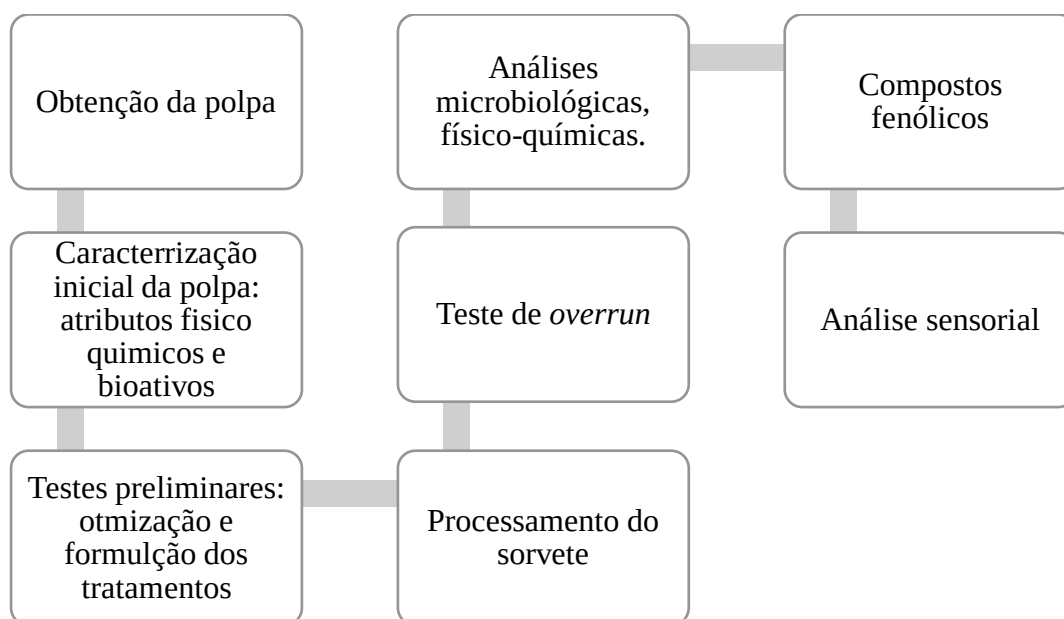


Figura 1- Fluxograma do processamento do sorvete de iogurte adicionado de jabolão.

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.1 Local de execução

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Processamento do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional/UFPB, como também nos Laboratórios de Combustíveis e Materiais/CCEN, Análises Sensoriais/CT e Laboratório de Bromatologia/CCS do Campus I da Universidade Federal da Paraíba.

2.2 Matéria prima

Para a elaboração do sorvete de iogurte foram utilizadas as seguintes matérias primas adquiridas no comércio local: leite integral; cultura BioRich® (Chr. Hansen, contendo como microrganismos *L. acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium* BB-12 e *S. thermophilus*); sacarose; xarope de agave; xilitol; liga neutra para sorvete (Selecta); e emulsificante/estabilizante Emustab (Selecta).

2.2.1 Processamento da polpa

Inicialmente os frutos de jambolão (*Syzygium cumini*) foram obtidos na região do Distrito Industrial da grande João Pessoa, nas coordenadas [lat: -7.271083 long: -34.849778 WGS84] Altitude: 79m. Os frutos foram colhidos de forma manualmente, no estágio de maturação adequado, apresentando coloração roxa intensa, no período de frutificação da planta (fevereiro de 2018). Depois da obtenção, as frutas passaram por processos prévios de higienização, sanitização e branqueamento. Em seguida as polpas foram processadas em despulpadeira, pasteurizadas e acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas sob congelamento até a realização dos experimentos.

O rendimento da polpa obtida foi calculado em porcentagem a partir da relação do peso da polpa e dos frutos, como demonstrado na Equação 1.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Peso amostra seca}}{\text{Peso dos frutos}} \times 100$$

2.2.2 Elaboração das formulações de Sorvetes de iogurte adicionados de polpa de jambolão

Testes preliminares foram conduzidos com diferentes proporções dos edulcorantes em substituição da sacarose para definir o processo de elaboração do sorvete de iogurte e não comprometer as características físico-químicas e sensoriais do produto.

Foram elaboradas 3 formulações de sorvete de iogurte adicionado de polpa de jambolão com substituição parcial ou total da sacarose por xarope de agave e fixando o xilitol para todas amostras: na formulação SC, é adotada como controle pois apresenta maior concentração de sacarose. A formulação S1 apresenta a isenção parcial de sacarose e concentração de 10% para polpa, xarope de agave, sendo essa definida pelos testes preliminares, como a formulação de equilíbrio entre características sensoriais e tecnológicas. A formulação S2 apresenta isenção total de sacarose. Para a concentração estabelecida, utilizou-se as variações de cada formulação para cada 100 g de iogurte natural, que compreende a base principal do sorvete. As diferenças nas formulações estão representas na Tabela 1;

Tabela 1 – Formulações de sorvetes de iogurte adicionados com polpa de jambolão.

Matérias Primas (%)	Formulações		
	SC	S1	S2
Polpa	10	10	10
Sacarose	20	10	0
Xarope de Agave	10	10	10
Xilitol	1	1	1
Liga Neutra	1	1	1
Emulsificante	1	1	1

2.2.3 Processamento do sorvete de iogurte

Para o processamento do iogurte base para o sorvete, foram realizados os testes de plataforma no leite, seguidos da pasteurização à 90 °C por 5 minutos. Posteriormente realizou-se o resfriamento do leite até a temperatura de 45 °C, com adição da cultura liofilizada para iogurte, seguindo-se com uma leve agitação para mistura uniforme dos insumos. Após a adição da cultura, o leite foi mantido a temperatura de 45°C, em banho-maria,

até o pH = 4,6 ser atingido. Após a coagulação do leite, transferiu-se a coalhada para refrigeração, à temperatura de 5 °C por 16 horas e depois desse período, o conteúdo do iogurte foi retirado e dividido em partes iguais para realização dos diferentes tratamentos, com a substituição de sacarose por edulcorantes (xarope de agave e/ou xilitol) mais a inserção da polpa de jambolão.

A polpa utilizada foi descongelada em temperatura controlada, na faixa de 5 °C, logo após passou por processo de pasteurização, garantindo a qualidade higiênico sanitária do produto. Depois da conclusão dessas etapas, a base já adicionada de polpa, foi batida para a incorporação de ar sendo essa característica básica do sorvete (TAMIME; ROBINSON, 2007). Ao final, armazenou-se o sorvete sob congelamento até a realização das análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

2.3 Caracterização físico-química da polpa de jambolão e do sorvete de iogurte adicionado de polpa de jambolão

As análises físico-químicas de acidez titulável, umidade, proteínas, cinzas, açúcares, lipídios, sólidos solúveis totais e ácido ascórbico foram realizadas, em triplicata, seguindo a metodologia descrita pela *Analytical Chemistry* - AOAC (2010). Para a polpa e sorvetes elaborados, também foram determinados valores de pH, atividade de água e cor. A atividade de água de cada amostra foi determinada a 24 °C, utilizando-se o aparelho Aqua-lab, modelo Dew Point WaterActivity Meter 4 TEV, conforme foi descrito por Silva et al. (2012).

2.3.1 Determinação de *overrun* dos sorvetes

A porcentagem de densidade relativa que representa a quantidade de incorporação de ar à calda durante o processo de congelamento será calculada segundo a Equação 2, descrita por Mosquim (1999):

$$\% \text{ overrun} = \frac{(\text{Peso do sorvete de iogurte} - \text{calda})}{\text{Peso da calda}} \times 100$$

2.4 Avaliação de compostos bioativos e atividade antioxidante

A composição do teor de compostos fenólicos totais e antocianinas totais dos produtos foram avaliadas por diferentes técnicas:

- Atividade antioxidante pela capacidade de sequestrar o radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil – DPPH (BONDET et al., 1997).
- Ensaio da capacidade de absorção dos radicais oxigenados Orac - *Oxygen Radical Absorbance Capacity* (DÁVALOS, 2004).
- Determinação do teor de compostos fenólicos totais de acordo com o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteau (SINGLETON et al., 1999).
- Teor de antocianinas totais foi determinado pelo método da diferença de pH (GIUSTI; WROSLTAD, 2001)

2.5 Análises microbiológicas dos sorvetes

A confirmação da segurança microbiológica dos produtos foi realizada através das análises dos microrganismos indicadores de contaminação, conforme a Resolução RDC nº 12, que aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos de alimentos. A legislação estabelece que gelados comestíveis e produtos para gelados comestíveis de base láctea ou não láctea (a base de água ou polpa de frutas) devem ser analisados quanto à presença de coliformes a 45 °C/g, estafilococos coagulase positivos/g e *Salmonella* spp./25g (BRASIL, 2001).

2.6 Avaliação sensorial dos sorvetes

As análises sensoriais ocorreram no sétimo dia de armazenamento congelado. A primeira fase compreendeu o teste de aceitação,, utilizando escala hedônica de 9 pontos, que varia de (9) gostei muitíssimo a (1) desgostei muitíssimo, sendo avaliados os atributos de aparência, aroma, sabor, textura e a aceitação global. Avaliou-se também a intenção de compra do produto, utilizando escala hedônica de 5 pontos, variando de (1) certamente não compraria a (5) certamente compraria (DUTCOSKY, 2007).

Para isso, foram recrutados 100 julgadores não treinados, sendo 46 do gênero feminino e 54 do gênero masculino, consumidores habituais de sorvete e que não possuíam algum tipo de alergia ou intolerância aos constituintes do alimento avaliado.

Os provadores receberam aproximadamente 20 g de cada amostra com temperaturas entre -10 e -8° C em potes de plástico descartáveis com capacidade para 50 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos. Para a limpeza do palato, durante os testes de cada formulação, foi fornecido a cada provador um copo de água e uma bolacha água e sal.

Para cálculo do Índice de Aceitabilidade (IA) do produto foi utilizada Equação 3, o IA com boa repercussão tem sido considerado $\geq 70\%$.

$$IA (\%) = \left(\frac{\text{nota média}}{\text{maior nota}} \right) \times 100$$

2.7 Análises estatísticas

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando um delineamento inteiramente casualizado. As diferenças entre as médias ao nível de significância 5% foram detectadas pelo teste de Tukey, empregando o programa STATISTICA 7.0® (STATSOFT Inc., 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização físico e química da polpa de jambolão:

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados da composição centesimal da polpa de jambolão.

Tabela 2 - Valores médios e desvios padrões dos parâmetros físico-químicos da polpa de jambolão.

Parâmetros	Jambolão
Umidade (%)	86,88 $\pm$ 0,156
Acidez Titutável em Ácido Cítrico (g/100g)	0,63 $\pm$ 0,04
Cinzas (%)	0,21 $\pm$ 0,006
Ácido Ascórbico (mg/100g)	22,16 $\pm$ 0,41

pH	4,31 ± 0,056
Açúcares Redutores em Glicose (%)	25,90 ± 0,29
Açúcares Totais (%)	34,46 ± 0,31
Aw	0,96 ± 0,00
Sólidos Solúveis Totais (%)	12,55 ± 0,07
Rendimento (%)	49,84

O rendimento obtido em um processo industrial, é um aspecto expressivo do ponto de vista econômico. Além disso, existem repercussões ambientais, já que um processo com alto rendimento é muitas vezes capaz de gerar menos resíduos e proporcionar melhor aproveitamento da matéria-prima. Para essa determinação no presente estudo, obteve-se rendimento de aproximadamente 50%, apresentando uma boa eficiência na obtenção da polpa.

Mediante a verificação dos dados, observa-se que a polpa de jambolão apresentou um alto teor de umidade de 86,88%. O resultado encontrado assemelha-se aos teores descritos por Seragleal et al. (2018) de 84.74, Carvalho *et al.* (2017) de 85.52 ao avaliarem a polpa de jambolão. Em virtude dos resultados para Aw, a polpa jambolão podem ser classificados como alimentos de alta atividade de água ($A_w > 0,90$).

Em relação ao pH a polpa de jambolão apresentou o valor de 4,26, o resultado foi próximo aos dados constatados por Rufino (2008) no estudo do potencial nutricional e bioativo de frutos da família *Myrtaceae* durante o amadurecimento, com valores de (4,26) em frutos de jambolão, (3,80) para jabuticaba e (5,32) guabiju.

A polpa de jambolão apresentou uma acidez titulável expressa em ácido cítrico de 0,63. A acidez titulável em frutas varia de 0,20% até 6,0% em frutas mais ácidas como o limão (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os resultados para tais parâmetros permitem classificar a amostra analisada no presente trabalho como alimento ácido, podendo ser atribuída à retenção de ácidos orgânicos, naturalmente presentes na casca do jambolão.

Para sólidos solúveis totais, o resultado do presente estudo (12,5%) é próximo ao teor encontrado por Mussi *et al.* (2015) de 11,4%, onde avaliaram a cinética de secagem e atividade antioxidante do jambolão. As variações apresentadas pelos parâmetros de pH, acidez e sólidos solúveis totais, podem estar associadas a características do solo, estágio de maturação e condições climáticas, os quais causam influência direta na composição do jambolão.

A polpa de jambolão apresentou baixo conteúdo de cinzas (0,21%). Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), o teor de cinzas para outros frutos da família *Myrtaceae* como, jabuticaba, goiaba, jabuticaba e jambo são relativamente baixos.

O ácido L-ascórbico é um antioxidante hidrossolúvel e estruturalmente está ligado aos açúcares. Ele é um fator de qualidade nutricional de grande importância nos vegetais (DAMODARAN; PARKIN, 2018). De acordo com o estudo e caracterização do jambolão, Sabino et al. (2018) apresentaram teor de ácido ascórbico superior ao relatado pelo presente trabalho (30mg/100g). Diante o exposto, a degradação desse composto pode estar relacionada com o tratamento térmico empregado a polpa de jambolão, assim como processamento, armazenamento, além de características do estágio de maturação e variação do solo, uma vez que o mesmo apresenta alta instabilidade.

Com relação ao teor de açúcares, os valores mencionados apresentam índices consideráveis tanto para os açúcares redutores em glicose, quanto para os açúcares totais. Kosseva et al. (2017) ao avaliarem características específicas da tecnologia de produção de vinho de mesa utilizando jambolão cultivado na Ásia, determinaram teores de açúcares de 8,60 % e 12,44% para açúcares redutores em glicose e açúcares totais respectivamente. Em estudo da composição físico-química do jambolão, em diferentes regiões do Rio Grande do Sul, BARCIA (2009) reportaram valores de 24% de açúcares redutores e em média de 51% de açúcares totais.

Ao avaliar a composição química do jambolão, Sabino et al. (2018) apresentaram detalhadamente o teor de açúcares do fruto com valores para sacarose (95.5 mg/g), maltose (210 mg/g), frutose (57.5 mg/g) e galactose (52.5 mg/g).

3.2 Avaliação do teor de fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante da polpa de jambolão

Os resultados das propriedades antioxidantes dos extratos das polpas, em relação ao teor de fenólicos totais, antocianinas e a eliminação dos radicais ORAC e DPPH estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores médios e desvios padrões da análise de teor de fenólicos totais e atividade antioxidante pela captura dos radicais ORAC e DPPH.

Fenólicos Totais (mg/100g)	148,97 ± 0,66
-----------------------------------	----------------------

Antocianinas Totais (mg/100g)	112,65 ± 0,43
Orac (µmol TE/100g)	1682,10 ± 0,01
DPPH (µmol TE/g)	3,57 ± 0,38

Atualmente os estudos relacionados aos compostos fenólicos vêm ganhando notoriedade na indústria alimentar, devido os efeitos benéficos a saúde que o seu consumo promove (GRANATO; NUNES, 2015).

De maneira geral, os resultados dispostos na literatura para o teor fenólico da polpa de jambolão sofrem grandes variações. Valores inferiores a esta pesquisa (148,97 mg/ 100g), com nível de 102,9 mg GAE/100 g foi constatado por Araújo (2014) no estudo de comparação entre a polpa de jambolão fresca e desidratada. O autor destaca que a grande variedade de resultados, referentes a composição de fenólicos da polpa de jambolão, pode ser atribuída à variabilidade da matéria-prima, assim como pelas diferenças de metodologia ou padrão utilizado na amostragem. Como já mencionado anteriormente, os fatores intrínsecos (cultivar, variedade e estágio de maturação) e fatores extrínsecos (umidade relativa, solo, manejo, cultivo e índice pluviométrico, exposição à radiação UV-B,) podem promover importantes modificações no teor fenólico das frutas.

Faria et al. (2011), ao avaliar a capacidade antioxidante do jambolão em diferentes condições de pH, apresentou teor fenólico de 86,370 mg/100g a 148,3 mg/100g. Os autores alegaram propriedades bioativas ao extrato aquoso obtido, e definiram como um extrato “funcional”. Ao analisar os compostos bioativos e o valor nutricional de polpa de jambolão mediante extratos etanólicos, Soares (2014) reportou teores fenólicos de 150,73 a 195,46 mg GAE/100g, superiores ao determinado no presente estudo. O autor esclarece que esta diferença pode estar relacionada com a natureza química dos compostos e do grupo ligado, as proporções de ácidos fenólicos, antocianinas e taninos.

A formação de taninos também pode contribuir como possível interferência amostral relacionada ao conteúdo de fenólicos, uma vez que as moléculas são geralmente insolúveis. Outro ponto determinante é a forma de extração com o solvente mais apropriado, a fim de quantificar cada composto na fruta com mais precisão (GRANATO; NUNES, 2015).

O jambolão é uma fonte de antocianinas, sendo esses componentes majoritários em sua composição, responsável pela sua coloração roxa característica. O teor de antocianinas da polpa de jambolão (112,65 mg/100g) é superior ao apresentado por Rufino et al. (2010) (93,3

mg/100g) em pesquisa com frutos exóticos brasileiros. Araújo (2014) em polpa de jambolão, reportou o valor de (108,3 mg/100g), valor inferior ao apresentado pelo presente estudo.

Em relação à atividade antioxidante, observou-se que o método ORAC obteve valor considerável de (1682,10 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$). O método é baseado em um mecanismo que mensura a capacidade de captura de ROS, mais especificamente o radical peroxil, podendo ser considerado como um dos mais adequados aos sistemas biológicos (Prior et al. 2003).

Para ORAC o valor apresentado no presente estudo, é superior ao reportado por SOUSA (2018) de 1384,5 $\mu\text{mol Eq Trolox}/100\text{g}$. Na avaliação da bioacessibilidade, capacidade antioxidante e efeitos toxicogénicos de polifenóis do jambolão, o autor destaca maiores valores encontrados segundo essa metodologia para frutos de açaí, jambolão e uvas, estando entre os frutos com maior potencial antioxidante referente a sua pesquisa.

A polpa de jambolão apresentou atividade contra o radical DPPH de 3,57 $\mu\text{mol ET/g}$. De acordo com Soares (2015) no estudo das propriedades físicas e químicas de néctar de jambolão, o resultado relatado para atividade antioxidante com o método ORAC é expressivamente mais elevado 5560,44 $\mu\text{mol TEAC}/100\text{g}$. Já para o DPPH foram relatados inibição do radical de 0,30 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}^{-1}$. Tais diferenças podem ser explicadas pela variabilidade da composição da polpa e do néctar. A concentração dos extratos, método de obtenção e presença de moléculas interferentes, são fatores que apresentam influência sob o comportamento contra o radical.

3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS SORVETES DE IOGURTE ADICIONADOS DE POLPA DE JAMBOLÃO.

Tabela 4 – Valores médios e desvios padrões das análises físico-químicas dos sorvetes de iogurte adicionados de polpa de jambolão

Formulação	Parâmetro								
	SST	pH	Acidez	Lipídeos	Proteínas	Açúcares redutores	Açúcares totais	Aw	Overrun
SC	26,20 ± 0,00 ^a	4,13 ± 0,00 ^a	0,75 ± 0,01 ^b	1,46 ± 0,08 ^b	1,99 ± 0,03 ^a	10,05 ± 0,05 ^c	26,05 ± 0,39 ^a	0,979 ± 0,01 ^a	20,81 ± 0,07 ^a
S1	20,30 ± 0,14 ^b	4,11 ± 0,00 ^a	0,76 ± 0,01 ^b	2,49 ± 0,26 ^a	2,09 ± 0,12 ^a	13,07 ± 0,19 ^b	24,83 ± 0,35 ^a	0,974 ± 0,001 ^a	20,26 ± 0,01 ^b
S2	13,20 ± 0,07 ^c	4,12 ± 0,02 ^a	0,83 ± 0,00 ^a	1,82 ± 0,27 ^{ab}	2,11 ± 0,20 ^a	13,81 ± 0,10 ^a	14,42 ± 0,29 ^b	0,825 ± 0,00 ^b	18,26 ± 0,01 ^c

Teste de Tukey para diferença estatística ao nível de 5%. Médias seguidas da mesma letra não apresentam diferença estatística ($p < 0,05$).

SC: Formulação controle, sorvete de iogurte: 10% de polpa, 20% de sacarose, 10% de xarope de agave;

S1: Sorvete de iogurte com quantidades fixas 10% polpa, 10% sacarose, 10% xarope de agave

S2: Sorvete de iogurte 10% de polpa, 0% de sacarose, 10% de xarope de agave

Para todas as formulações fixou-se 1% de xilitol, 10% de polpa e 10% de xarope de agave,

Atualmente a legislação brasileira não dispõe de padrões de identidade e qualidade para sorvete de iogurte em especificidade; deste modo, adota-se a Resolução RDC n. 266, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis, para efeitos de comparação. Os parâmetros preconizados são: sólidos totais, lipídeos e proteínas, onde a percentagem mínima estabelecida fica de 26%, 3% e 2,5% respectivamente (BRASIL, 2005)

Houve diferença estatística entre todas as formulações, quanto ao parâmetro de Sólidos Solúveis Totais - °Brix (13,20 % a 26, 20%). SC representa a formulação com a maior concentração de sacarose, consequentemente foi a única que atingiu o valor exigido pela legislação, com padrão de, no mínimo 26% de sólidos solúveis totais, estipulados para sorvetes com base de iogurte (BRASIL, 2000).

Vale salientar que para todas as formulações houve a adição de 1% xilitol e 10% de xarope de agave que a composição do xarope de agave também ocasiona influência no conteúdo de sólidos solúveis totais. Em S2, formulação isenta de sacarose, nota-se significativamente essa redução.

Quanto ao parâmetro de pH os sorvetes não apresentaram diferença significativa. Comportamento semelhante foi constatado por Abreu (2018) na avaliação de *frozen yogurt* de iogurte de leite em pó de ovelha, com valores de (4,54 a 4,79). Os valores encontrados neste estudo (4,11 a 4,13) foram inferiores aos encontrados por Silva et al. (2015). Os autores avaliaram sorvete potencialmente probiótico a partir de leite de cabra, obtendo valores entre (6,65 e 6,62) de pH. Com a comparação dos valores mencionados é possível observar que o pH ácido é uma diferença determinante do sorvete de iogurte entre os demais gelados comestíveis de base láctea.

A observação do valor do pH e acidez são parâmetros importantes nas características de produtos fermentados, com a diminuição considerável na concentração de açúcares e aumento de ácido láctico, aumenta-se a estabilidade do produto viabilizando a atividade das culturas probióticas.

Em relação a acidez, as formulações SC e S1 diferiram estatisticamente entre si, esse comportamento pode ser explicado em virtude as maiores variações da concentração de açúcares presente nessas amostras. Porém, não houve diferença entre S1 e S2 que corresponde a formulação isenta de sacarose. No Brasil não há nenhum padrão estabelecido para acidez, expressa em ácido láctico para sorvetes no geral, mas o MAPA no Regulamento de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, fixa a faixa de 0,6% a 2,0% de acidez em ácido láctico em

iogurte, todas as formulações estão de acordo com esse critério atribuído ao iogurte, que compreende ingrediente principal da formulação do sorvete e possui ligeira acidez (BRASIL, 2007). As diferenças constatadas podem estar relacionadas aos demais insumos utilizados na formulação, como a adição de açúcares e polpa de jambolão, onde ambos podem contribuir na maior acidificação da amostra final.

Caseínas, albumina, globulina e proteínas dispostas nas membranas dos glóbulos de lipídios são as principais proteínas encontradas no leite. De acordo com sua estrutura, as proteínas apresentam grupos laterais hidrofóbicos, os quais atuam na proteção da membrana que recobre os glóbulos de lipídios, agregando vantagem tecnológica no desenvolvimento da estrutura do *Frozen Yogurt* (Souza et al., 2010). O alto teor de proteína pode influenciar diretamente a retenção de água e, conseqüentemente, menor formação de cristais de gelo no produto.

Estatisticamente, os resultados obtidos referentes à análise de proteínas mostraram diferença significativa entre todas as amostras, observando que não existe padrão na legislação para este parâmetro em sorvetes com redução. O mínimo de 2,5 g/100g de proteínas lácteas, estipulados para gelados comestíveis pela (BRASIL, 2000).

O teor proteico das amostras S1 e S2 demonstraram valores mais elevados comparados a SC, contudo todas amostras diferiram estatisticamente. Os valores dessa pesquisa são menores que os reportados por Silva et al. (2015), (3,1 e 3,4), utilizando leite caprino no desenvolvimento de sorvete probiótico. Um dos fatores que pode ser observado é que o tipo e composição do leite é determinante no conteúdo proteico, assim como condições de processamento e armazenamento podem acarretar reduções para esse parâmetro.

Com relação aos lipídios, foram obtidos valores de 1,46% a 2,49%, ficando inferiores ao limite mínimo estabelecido pela legislação. Para a elaboração do sorvete de iogurte adicionado de jambolão, não foi inserido nenhum tipo de gordura adicional, como nos sorvetes convencionas. A única fonte lipídica foi advinda do próprio leite e da polpa do fruto, o que provavelmente contribuiu para o índice inferior constatado.

Através do teor de açúcares redutores totais, é possível verificar que a média do teor de glicose presente nas diferentes formulações variou de 10,05 a 13,81 mg/100mL de amostra, onde o menor valor foi encontrado na formulação SC, contudo o maior valor foi encontrado na formulação S2 (sem adição de sacarose), o alto teor de frutose presente no xarope de agave, pode ser uma influência para tal comportamento. Tais resultados foram inferiores aos

encontrados por SILVA et al. (2015) ao analisarem *frozen yogurt* caprino, sem substituição de sacarose reportaram 13,32% e 12,22%.

Para açúcares totais, a média variou de 14,05 mg/100mL a 26,05% onde o a menor concentração foi encontrada na formulação de sorvete S2 (isenta de sacarose). Os tratamentos SC e S1 não difeririam estatisticamente entre si, ao contrário das demais formulações. No estudo com o *sherbet* de jambolão, Sousa (2015) aponta teor de açúcares totais entre 19,83% a 29,64%, sendo essa faixa expressivamente mais elevada que os resultados da presente pesquisa. Para os resultados de açúcares redutores e açúcares totais, percebe-se que a variação desses valores foi diretamente relacionada as concentrações de sacarose e edulcorantes. No entanto, vale considerar que os carboidratos contidos no leite como lactose e galactose, assim como polpa de jambolão apresentaram contribuição no teor glicídico das formulações.

Em função dos resultados para A_w , os sorvetes de jambolão podem ser classificados como alimentos de alta atividade de água ($A_w > 0,90$) (Ribeiro e Seravalli, 2007). Como esperado, observou-se que a concentração de sacarose foi determinante na atividade de água entre as formulações, apresentando valor inferior e diferença significativa apenas para a formulação S2 (isenta de sacarose). Bezerra (2015) em estudo com *frozen yogurt* caprino adicionado de polpa de jambolão fresca e em pó, apresentou respectivamente 0,99 e 0,45 de atividade de água. Diante os resultados dessa determinação, vale considerar que o xilitol e o xarope de agave atuam como agente redutor de atividade de água e sua concentração em S2 (isenta de açúcar), pode ser um dos fatores contribuintes para uma redução não tão brusca, da sua atividade de água.

O *overrun* é a quantidade de ar incorporado no sorvete através do processo de batimento. Observou-se que a substituição de açúcar foi diretamente proporcional à diminuição de incorporação de ar. Para S2, que não possui adição de sacarose, houve menos incorporação de ar comparado aos outros tratamentos. Sofjan e Hartel (2004) relataram que a retirada do açúcar do alimento causa perda considerável de massa e volume, já que a mesma é um agente importante na textura e corpo do produto. Nesse estudo os autores estabelecem valor mínimo de 20% para sorvetes, um produto com alta densidade é indicativo de baixa taxa de *overrun*. Os valores desse estudo (SC 20,81; S1 20,26 e S2 18,26) para esse parâmetro, foram próximos aos observados por Silva (2015), em estudo com *frozen yogurt* de leite caprino adicionado de polpa de jambolão *in natura* e em pó (14,21% a 20,68). A incorporação de ar está diretamente ligada ao tipo de matéria-prima utilizada na fabricação do produto, como é o caso do teor de gordura.

Tabela 5 - Valores médios e desvios padrões da análise de cor dos sorvetes de iogurte adicionados de jambolão.

Parâmetro	Sorvete SC	Sorvete S1	Sorvete S2
Luminosidade (L*)	67,67 ± 0,28 ^a	72,86 ± 1,22 ^a	78,25 ± 0,20 ^a
Intensidade de vermelho (+a*)	8,42 ± 0,28 ^a	7,34 ± 0,21 ^a	7,61 ± 0,85 ^a
Intensidade de amarelo (+b*)	0,86 ± 0,26 ^a	1,02 ± 0,06 ^a	0,86 ± 0,26 ^a
ΔE	68,19	73,23	78,62

Em relação aos parâmetros de cor dos sorvetes, a luminosidade, intensidade de vermelho e amarelo (L*, a* e b*), respectivamente, não apresentaram diferença estatística para todos os tratamentos, entretanto, pode-se observar que o sorvete apresenta maior luminosidade para a formulação S2. Para (a*) SC demonstrou maior índice. Observa-se que o parâmetro (b*) diminuiu de acordo com o aumento da concentração de sacarose.

A formulação com maior concentração de sacarose apresenta maior índice de diminuição de luminosidade e intensidade de amarelo. De acordo com esses dados, pode-se observar que a adição de sacarose afetou significativamente L*, que diminuiu com o aumento da concentração de sacarose durante o armazenamento. No estudo de Soares (2015) através de *sherbet* de jambolão foi constatado a diminuição do L* (60,0) de acordo com a concentração de sacarose empregada ao produto.

O parâmetro a*(componente vermelho-verde) também diminuiu em relação as formulações S1 e S2. Para o parâmetro b* (componente amarelo – azul), apenas a formulação S1 apresentou um índice mais elevado, porém as formulações não diferiram estatisticamente. Alexandre et al. (2014) constataram que, a adição da sacarose proporcionou a diminuição de (b*) diminuindo assim a coloração amarela do açaí.

De acordo com (ΔE) que representa a diferença do gradiente de cor entre as amostras de sorvete, Phathare et al. (2013) classificam a diferença total de cor como “pouco distinta” (ΔE < 1,5), “distinta” (1,5 > ΔE < 3) e “muito distinta” (ΔE > 3). Diante o exposto percebe-se que todas amostras de sorvete são muito distintas por apresentarem entre si, níveis acima de 5. Tais diferenças podem ser explicada pela degradação natural de pigmentos, relacionados principalmente ao armazenamento e comportamento individual das características intrínsecas de cada formulação.

3.4 AVALIAÇÃO DO TEOR FENÓLICO DOS SORVETES DE IOGURTE ADICIONADOS DE JAMBOLÃO.

Tabela 6 - Valores médios e desvios padrões da análise de teor de fenólicos totais

Formulações	Fenólicos Totais (mg/100g)
SC	60,78 ± 0,94 ^a
S1	71,40 ± 1,35 ^{ab}
S2	70,34 ± 1,47 ^{ab}

Para os resultados de fenólicos, a formulação SC apresentou diferença significativa entre as demais ($p > 0,05$). O teor de compostos fenólicos totais observados nas formulações de sorvete de iogurte foi inferiores ao *sherbet* de jambolão reportado por Soares et al. (2015), com valor de 96,86g Eq.AG 100g⁻¹.

Os valores encontrados são superiores e similares aos observados por Silva (2015) para *frozen yogurt* caprino com polpa desidratada de jambolão, com retenção de 90,3%, 79,5% 65,0% e 52,5%. Tabasco et al. (2011) reportaram que algumas bactérias são capazes de metabolizar fenóis, consequentemente pode haver um aumento do teor de fenólicos. Diante o exposto, os valores encontrados no presente estudo, também podem ser relacionados a concentração de polpa de jambolão utilizada nas formulações, quanto a outros compostos. Considerando apenas 20% de polpa, o teor de fenólicos apresentou resultado considerável.

3.5 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS SORVETES DE IOGURTE ADICIONADOS DE POLPA DE JAMBOLÃO

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas, realizadas conforme exigências de legislações para gelados comestíveis (BRASIL, 2001), estão dispostos na Tabela 6.

Tabela 7 - Avaliação microbiológica dos sorvetes de iogurte adicionados de polpa de jambolão.

	SC	S1	S2
Avaliação Microbiológica			
Coliformes 45°C (NMP/g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Estafilococos coagulase positiva (ausência em 25g)	Aus	Aus	Aus
<i>Salmonella</i> spp (ausência em 25g)	Aus	Aus	Aus

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando os resultados das análises de Coliformes a 45°C, Estafilococos Coagulase Positiva e *Salmonella* spp, todas as formulações estão de acordo com os padrões microbiológicos exigidos pela legislação (BRASIL, 2001) para gelados comestíveis. Deste modo, esses resultados evidenciam a eficácia do emprego das boas práticas de fabricação e higiene na manipulação de matérias-primas, utensílios e durante todas as etapas do processamento do sorvete de iogurte adicionado de polpa de jambolão. Os resultados indicam a sanidade do produto.

3.4 ANÁLISE SENSORIAL

3.4.1 Teste de Aceitação

Os resultados obtidos pela avaliação sensorial a partir do Teste de Aceitação, considerando os atributos de aparência, cor, aroma, textura, sabor, aceitação global e intenção de compra, encontram-se dispostos na Tabela 8.

Tabela 8 - Teste de aceitação dos sorvetes iogurte adicionados de polpa de jambolão

Atributos	Formulações		
	SC	S1	S2
Aparência	7,20 ± 1,47 ^a	7,54 ± 1,27 ^a	7,22 ± 1,60 ^a
Cor	7,18 ± 1,43 ^a	7,54 ± 1,23 ^a	7,41 ± 1,19 ^a
Aroma	6,46 ± 1,72 ^a	6,42 ± 1,75 ^a	6,38 ± 1,79 ^a
Textura	6,89 ± 1,77 ^a	6,88 ± 1,60 ^a	6,04 ± 1,94 ^b
Sabor	6,94 ± 1,88 ^a	7,01 ± 1,68 ^a	5,11 ± 2,10 ^b
Impressão Global	6,96 ± 1,58 ^a	7,09 ± 1,45 ^a	5,85 ± 1,68 ^b
Intenção de Compra	3,72 ± 1,24 ^b	3,74 ± 1,10 ^a	2,63 ± 1,15 ^b

Teste de Tukey para diferença estatística ao nível de 5%. Médias seguidas da mesma letra não apresentam diferença estatística ($p < 0,05$).

SC: Formulação controle, sorvete de iogurte: 10% de polpa, 20% de sacarose, 10% de xarope de agave;

S1: Sorvete de iogurte com quantidades fixas 10% polpa, 10% sacarose, 10% xarope de agave

S2: Sorvete de iogurte 10% de polpa, 0% de sacarose, 10% de xarope de agave

Para todas as formulações fixou-se 1% de xilitol, 10% de polpa e 10% de xarope de agave.

De modo geral, analisando-se a tabela 8, foi possível observar que as 3 formulações avaliadas demonstraram-se bem aceitas pelos provadores, quanto aos atributos sensoriais avaliados, e para as três formulações, foram classificadas entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito” de (6 a 8 pontos na escala hedônica mista (EHM)), em exceção S2 que apresentou classificação entre “nem gostei, nem desgostei” (5 pontos na EHM) e “gostei ligeiramente” (6 pontos na EHM). Para os parâmetros avaliados dos sorvetes, S2 foi a única formulação a apresentar diferenças estatísticas significativas, o que demonstra que a isenção total do açúcar foi diretamente relacionada a menor aceitação pelos provadores dos atributos de textura e sabor,

tal comportamento também indicou essa influência para a impressão global e intenção de compra.

Soares (2015) observou ao analisar sensorialmente *sherbet* de jambolão, que as amostras formuladas apresentaram as médias em aparência (8,1), sabor (6,30), cor (8,3), aroma (6,4), textura (7,7) e impressão geral (7,1). O autor relata a utilização de açúcar, goma guar e amido para todas formulações. De acordo com as diferenças entre os escores do presente estudo, pode-se compreender que os maiores níveis de aceitação para alguns atributos mencionados por Soares (2015), podem estar relacionados aos insumos citados, uma vez que os carboidratos auxiliam na formação da emulsão como agentes de corpo, influenciando diretamente na textura, incorporação de ar entre outros atributos relevantes do sorvete.

Monteiro et al. (2015) observaram ao analisar sensorialmente sorvete de iogurte simbiótico, de leite de búfala enriquecido com polpa de açaí, que as amostras formuladas com gordura vegetal e corante, obtiveram as médias em sabor (6,30), cor (8,22), aroma (6,30), textura (7,42) e impressão geral (7,38). Os valores de textura obtidos nesta pesquisa mostram que as amostras, de modo geral, apresentaram-se com médias entre 6 e 7, para todas as formulações, o que corresponde a “Gostei ligeiramente” e “Gostei regularmente”.

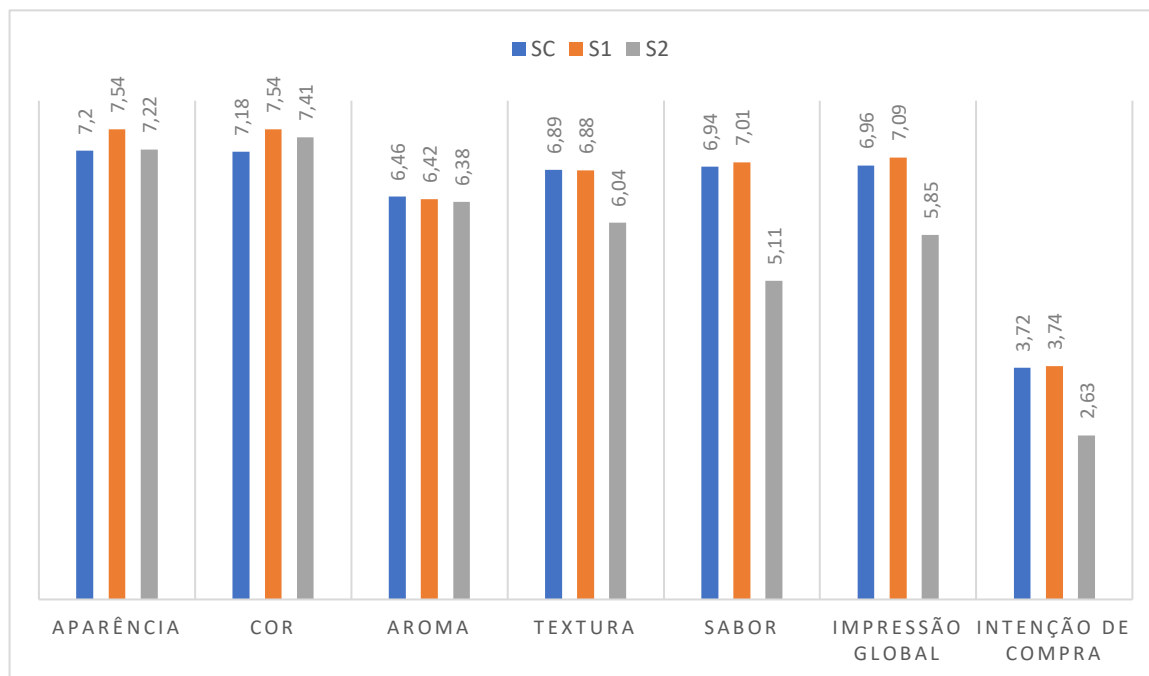
Gonçalves e Eberle (2008), relatam que sorvetes que apresentam baixos valores de *overrun* são mais densos e esse aspecto influencia negativamente na textura e aceitação da formulação. A formulação S2 apresentou menor índice de preferência em relação a atributo textura, isso pode ser atribuído à menor concentração de sacarose, onde esta formulação caracterizou-se pela substituição total do açúcar pelo xarope de agave e xilitol, e por essa razão através do teste sensorial percebe-se a o efeito negativo, da ausência do açúcar, sobre a textura e consistência do sorvete.

Pereira, (2014) em pesquisa de sorvete de morango *diet* com adição da enzima lactase e transglutaminase, observou que a formulação preferida sensorialmente foi a do sorvete adoçado com sucralose/acessulfame, obtendo as seguintes médias para os atributos sensoriais de sabor (6,69), aparência (6,71), cor (7,02), aroma (6,98) e aceitação global. A amostra S2 apresentou menor nível quanto à aceitação global em relação às demais amostras, classificando-se conforme julgamento dos participantes da pesquisa, como “nem gostei, nem desgostei” (nota 5 na EHM), enquanto que as amostras SC e S1 foram classificadas como (“gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”), com notas próximas a 7 e 8 pontos, respectivamente.

De modo geral, pode-se observar, a partir dos resultados obtidos pela avaliação de intenção de compra, que as formulações SC, S1 e S2 foram classificadas como “Talvez

comprasse” e “Talvez não comprasse”, com notas próximas a 4 e a 3, respectivamente, com base na mesma escala.

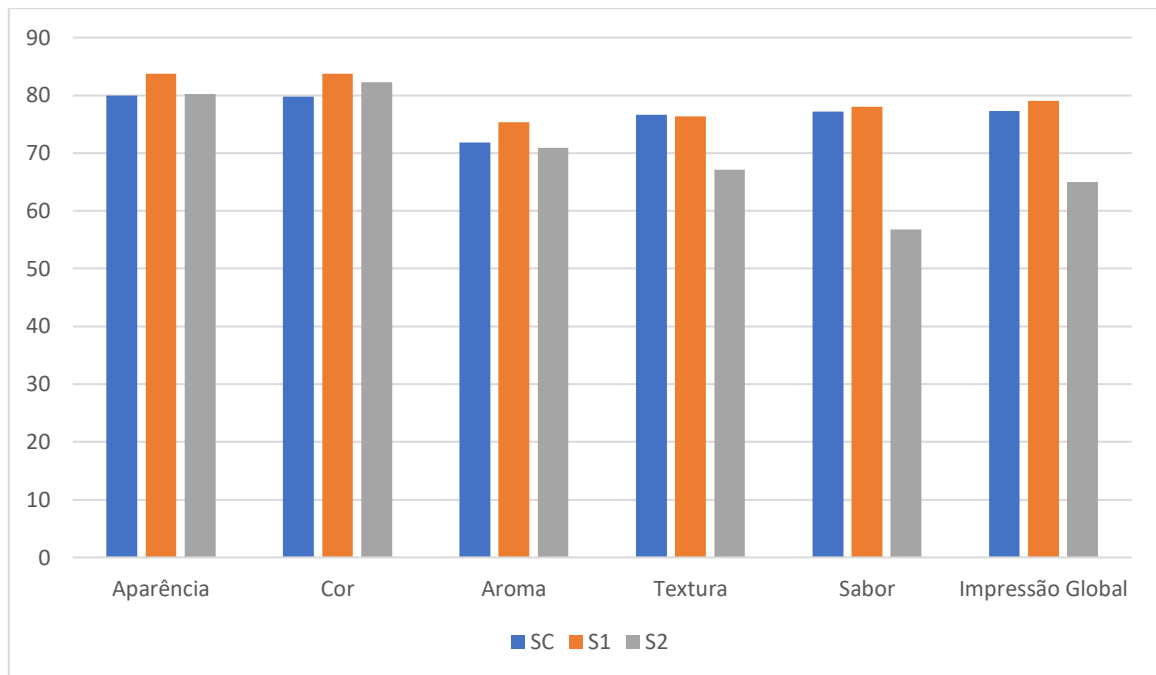
Figura 2 - Médias atribuídas a avaliação sensorial das formulações de sorvete de iogurte adicionados de jambolão



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4.2 Índice de Aceitabilidade dos sorvetes

Os índices de aceitabilidade das formulações do sorvete de iogurte adicionado de jambolão, quanto aos atributos aparência, cor, aroma, textura, sabor, e aceitação global, assim como para a intenção de compra, podem ser visualizados na Figura 3. De acordo com Teixeira et al. (1987), para que um produto seja considerado aceito, em relação às propriedades sensoriais avaliadas, é necessário que, durante a pesquisa, se obtenha um índice de aceitabilidade mínimo de 70%. De modo geral, apesar de a formulação S1 ter sido a melhor aceita, apresentando os maiores índices de aceitabilidade para todos os atributos, em relação às demais formulações, observa-se que a todas as formulações obtiveram índices de aceitabilidade superiores a 70% para todos os atributos. A formulação S2, entretanto, apresentou os menores índices de aceitabilidade dentre as três formulações, com médias inferiores a 70% quanto aos atributos sensoriais e impressão global.

Figura 3 - Índice de Aceitabilidade dos sorvetes

Fonte: Elaborado pelo autor.

CONCLUSÃO

Em relação a substituição de sacarose por edulcorantes naturais na formulação de sorvete de iogurte é tecnologicamente viável, especialmente, a substituição parcial, uma vez que a redução dos glicídios não modificou significativamente a maioria das características físico-químicas e sensoriais, além de apresentar boa retenção de compostos fenólicos. Foi possível observar que o sorvete de iogurte é passível de ajustes em suas formulações buscando melhorar suas propriedades nutricionais, destinado para um mercado em expansão dirigido a um público interessado por hábitos alimentares saudáveis.

Diante o teor fenólico apresentado pela presente pesquisa, indica-se que o jambolão é uma excelente fonte de fenóis e que, mesmo após o processamento, apresentou conteúdo relevante para essa determinação indicativa de compostos bioativos, assim como para as demais determinações da atividade antioxidante da polpa de jambolão. Mediante os dados apresentados, verifica-se o potencial tecnológico e funcional da polpa, na veiculação natural de compostos bioativos para o sorvete de iogurte elaborado.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. de L. et al. Aceitação Sensorial e Caracterização de Sorvete de iogurte de Leite de Cabra com Adição de Cultura Probiótica e Prebiótico. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2595-2600, 2009.
- ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Conservação do Açaí pela Tecnologia de Obstáculos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, n. 1, p. 114119, 2014.
- ABREU, E.; Preci, D.; Zeni, J.; Steffens, C.; Steffens, J. (2018). Desenvolvimento de Frozen Yogurt de iogurte em pó de leite de ovelha 1. *Revista Ceres*, 65(1), 7-15, 2018.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods analysis of AOAC International. 18th ed- Revision, AOAC, Washington, 2010.
- ARAÚJO, Ana Luiza Macedo de. Jambolão (*Syzygium cumini*) desidratado por liofilização e secagem em leito de jorro: avaliação do impacto do processo de secagem e caracterização do potencial funcional do produto. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014
- BARCIA, M. T. *Composição centesimal e de fitoquímicos em jambolão (Syzygium cumini)* (Master's thesis, Universidade Federal de Pelotas), 2009.
- Bezerra, M. D. F. Polpa de jambolão (*Eugenia jambolana* Lam.) fresca e desidratada: características físico-químicas, bioativas e funcionais, efeitos biológicos em *Caenorhabditis elegans* e uso para produção de frozen yogurt caprino probiótico, 2015.
- BONDET, V.; WILLIAMS, W. B.; BERSET, C. Kinetics and Mechanisms of Antioxidant Activity using the DPPH• Free Radical Method. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 30, 609–615 (1997)
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria nº540, de 27 de outubro de 1997. Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis e, preparados para gelados comestíveis, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. Resolução RDC n. 266 de 22 de setembro de 2005. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 2005.
- BRASIL. Instrução normativa Nº 1 de 7 de janeiro de 2000. Seção I., p. 54-58. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta, 2000.
- _____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº3, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico que Aprova o Uso de Aditivos Edulcorantes, Estabelecendo seus Limites Máximos para os Alimentos. Brasília, 2001.

_____. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Padrões de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Instrução Normativa n. 46 de 23 de outubro de 2007

CARVALHO, T.I. M.; NOGUEIRA T. Y. K.; MAURO, M. A., ALONSO, S. G.; GOMES, E.; SILVA, R.; GUTIÉRREZ, I. H.; VANZELA, E. S. L., Dehydration of jambolan [*Syzygium cumini* (L.)] juice during foam mat drying: Quantitative and qualitative changes of the phenolic compounds, *Food Research International*, v 102, p 32-42, 2017.

COSTA, A. G. V.; GARCIA-DIAZ, D. F.; JIMENEZ, P.; SILVA, P. I. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. *Journal of Functional Foods*. v.5, n. 2, p.539-549, 2013.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2ª. Ed. Lavras: Editora UFLA, 2005.

DAMODARAN, Srinivasan; PARKIN, Kirk L. Química de alimentos de Fennema. Artmed Editora, 2018.

DÁVALOS, A.; MIGUEL, M.; BARTOLOMÉ, B.; LOPEZ-FANDIÑO, R. Antioxidant activity of peptides derived from egg white proteins by enzymatic hydrolysis. *Journal of Food Protection*. 67, 1939-1944, 2004.

DUTCOSKI, S. D. Análise sensorial de alimentos. 2ª edição. p. 239. Curitiba:Champagnat, 2007.

EDWARDS, C. H.; ROSSI, M.; CORPE, C. P.; BUTTERWORTH, P. J.; ELLIS, P. R. The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in Food Science & Technology*, 2016.

FARIA, A. F.; MARQUES, M. C.; MERCADANTE, A. Z. Identification of bioactive compounds from jambolão (*Syzygium cumini*) and antioxidant capacity evaluation in different pH conditions. *Food Chemistry*, v.126, p.1571–1578, 2011.

GIAO, M. S.; SANJOS, M. L. G.; PEREZ, M. D R. P.; PEREIRA, C. I.; PINTADO, M. E.; MALCATA, F. X. Infusions of Portuguese medicinal plants: Dependence of final antioxidant capacity and phenol content on extraction features. *Sci Food Agric* 87:2638–2647 (2007).

GIUSTI, M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. New York: John Wiley e Sons. (Current Protocols in Food Analytical Chemistry), 2001.

GONÇALVES, A. A.; EBERLE, I. R. Frozen Yogurt Com Bactérias Probióticas. *Alim. Nutr.* ISSN 0103-4235, Araraquara v.19, n.3, p. 291-297, 2008.

GRANATO, D.; NUNES, D. Análises Químicas, Propriedades Funcionais e Controle de Qualidade de Alimentos e Bebidas: Uma Abordagem Teórico-Prática. Elsevier Brasil, 2015.

KOSSEVA, M. R.; JOSHI, V.K.; PANESAR, P.S. Specific Features of Table Wine Production Technology, Science and Technology of Fruit Wine Production, Academic Press, Pages 295-461,2017.

MACEDO, L. D. S. O., DA ROCHA, T. S., FERREIRA, A. R. P., BORGES, J. M., PINTO, L. Í. F., DE SOUSA JÚNIOR, A., & RAMOS, L. D. S. N. (2014). Desenvolvimento e avaliação sensorial de sorvete à base de leite de cabra com sabor de frutas tropicais. *PUBVET*, 8, 2550-2674

MONTEIRO, R. D. R., VELOSO, C., NERES, L. D. S., JUNIOR, L., PACHECO, E., SATO, S., ... & RIBEIRO, I. D. A. Desenvolvimento e avaliação da qualidade de sorvete de iogurte simbiótico, de leite de búfala enriquecido com polpa de açaí. *Embrapa Amazônia Oriental- Artigo em periódico indexado*. 2015.

MOJICA, E. M., LÓPEZ, M. G., Identification, classification, and discrimination of agave syrups from natural sweeteners by infrared spectroscopy and HPAEC-PAD, *Food Chemistry*, Volume 167, 2015.

MOURA, O.; KEILY, A.; SILVA, R.L.; VIEIRA, O G., TEIXEIRA, R.; VIDIGAL, M. C. Goat Milk Sorvete de iogurte Yogurt Cajá (*Spondias mombin* L.) Flavor: Development and Sensory Acceptance of an Exotic Food. *Current Nutrition & Food Science*, 12(2), 105-112, 2016.

MUSSI, L. P.; GUIMARÃES, A. O., FERREIRA K. S.; PEREIRA, N. R., Spouted bed drying of jambolão (*Syzygium cumini*) residue: Drying kinetics and effect on the antioxidant activity, anthocyanins and nutrients contents, *LWT - Food Science and Technology*, Volume 61, Issue 1, Pages 80-88, 2015.

NEPA. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP). 2ª edição, 2011.

OLIVEIRA, Érica Resende et al. Desenvolvimento de bebida alcóolica fermentada à base de jambolão e caldo de cana-de-açúcar. 2015.

PATHARE, P. B., OPARA, U. L., AL-SAID, F. A. J. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 36-60,2013.

PEIXOTO, M. P. G.; FREITAS A.P. L. Spray-dried extracts from seeds: Physicochemical and biological evaluation, *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Volume 23, Issue 1,145-152, ISSN 0102-695X, 2013.

PEREIRA, Celeide. Propriedades Funcionais de sorvete de morango diet com adição da enzima lactase e transglutaminase otimizada através da metodologia de superfície de resposta. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC,2014.

PRIOR, R. L.; HOANG, H.; GU, L. Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (Orac FL) of plasma and other biological and food samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 51, n. 11, p. 3273-79, 2003.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI. Química de alimentos. São Paulo: Blucher, 2ª. ed.184p, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; FERNANDES, F.A.N.; BRITO, E. S. Free radical scavenging behavior of ten exotic tropical fruits extracts. *Food Research International*, v.44, p.2072 –2075, 2011.

RUFINO, M.S.M. Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais. 2008.

STATISTICA 7.0® (data analysis software system), Version 7. USA, 2007.

SABINO, L. B. S.; BRITO, E. S.; JÚNIOR, I. J.S. Jambolan—*Syzygium jambolanum*, Exotic Fruits, Academic Press, Pages 251-256, 2018.

SILVA, P. D. L.; BEZERRA, M. F., SANTOS, K. M. O.; CORREIA, R. T. P.; Potentially probiotic ice cream from goat's milk: Characterization and cell viability during processing, storage and simulated gastrointestinal conditions, *LWT – Food Science and Technology*, Volume 62, Issue 1, Part 2, Pages 452-457, 2015.

SOARES, J. C. Aproveitamento alimentar do jambolão. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 210 p, 2015.

SOARES, J. C.; CALIARI, M.; SOARES JÚNIOR, M.S.; DOURADO, K. K. F. Physical and chemical characterization in fruit jambolan different trees. *Revista Magistra*, Cruz das Almas, v. 25, n. especial, p. 650-654, 2014.

SOFJAN, R. P.; HARTEL, R. W. Effects of Overrun on Structural and Physical Characteristics of Ice Cream. *International Dairy Journal*, v.14, n.1, p.255-262, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694603001973>>

SOUSA, Mariana de Moraes. Bioacessibilidade, capacidade antioxidante e efeitos toxicogênicos de polifenóis do jamelão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) e aplicação tecnológica do fruto. Tese de Doutorado, 2018.

SOUZA, C.B.; COSTA, J.R.; RENSIS, M.; SIVIERI, K.C. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. *Alimentos e Nutrição*, 21:155-165, 2010.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELARAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of FolinCiocalteu reagent. *Methods Enzymol.* v. 299, p. 152-178, 1999.

TABASCO, R., SÁNCHEZ, P., F., MONAGAS, M., BARTOLOMÉ, B., MORENO, A., M. V., PELÁEZ, C., & REQUENA, T. Effect of grape polyphenols on lactic acid bacteria and bifidobacteria growth: resistance and metabolism. *Food microbiology*, 28(7), 1345-1352, 2011.

TEIXEIRA, E; MEINERT, E.; BARBETA, P. A. Análise Sensorial dos Alimentos. Florianópolis: ed da UFSC, 1987.

URIBE, G. J.A.; SALVDIVAR, S.S. 2013. Agave syrup having anticâncer activity. USA Patent 8,470,858

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. Food Chemistry, v.111, n.4, p.816–823, 2008.

VIANA, E. D. S.; MAMEDE, M. E. D. O; REIS, R. C.; CARVALHO, L. D.; FONSECA, M. D. Development and evaluation of dietetic and conventional jam of umbu-caja (*Spondias* sp.). Revista Brasileira de Fruticultura, Volume 37 N° 3 Páginas 708 – 717, 2015.

VIZZOTTO, M.; FETTER, M. R. Jambolão: o poderoso antoxidante. Revista Cultivar, 2009.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. Caracterização das propriedades funcionais do jambolão. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, RS, 2008

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta pesquisa permitiu as seguintes considerações finais a respeito do tema estudado:

- No que se refere às análises físico-químicas do sorvete, observou-se um aumento dos teores de acidez, com concomitante redução do pH, acompanhado pela concentração de açúcares totais para todas as formulações, esse comportamento certifica o perfil de identidade do produto, havendo um bom desempenho fermentativo das bactérias ácido-láticas, o que demonstra a eficácia e viabilidade tecnológica no processamento.
- Tendo em vista o potencial bioativo do jambolão, observou-se uma boa retenção de compostos fenólicos para todas formulações, agregando ao produto propriedades funcionais.
- Pode-se ressaltar que a substituição de sacarose por xarope de agave e xilitol na formulação de sorvete de iogurte é tecnologicamente viável, especialmente, a substituição parcial, uma vez que a redução dos glicídios não modificou significativamente a maioria das características físico-químicas, bioativas e sensoriais do produto, apresentando índices de aceitação sensorial superiores a 70%, para todas as formulações e todos os quesitos sensoriais avaliados.
- Considerando os parâmetros sensoriais avaliados, a formulação S1 não diferiu da formulação com maior concentração de sacarose, apresentando maior potencial de comercialização para atender a demanda de consumidores que buscam produtos com menores valores calóricos.
- O teor de compostos fenólicos totais (CFT), observado no sorvete de iogurte S1 com os escores sensoriais de maior desejabilidade, certificam a boa qualidade dessa formulação.
- O sorvete de iogurte adicionado de jambolão é uma alternativa viável e diversifica a oferta de novos derivados lácteos com propriedades funcionais. A substituição da sacarose por xarope de agave e xilitol, denota uma inovação na utilização desses edulcorantes naturais, uma vez que não há investigações relatadas na literatura para esse tipo de produto.

APÊNDICES

Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a),

Esta pesquisa é sobre a redução de açúcar em sorvete de iogurte adicionado de jambolão e está sendo desenvolvida pela Professora Dra. Marta Maria da Conceição, juntamente a aluna Thaianaly Leite Abreu. O objetivo do estudo é avaliar os efeitos da substituição total do açúcar comum (sacarose) por edulcorantes naturais (xilitol e xarope de agave) nas características de qualidade desse novo produto. Entre as características a serem verificadas estão os atributos de qualidade sensorial.

Considerando a demanda dos consumidores por produtos com menores teores de açúcar, esta pesquisa contribuirá para reduzir o teor de sacarose no produto, diminuindo também o seu valor calórico. Pessoas que possuem diabetes, intolerâncias ou alergias ao leite e derivados fermentados, polpa de jambolão, sucralose e aditivos químicos; como emulsificante, estabilizantes e liga neutra estão impedidos de participar da pesquisa.

Você está sendo convidado a participar como voluntário, sem qualquer tipo de pagamento, da pesquisa intitulada: **EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE SACAROSE POR EDULCORANTES NATURAIS EM SORVETE DE IOGURTE ADICIONADO DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*)**. Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos. Se você possuir diabetes, intolerâncias ou alergias ao leite e derivados fermentados, polpa de jambolão, xilitol, xarope de agave e aditivos químicos; como emulsificante, estabilizantes e liga neutra estará impedido de participar da pesquisa. É importante salientar que a possibilidade de riscos para os julgadores participantes dos testes sensoriais é considerada baixa, que não trará riscos à saúde e nem causará efeitos colaterais. Caso ocorram efeitos indesejáveis encaminharemos para a unidade de saúde presente na Instituição.

Solicitamos a sua colaboração para avaliar nossas amostras em teste, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de Ciência e Tecnologia de Alimentos e publicar em revista

científica. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

O abaixo-assinado, _____,
_____ anos, RG nº _____ declara que é de livre e espontânea vontade que está participando como voluntários da pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura tive oportunidade de fazer perguntas sobre o conteúdo do mesmo, como também sobre a pesquisa e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. Sei que poderei retirar meu consentimento a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Sou sabedor que terei todas as dúvidas respondidas a contento pelo pesquisador responsável Thaianaly Leite Abreu, no telefone (83) 99852-9642 ou e-mail: thaianaly.abreu@gmail.com.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida, assinada e entregue ao (a) senhor (a).

João Pessoa /PB, ____/____/____

Assinatura do Voluntário

Assinatura do Pesquisador

Atenciosamente,

Hospital Universitário Lauro Wanderley-HULW- 2º andar- Campus I-Cidade
Universitária- Bairro: Castelo Branco João Pessoa/PB CEP: 58059-900- Contato:
3216-7964 Email:comitedeetica.hulw2018@gmail.com

Apêndice B – Ficha de Avaliação Sensorial

Universidade Federal da Paraíba Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Nome: _____ Data: ____/____/____

Faixa etária: () 21-30 () 31-40 () 41-50 () 51-60 () acima de 61

Gênero: () Feminino () Masculino

Grau de escolaridade: () Ensino Médio () Ensino Superior () Pós-Graduação

Consome pão tipo forma : () Sim () Não

Com que frequência você consome pão tipo forma? () Todos os dias () 2 a 3 vezes por semana () 1 vez por semana () 1 a 2 vezes por mês

TESTE DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SORVETE DE IOGURTE ADICIONADO DE JAMBOLÃO

1) Por favor, avalie as amostras de sorvetes da esquerda para a direita de acordo com as características citadas, usando a escala abaixo, indicando o quanto você gostou ou desgostou das amostras.

Amostras	Aparência	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Impressão Global

1 – Desgostei extremamente
2 – Desgostei muito
3 – Desgostei moderadamente
4 – Desgostei ligeiramente
5 – Nem gostei nem desgostei
6 – Gostei ligeiramente
7 – Gostei moderadamente
8 – Gostei muito
9 – Gostei extremamente

2) Marque qual seria sua intenção de compra utilizando a escala abaixo:

Amostra _____ ()

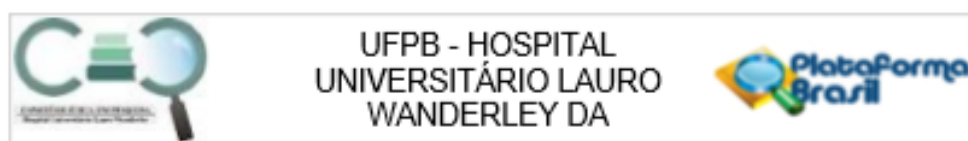
Amostra _____ ()

Amostra _____ ()

5 – Certamente compraria
4 – Provavelmente compraria
3 - Talvez comprasse, talvez não comprasse
2 – Provavelmente não compraria
1 – Certamente não compraria

ANEXO

Anexo A: Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE SACAROSE POR EDULCORANTES NATURAISEM SORVETE DE IOGURTE ADICIONADO DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*)

Pesquisador: Thaianaly Leite Abreu

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 03514118.6.0000.5183

Instituição Proponente: Centro De Ciências da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

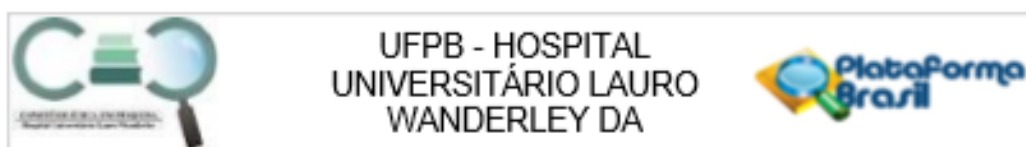
DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.151.859

Apresentação do Projeto:

O projeto de mestrado em segunda versão "EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE SACAROSE POR EDULCORANTES NATURAISEM SORVETE DE IOGURTE ADICIONADO DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*)" do pesquisador responsável Thaianaly Leite Abreu vinculada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de alimentos do CT/UFPB tem como objetivo avaliar os efeitos da substituição parcial ou total de sacarose por xilitol e/ou xarope de agave nas características de qualidade e de aceitação de sorvete de iogurte de polpa de jambolão. As análises sensoriais ocorrerão no sétimo dia de armazenamento congelado. A primeira fase compreenderá o teste de aceitação, com a participação de 100 provadores não treinados, utilizando escala hedônica de 9 pontos, que varia de (9)gostei muitíssimo a (1)desgostei muitíssimo, sendo avaliados os atributos de aparência, aroma, sabor, textura e a aceitação global. Será avaliada também, a intenção de compra, utilizando escala hedônica de 5 pontos, variando de (1)certamente não compraria a (5) certamente compraria (DUTCOSKY, 2007). Os resultados obtidos nas análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais serão submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando um delineamento inteiramente casualizado. As diferenças entre as médias ao nível de significância 5% serão detectadas pelo teste de Tukey, empregando o programa Statistica (data analysis software system).

Endereço: Hospital Universitário Lauro Wanderley - 2º andar - Campus I - UFPB.
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 58.059-900
UF: PB **Município:** JOÃO PESSOA
Telefone: (83)3216-7064 **Fax:** (83)3216-7522 **E-mail:** comitedeetica/huw2018@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.151.859

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar os efeitos da substituição parcial ou total de sacarose por xilitol e/ou xarope de agave nas características de qualidade e de aceitação de sorvete de iogurte de polpa de jambolão.

Objetivo Secundário:

- Caracterizar, físico-quimicamente, as matérias-primas leite, xilitol, xarope de agave e jambolão;
- Avaliar a influência da substituição parcial ou total da sacarose por xarope de agave e/ou xilitol através da caracterização física, química e sensorial de sorvete de iogurte adicionado de polpa de jambolão;
- Determinar a atividade antioxidante da polpa de jambolão e do sorvete iogurte adicionado de polpa de jambolão;
- Identificar e quantificar os compostos fenólicos da polpa e sorvete de jambolão;
- Determinar, para todas as amostras de sorvete, a incorporação de ar (overrun) eo teste de derretimento;
- Realizar análise microbiológica em todas as amostras de sorvete quanto a: coliformes, bactérias mesófilas, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, contagem de bactérias lácticas e contagem de bactérias mesófilas.
- Verificar a aceitabilidade e a intenção de compra das formulações, por meio de testes sensoriais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Pessoas que possuem diabetes, intolerâncias ou alergias ao leite e derivados fermentados, polpa de açaí, sucralose e aditivos químicos; como emulsificante, estabilizantes e liga neutra estão impedidos de participar da pesquisa.

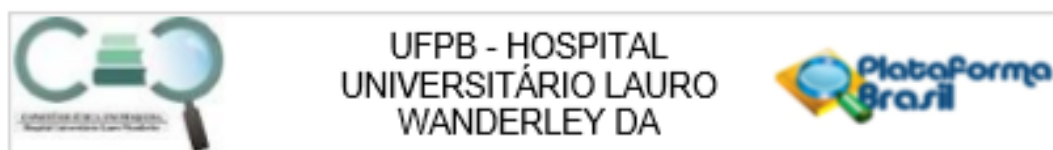
Benefícios:

A ingestão do produto proposto agrega qualidade sensorial e nutricional, o consumo regular de alimentos fermentados como o iogurte é reconhecidamente benéfico para a manutenção da boa saúde. Além disso, em virtude da redução do conteúdo de açúcar, o produto proposto poderá ser uma opção para consumidores que buscam alimentos de menor valor calórico.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto de pesquisa pode resultar no desenvolvimento de um produto com emprego de polpa de jambolão e edulcorantes naturais, sendo industrialmente viável, com agregação de valor na qualidade sensorial e nutricional. A análise sensorial do produto compreenderá no teste de aceitação, com a participação de 100 provadores não treinados, utilizando uma escala hedônica. Em resposta a pendência mencionada em parecer anterior a este, o pesquisador principal justificou

Endereço: Hospital Universitário Lauro Wanderley - 2º andar - Campus I - UFPB.
Cidade: Cidade Universitária **CEP:** 58.059-900
UF: PB **Município:** JOÃO PESSOA
Telefone: (83)3216-7964 **Fax:** (83)3216-7522 **E-mail:** comitedeetica.hulw2018@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.151.859

na carta-resposta ao CEP que a população amostral será escolhida de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O pesquisador principal anexou os seguintes documentos à proposta: carta-resposta ao CEP, informações básicas, projeto completo, folha de rosto, declaração do Programa de Pós-graduação e TCLE.

Recomendações:

(O)A pesquisador(a) responsável e demais colaboradores deverão MANTER A METODOLOGIA PROPOSTA E APROVADA PELO CEP-HULW.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerando que o(a) pesquisador(a) atendeu adequadamente às recomendações feitas por este Colegiado em parecer anterior a este, e que o estudo apresenta viabilidade ética e metodológica, estando em consonância com as diretrizes contidas na Resolução 466/2012, do CNS/MS, somos favoráveis ao desenvolvimento da investigação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Ratificamos o parecer de APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa, emitido pelo Colegiado do CEP/HULW, em reunião ordinária realizada em 12 de fevereiro de 2019.

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES PARA O(S) PESQUISADORES

. O participante da pesquisa e/ou seu responsável legal deverá receber uma via do TCLE na íntegra, com assinatura do pesquisador responsável e do participante e/ou responsável legal. Se o TCLE contiver mais de uma folha, todas devem ser rubricadas e com aposição de assinatura na última folha. O pesquisador deverá manter em sua guarda uma via do TCLE assinado pelo participante por cinco anos.

. O pesquisador deverá desenvolver a pesquisa conforme delineamento aprovado no protocolo de pesquisa e só descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade, pelo CEP que o aprovou, aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata.

Lembramos que é de responsabilidade do pesquisador assegurar que o local onde a pesquisa será realizada ofereça condições plenas de funcionamento garantindo assim a segurança e o bem-estar dos participantes da pesquisa e de quaisquer outros envolvidos.

Eventuais modificações ao protocolo devem ser apresentadas por meio de EMENDA ao CEP/HULW

Endereço: Hospital Universitário Lauro Wanderley - 2º andar - Campus I - UFPB.
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 58.059-900
UF: PB **Município:** JOÃO PESSOA
Telefone: (83)3216-7964 **Fax:** (83)3216-7522 **E-mail:** comitedeetica.hulw2018@gmail.com



UFPB - HOSPITAL UNIVERSITÁRIO LAURO WANDERLEY DA



Continuação do Parecer: 3.151.859

de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

O pesquisador deverá apresentar o Relatório PARCIAL E/OU FINAL ao CEP/HULW, por meio de NOTIFICAÇÃO online via Plataforma Brasil, para APRECIACÃO e OBTENÇÃO da Certidão Definitiva por este CEP. Informamos que qualquer alteração no projeto, dificuldades, assim como os eventos adversos deverão ser comunicados a este Comitê de Ética em Pesquisa através do Pesquisador responsável uma vez que, após aprovação da pesquisa o CEP-HULW torna-se co-responsável.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1151067.pdf	10/01/2019 16:35:41		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_AO_CEP_HULW.pdf	10/01/2019 16:31:37	Thaianaly Leite Abreu	Aceito
Outros	DECLARACAO.pdf	27/11/2018 13:52:54	Thaianaly Leite Abreu	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	27/11/2018 13:50:09	Thaianaly Leite Abreu	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	07/11/2018 15:12:04	Thaianaly Leite Abreu	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Plataforma.pdf	22/10/2018 18:49:54	Thaianaly Leite Abreu	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JOAO PESSOA, 18 de Fevereiro de 2019

Assinado por:

MARIA ELIANE MOREIRA FREIRE
(Coordenador(a))

Endereço: Hospital Universitário Lauro Wanderley - 2º andar - Campus I - UFPB.

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 58.059-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7964

Fax: (83)3216-7522

E-mail: comitedeetica.hulw2018@gmail.com