



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO CONSUMO



ANDERSON ANDRADE DE SANTANA

ESTABILIDADE DO SUCO MISTO ACEROLA E CIRIGUELA PROBIÓTICO
ATOMIZADO

Recife, PE

2020

ANDERSON ANDRADE DE SANTANA

**ESTABILIDADE DO SUCO MISTO ACEROLA E CIRIGUELA PROBIÓTICO
ATOMIZADO**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, referente à área de Alimentos, Nutrição e Saúde do Departamento de Ciências do Consumo – DCC como requisito para a obtenção do Diploma de Graduação em Bacharelado em Economia Doméstica.

Orientadora: Prof. Dr^a Maria Inês Sucupira Maciel

RECIFE, PE

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S232e SANTANA, ANDERSON ANDRADE DE
Estabilidade do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado / ANDERSON ANDRADE DE SANTANA. -
2020.
65 f. : il.
- Orientadora: Maria Ines Sucupira Maciel.
Coorientadora: Michelle Maria Barreto de Souza.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Economia Doméstica, Recife, 2020.
1. Lactobacillus. 2. Suco de Fruta. 3. Maltodextrina. 4. Vida de prateleira. I. Maciel, Maria Ines Sucupira, orient. II.
Souza, Michelle Maria Barreto de, coorient. III. Título

CDD 640

ANDERSON ANDRADE DE SANTANA

**ESTABILIDADE DO SUCO MISTO ACEROLA E CIRIGUELA PROBIÓTICO
ATOMIZADO**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, referente à área de Alimentos, Nutrição e Saúde do Departamento de Ciências do Consumo – DCC como requisito para a obtenção do Diploma de Graduação em Bacharelado em Economia Doméstica.

Orientadora: Prof. Dr^a Maria Inês Sucupira Maciel

Aprovado em: 05 /11 /2020

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a. Edleide Freitas Pires
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dr.^a Michelle Maria Barreto de Souza
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos

*Aos meus pais, Eronita Andrade e Crisódio
Avelino, com muito amor e carinho!*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por tudo o que Ele fez em minha vida, durante minha trajetória acadêmica, por todas as oportunidades que tive, pois até aqui me ajudou o Senhor;

Aos meus pais Crisódio Avelino e Eronita Andrade, pela construção e formação do meu caráter e por todo apoio e incentivo nos momentos cruciais da minha vida;

Aos meus irmãos por estarem sempre me apoiando;

Aos meus familiares que torceram e torcem por mim por cada conquista realizada, a minha namorada Rayane Dias que esteve presente, sempre me apoiando;

À minha orientadora Maria Inês, pela oportunidade e contribuição do meu amadurecimento acadêmico;

À Michelle Barreto pela grande contribuição, na construção desse trabalho de monografia, gratidão pela co-orientação. A todos os meus colegas de classe e de laboratório;

A Marcony Edson, Eduardo Filho, José Carlos, Milena Silva, Debora Viera e a todos que me auxiliaram muito nas análises tornando esse trabalho possível;

A cada professor que participou do meu crescimento acadêmico e a cada funcionário que me auxiliou quando precisei;

A Facepe pelo investimento na iniciação científica;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, que me acolheu de braços abertos;

A todos vocês, expresso a minha gratidão, meu muito obrigado!

O conselho da sabedoria é: Procure obter sabedoria; use tudo o que você possui para adquirir conhecimento. (Provérbios 4.7).

RESUMO

O suco misto de acerola e ciriguela probiótico em pó representa uma alternativa interessante no sentido de melhorar a conservação do produto, visando atender, a população que apresenta restrições da dieta como os vegetarianos, além dos intolerantes à lactose e alérgicos a proteína do leite. Assim, há um grande interesse no desenvolvimento de produtos probióticos usando fontes não lácteas. No entanto, é fundamental a avaliação da qualidade do produto em pó durante o período de vida de prateleira, das características físico-químicas, presença de constituintes bioativos e respectivas perdas ao longo da estocagem. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a estabilidade do suco probiótico em pó sob refrigeração (5 °C) e à temperatura ambiente (25 °C) no momento inicial e após 3, 10, 14, 20 e 45 dias de armazenamento. Para tanto, os probióticos *Lactobacillus rhamnosus* LPAA 01, *Lactobacillus casei* LPAA 02 e *Lactobacillus plantarum* LPAA 03 foram inoculados a 10% (p / v) (10/10 UFC.g⁻¹) suco misto de acerola e ciriguela (60/40% respectivamente) e microencapsulado utilizando um mini atomizador operando com temperatura de entrada de ar de 140 °C, taxa de fluxo de alimentação de 0,60 L / 10% de maltodextrina 5 DE. Amostras do produto em pó probiótico foram colocadas em vidros hermeticamente fechados com solução saturada de cloreto de lítio a 5 °C e 25 °C e caracterizados quanto à contagem de viabilidade microbiana pela técnica de *pour plate*, propriedades físico-químicas e compostos bioativos. Os resultados mostraram que houve diferença significativa (p < 0,05) entre os tempos de armazenamento e temperatura em todos os parâmetros avaliados, porém os valores de atividade de água, umidade, acidez titulável e pH não ultrapassaram 0,25, 4,40%, 0,56 g ácido cítrico 100 g⁻¹ e 3,63, respectivamente, considerados estáveis e seguros para alimentos secos. Sólidos solúveis, cor, ácido ascórbico, carotenóides e fenólicos totais permaneceram em torno de 8,00 °Brix, L * 79,55, a * 11,39 e b * 25,61, 4043,52 mg AA / 100 g de massa seca, 15,89 µg β-caroteno / g de massa seca e 3095,77 mg EAG / 100 g, respectivamente, apresentando características favoráveis à comercialização e elevadas propriedades bioativas com potencial de uso como ingrediente na produção de novos produtos alimentícios. Os pós apresentaram contagem de células viáveis acima de 6,0 log CFU.g⁻¹ até 20 dias a 5 °C e 14 dias a 25 °C. Os resultados evidenciaram que o suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado é promissor para a indústria alimentícia com diversas aplicações.

Palavras Chaves: *Lactobacillus*; Suco de Fruta; Maltodextrina; Vida de prateleira.

ABSTRACT

The mixed juice of acerola and ciriguela probiotic powder represents an interesting alternative in the sense of improving the conservation of the product, aiming to serve the population that presents dietary restrictions such as vegetarians, in addition to those who are lactose intolerant and allergic to milk protein. Thus, there is great interest in the development of probiotic products using non-dairy sources. However, it is essential to evaluate the quality of the powdered product during the shelf life, the physical-chemical characteristics, the presence of bioactive constituents and their losses during storage. Thus, the aim of this study was to evaluate the stability of probiotic juice powder under cold storage (5 °C) and environment temperature (25 °C) at the initial time and after 3, 10, 14, 20 and 45 days of storage. For this purpose, the probiotics *Lactobacillus rhamnosus* LPAA 01, *Lactobacillus casei* LPAA 02 and *Lactobacillus plantarum* LPAA 03 were inoculated at 10% (w/v) (10/10 CFU.g⁻¹) in acerola and ciriguela (60/40% respectively) mixed juice which was microencapsulated using mini spray dryer operating with air inlet temperature 140 °C, feed flow rate 0.60 L/h and 10% maltodextrin DE 5. Samples of the probiotic powder product were placed in hermetically sealed glasses with saturated lithium chloride solution at 5 °C and 25 °C and characterized for the microbial viability count by pour plate technique, physicochemical properties and bioactive compounds. Results showed there was a significant difference (p < 0.05) between the storage times and temperature of all evaluated parameters, however values of water activity, moisture, titratable acidity and pH did not exceed 0.25, 4.40%, 0.56 g acid citrus 100 g⁻¹ and 3.63, respectively, considered stable and safe for dry foods. Soluble solids, color, ascorbic acid, carotenoids and total phenolics remained around 8.00 °Brix, L* 79.55, a* 11.39 and b* 25.61, 4043.52 mg AA/100 g dry mass, 15.89 µg β-carotene/g dry mass and 3095.77 mg EAG/100 g, respectively, presenting favorable characteristics for commercialization and high bioactive properties with potential use as an ingredient. The powders showed viable cell count above 6.0 log CFU.g⁻¹ up to 20 days at 5 °C and 14 days at 25 °C. The results highlighted that fruit juices are indeed promising probiotic carriers for the food industry with various applications.

keywords : *Lactobacillus*; Fruit Juice; Maltodextrin; Shelf Life

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Frutos de acerola (<i>Malpighia Emarginata</i> D.C.)	20
Figura 2. Ciriguela (<i>Spondias purpurea</i> L.)	21
Figura 3. Esquema de funcionamento do Spray Dryer	27
Figura 4. Suco misto de acerola e ciriguela probiótico antes e após a microencapsulação por atomização	36
Figura 5. Viabilidade celular do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias	38
Figura 6. Atividade de água (Aw) do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias	39
Figura 7. Umidade % do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias	40
Figura 8. pH do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias	41
Figura 9. Sólidos Solúveis (°Brix) do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.	42
Figura 10. Ácidez Titulável (AT) do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.	43
Figura 11. Ácido Ascórbico (AA) do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.	44
Figura 12. Fenólicos Totais do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.	45
Figura 13. Carotenóides Totais do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.	46
Figura 14. Cor (L*) do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.	47
Figura 15. Cor (a*) do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.	48
Figura 16. Cor (b*) do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química da polpa de acerola.....	20
Tabela 2. Composição química da polpa de ciriguela.....	22
Tabela 3. Caracterização físico-química do suco misto de acerola e ciriguela probiótico <i>in natura</i>	34
Tabela 4. Caracterização físico-química do suco misto de acerola e ciriguela probiótico em pó.....	35

LISTA DE SIGLAS

AA – Ácido ascórbico

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC – Association of Official Analytical Chemists (Associação de químicos analíticos oficiais)

AT – Acidez Titulável

aw – Atividade de água

CEASA PE – Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco

DCD – Departamento de Ciências Domésticas

DTR – Departamento de Tecnologia Rural

DE – Dextrose equivalente

EAG – Equivalente de ácido gálico

FAO – Food and Agricultural Organization

FOSHU – Foods for Specific Health Use

MRS – De Man, Rogosa e Sharpe

PET – Poli Tereftalato de Etila

pH – Potencial hidrogeniônico

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

UFC – Unidade formadora de colônias

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1. OBJETIVOS	18
1.1 Objetivo Geral.....	18
1.2 Objetivo Específico	18
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 Frutas Tropicais	19
2.2 Acerola	19
2.3 Ciriguela	21
2.4 Suco Misto	23
2.5 Alimentos Funcionais.....	24
2.6 Probióticos	25
2.7 Secagem por Atomização	26
2.8 Agentes Encapsulantes	27
2.9 Estabilidade de Produtos em Pó Atomizados	28
3. MATERIAIS E METÓDOS	30
3.1 Local.....	30
3.2 Material.....	30
3.3 Método.....	30
3.3.1 Ativação da cultura microbiana	30
3.3.2 Preparo do suco misto de acerola e ciriguela probiótico	31
3.3.3 Preparação das amostras	31
3.3.4 Estudo de estabilidade	31
3.3.5 Viabilidade celular	32
3.3.6 Análises Físico-químicas	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1 Caracterização do suco misto de acerola e ciriguela probiótico <i>in natura</i> e atomizado	33

4.2 Avaliação das características físico-químicas do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado durante o armazenamento a 5 °C e 25 °C Aw 0,1	36
4.3 Considerações sobre as melhores características de armazenamento	50
5. CONCLUSÃO.....	51
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

INTRODUÇÃO

As frutas desempenham um importante papel na alimentação humana, contribuindo para o fornecimento de calorias, sais minerais, vitaminas, fibras e água, constituindo-se, dessa forma, em fontes mantenedoras da saúde (SILVA et al., 2014). Portanto, para promover efetivamente um maior consumo de frutas e hortaliças é preciso avaliar de maneira mais sistemática a alimentação prevalente no tocante às implicações para a nutrição e a saúde. “Recomenda-se o consumo mínimo de 400 g de frutas e hortaliças por dia (excluindo batatas e outros tubérculos) para a prevenção de doenças crônicas como cardiopatias, câncer, diabetes tipo 2 e obesidade” (OMS/FAO, 2002).

O Nordeste possui uma ampla variedade de frutas tropicais e exóticas, que exercem propriedades benéficas para o organismo humano. A acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), é uma fruta nativa da América Central e do Norte da América do Sul, conhecida por possuir elevados teores de ácido ascórbico e compostos fenólicos, além de sua alta atividade antioxidante (JAESCHKE, MARCZAK & MERCALI, 2016). A Ciriguela (*Spondias purpurea* L.), pertencente a espécie mais conhecida do gênero das *Spondias*, é composta por substâncias nutritivas como minerais, carboidratos e compostos fenólicos. É considerada uma das frutas mais populares da América tropical, tendo um curto período de colheita, alta perecibilidade e apreciada pelos consumidores por sua excelente qualidade sensorial. Apresenta potencial para a utilização no processamento de alimentos em termos de rendimento e sabor, com grandes perspectivas de inserção nos mercados interno e externo de frutas exóticas, especialmente na forma de bebidas fermentadas, polpa em pó, geleia e néctares (TODISCO et al., 2015; SILVA et al., 2016; LINS et al., 2017).

Os produtos alimentares que complementam características nutricionais com propriedades funcionais são os alimentos conhecidos como probióticos e definidos como, “microrganismos vivos que, quando ingeridos em quantidades adequadas conferem benefícios à saúde do hospedeiro” (FAO, 2001). Alimentos probióticos são a área de desenvolvimento de alimentos funcionais que mais cresce. As culturas probióticas são aplicadas com sucesso em diferentes tipos de matrizes alimentares, sendo a viabilidade e a atividade metabólica características importantes a se considerar na escolha da espécie a ser utilizada em um alimento (BAKR, 2015).

Dentre os microrganismos utilizados comercialmente em alimentos probióticos, se destacam os gêneros *Lactobacillus* do grupo de bactérias do ácido lático (LAB) reconhecido como seguro (GRAS). São capazes de sobreviver a passagem pelo trato gastro intestinal para efetivamente colonizar o trato digestivo e balancear a microflora intestinal conferindo benefícios para a saúde como controle de diarreia, intolerância à lactose, infecções intestinais, modulação do sistema imunológico e risco associado à carcinogenicidade (RAJAM et al., 2015; BARBOSA & TEIXEIRA, 2016, HEENEY et al., 2018). As colônias típicas de *L. casei*, *L. rhamnosus* e *L. plantarum* são arredondadas, cor branco cremoso, com diâmetro de 0,9 a 1,3 mm. Geralmente disponíveis como concentrados de cultura na forma seca ou congelada para ser adicionados a um alimento para usos industriais ou domésticos. Estes podem ser consumidos quer como produtos alimentares (fermentado ou não fermentado) ou como suplemento alimentar (produtos em pó, nas formas de cápsula ou comprimido) (SILVEIRA et al., 2010; PEREIRA et al., 2011; TRIPATHI; GIRI, 2014).

No desenvolvimento de alimentos funcionais probióticos, é de grande importância a correta escolha da estirpe probiótica para se obter sucesso no produto. As características de resistência de uma linhagem exercem influência significativa sobre a viabilidade probiótica dos pós secos por atomização, sendo de extrema importância a escolha da linhagem bacteriana, que deve ser adequada para produção industrial em larga escala (PAÉZ et al., 2012; BURNS et al., 2014; TRIPATHI; GIRI, 2014; HUANG et al., 2017). Pesquisas demonstram que o *L. casei*, *L. rhamnosus* e *L. plantarum* apresentam resistência a temperatura após microencapsulação por atomização (PEREIRA et al., 2014; KINGWATEE et al., 2015; ALVES et al., 2016; GUERIN et al., 2017; KALITA et al., 2018). Sendo assim, essas espécies de *Lactobacillus* foram selecionadas por apresentar capacidade de sobreviver e manter sua funcionalidade após o processamento.

Grande número de produtos probióticos disponíveis no mercado compreende principalmente produtos lácteos. No entanto, +grande parte da população mundial é afetada pela intolerância à lactose ou que apresentam restrições ao consumo destes produtos. Assim, há interesse no desenvolvimento de produtos probióticos em fontes alimentares não lácteas (ALVES et al., 2016). O suco misto de acerola e ciriguela é uma matriz alimentar desafiante para a adição de probióticos, que pode contribuir para a diversidade de um produto com características funcionais.

A alta perecibilidade é o principal problema que desafia a produção de suco de frutas. A deterioração pós-colheita causa degradação rápida da sua qualidade resultando

em grande desperdício, sendo a combinação de métodos que resultem no maior tempo de vida útil do produto (SHISHIR; CHEN, 2017). Para conservar as características nutritivas e probióticas do produto resolveu-se aplicar a microencapsulação por atomização.

A secagem consiste no processo em que um produto líquido entra em contato com ar quente e se converte em pequenas gotículas perdendo sua umidade e formando partículas sólidas. Esse processo propicia maior estabilidade do produto, de modo a ter uma maior vida útil, podendo o consumidor ter acesso ao produto durante o ano inteiro, e não apenas no período de safra da fruta (ROCHA et al., 2014).

Um dos processos adequados para garantir a viabilidade e biodisponibilidade do produto final é a microencapsulação de compostos bioativos. Na indústria de alimentos, esta tecnologia tem como finalidade proteger os nutrientes das matérias-primas contra a oxidação química, temperatura, luz, oxigênio e assim prolongar a vida útil do produto. Ademais, as características funcionais e biológicas dos compostos podem ser mantidas mesmo após ingestão (DIAS, FERREIRA, & BARREIRO, 2015).

Devido a sua natureza amorfa, os produtos atomizados são sensíveis às variações de umidade, pressão, atividade de água e temperatura; que quando não são controladas produzem efeitos na aderência, viscosidade e, por sua vez, podem levar à perda dos compostos bioativos, afetando assim a viabilidade do probiótico (ANTUNES et al., 2013).

Diante disso, é fundamental a avaliação da qualidade do produto em pó durante o período de vida útil e dessa forma, se justifica o estudo da estabilidade do suco misto probiótico de acerola e ciriguela em pó, visando a viabilidade celular e as condições adequadas para o armazenamento a fim de minimizar as alterações físico-químicas e a preservação dos compostos bioativos.

1. OBJETIVOS

1.1 Geral

Avaliar a estabilidade do suco misto de acerola e ciriguela probiótico em pó durante armazenamento.

1.2 Específicos

Determinar as características físico-químicas (umidade, atividade de água, pH, sólidos solúveis, acidez titulável e cor) de compostos bioativos (ácido ascórbico, fenólicos totais e carotenoides totais) da polpa mista de acerola e ciriguela com probiótico em pó;

Avaliar a viabilidade celular e as condições ótimas de armazenamento para minimizar as alterações físico-químicas e de compostos bioativos;

Estabelecer o melhor tempo de armazenamento e temperatura, visando principalmente à obtenção de um produto com viabilidade celular, rico em compostos bioativos e com características funcionais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Frutas Tropicais

O Brasil nos últimos anos vem se destacando no mercado internacional pela produção de frutas, tornando-se um dos maiores produtores mundiais, ocupando a terceira posição, ficando atrás apenas da China e da Índia, tendo em seu mercado interno diversas indústrias de sucos com grande potencial (FILHO FRANCO, 2015). De acordo com os dados da FAO (2020), em 2017 foram produzidas, no Brasil, cerca de 42,2 milhões de toneladas de frutas tropicais.

A integração do Brasil no cenário internacional vem mostrando que uma das regiões mais promissora na produção de frutas é a Região Nordeste, abrangendo o Sertão dos estados da Bahia e de Pernambuco. Segundo Machado e Santos (2020), em 2016 cerca de 16,58% da produção do Vale São Francisco correspondiam a produção de frutas do país, sendo está a região mais relevante para a economia dos dois estados.

O consumo de fruta tropicais são significantes em todo o mundo. Os consumidores estão buscando novas experiências de sabor a partir de frutas exóticas, tanto pelos sabores tropicais quanto pelos potenciais benefícios à saúde (CANNON et al., 2018). As frutas contêm pigmentos, compostos fenólicos com propriedades antioxidantes e fitoquímicos que contribuem para prevenir o câncer, reduzindo o colesterol e a pressão sanguínea (AKONOR, 2020).

2.1.1 Acerola (*Malpighia Emarginata* D.C.)

A acerola é uma fruta tropical que se destaca por seu valor em vitamina C e sabor agradável. Originária das Américas Central e do Sul, com 45 espécies, sendo conhecida em outras regiões do Brasil como “cereja das Antilhas” “cereja de Barbados” e “cerejeira das Índias Ocidentais”. O Brasil é o maior produtor mundial, consumidor e exportador do fruto (SHINOHARA et al., 2015; BELWAL et al., 2018; MOURA et al., 2018). No Brasil, a acerola foi introduzida no estado de Pernambuco, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) na década de 50, século XX, por meio de sementes oriundas de Porto Rico e se espalhou para outras regiões do País.

Figura 1. Frutos de acerola (*Malpighia Emarginata* D.C.)



Fonte: Próprio autor.

A aceroleira produz frutos com média três a quatro vezes por ano. Seu fruto é caracterizado por apresentar drupa forma, tamanho e peso alteráveis, casca fina e tamanho que varia de 1 a 2,5 cm de diâmetro com o peso médio de 3 a 15g. Em relação a sua coloração, o fruto pode apresentar tonalidades diferentes nas etapas de maturação, que variariam do verde em desenvolvimento, passando ao amarelo e por último ao vermelho intenso ou roxo quando maduro (SOUZA et al., 2020; SHINOHARA et al., 2015). Na polpa da acerola destacam-se o teor de vitamina C (ácido ascórbico) e a presença de minerais (Tabela 1), além dos compostos fenólicos e carotenoides.

Tabela 1. Composição química da polpa de acerola

Constituintes	Quantidade em 100g de acerola
Umidade	93,6
Energia (kcal)	92,0
Proteína (g)	0,6
Lipídeos (g)	-
Carboidrato (g)	5,5
Fibra Alimentar (g)	0,7
Cinzas (g)	0,3
Vitamina C (mg)	623,2
Fósforo (mg)	12,9
Cálcio (mg)	8,0
Magnésio (mg)	9,0
Zinco (mg)	0,1

Potássio (mg)	112,0
---------------	-------

Fonte: TACO (2011).

No Brasil, a acerola desempenha grande importância econômica, principalmente na região nordeste. A produção de polpa e suco é, ainda, a principal destinação da fruta, dada sua perecibilidade e acidez. Os frutos da aceroleira apresentam rendimento de suco entre 49% e 75% do seu peso, com elevada acidez (pH 3,3). O teor de água nos frutos é, em média, de 90% (SEBRAE 2020).

Diversos produtos comerciais que contêm a acerola são utilizados como suplementos alimentares para aumentar a resposta imune, potencial antioxidante e necessidades nutricionais (BELWAL et al., 2018). Sendo assim, a acerola pode ser considerada uma matriz não láctea interessante para produção de bebida probiótica devido sua grande quantidade de componentes saudáveis como vitaminas, antioxidantes e polifenóis.

2.1.2 Ciriguela (*Spondias purpurea* L.)

O gênero *Spondias* pertencente à família *Anacardiaceae*, possui 18 espécies das quais 6 são cultivadas no Brasil. São árvores frutíferas tropicais pequenas (3-10 m), exploradas por seu valor comercial. Dentre o gênero das *Spondias* se destacam as ciriguelas (*Spondias purpurea* L.), comumente cultivada no Nordeste brasileiro, se adapta a diferentes temperaturas, sendo conhecida por seu sabor e aroma agradáveis e por possuir substâncias nutritivas como os flavonoides e compostos fenólicos, que são essenciais para a saúde e cuidados dos tecidos celulares e prevenção de doenças ligadas a uma alimentação inadequada (SILVA et al., 2020; NERIS et al., 2017).

Figura 2. Ciriguela (*Spondias purpurea* L.)



Fonte: Próprio autor.

A ciriguela em sua forma externa apresenta características como casca lisa e brilhante, no entanto pode apresentar ranhuras externas, e tonalidades de cores que podem variar de amarelo, vermelho ou laranja, a depender da variedade e estágio de maturação, com peso médio de 20 g cada fruto e cerca de 6 cm de comprimento. Os frutos são consumidos tanto maduros ou ainda verdes, adicionados de sal neste último caso, sendo a apreciação feita geralmente da polpa junto com a casca (ENGELS et al., 2012).

A polpa pode ser cremosa ou succulenta, sendo bastante utilizada na formulação de geleias, sucos, sorvetes ou salada de frutas, que movimentam os mercados mais regionais, nos locais onde a fruta é produzida. Conforme os dados da composição química da polpa de ciriguela (Tabela I) este fruto é fonte de potássio, vitamina C, fósforo, cálcio e zinco (ENGELS et al., 2012; TACO, 2011; LIRA JUNIOR et al., 2010; BRASIL, 2002).

Tabela 2. Composição química da polpa de ciriguela

Constituintes	Quantidade em 100 g polpa
Umidade	78,7
Energia (Kcal)	76,0
Proteína (g)	1,4
Lipídeos (g)	0,4
Carboidrato (g)	18,9
Fibra Alimentar (g)	3,9
Cinzas (g)	0,7
Vitamina C (mg)	45
Fósforo (mg)	40
Cálcio (mg)	27
Magnésio (mg)	18
Zinco (mg)	20
Potássio	250

Fonte: TACO (2011).

A polpa de ciriguela apresenta rendimento em torno de 50% do fruto, sendo consumidos também na forma *in natura* devido a sua grande aceitação sensorial. O fruto

apresenta em sua composição compostos fenólicos em diferentes concentrações, que agem como antioxidante exógeno sendo possível causar redução da mortalidade e morbidade, causadas por doenças crônicas (BRITO, 2010; FREIRE et al., 2011).

2.2 Suco Misto

As indústrias alimentícias optam cada vez mais por produtos inovadores e alternativos, que visem atender as necessidades dos consumidores, como os sucos mistos, que ao serem processados, se tornam um dos meios de agregar valor às frutas *in natura* e processá-las em formas convenientes, como suco de frutas, sendo o mesmo um produto altamente nutritivo em vitaminas, minerais e compostos bioativos (AKNOR, 2020).

Os sucos de frutas são obtidos a partir de frutos maduros e saudáveis, principalmente por extração mecânica. Sucos de frutas ocupam um lugar eminente na indústria de bebidas. Sendo desejados por causa de seu sabor refrescante, aroma e sua semelhança com as frutas naturais (AKNOR, 2020).

A mistura de diversas frutas para produção de um suco diferenciado tem sido estudada com a finalidade de aprimorar as características físicas, químicas e nutricionais e diminuir custos por meio da adição de frutas de menor valor às frutas de alto custo, como as frutas exóticas; além de suprir a escassez e disponibilidade sazonal de certos nutrientes do suco (SILVA et al., 2016; MACHADO DE SOUZA et al., 2010).

O Decreto nº 2.314, de 04 de setembro de 1997, define suco misto como suco obtido pela mistura de duas ou mais frutas e das partes comestíveis de dois ou mais vegetais, ou dos seus respectivos sucos, sendo a denominação constituída da palavra suco, seguida da relação de frutas e hortaliças utilizadas, em ordem decrescente das quantidades presentes na mistura (BRASIL, 1997).

Várias pesquisas já foram realizadas utilizando a mistura de uma ou mais frutas tropicais, como o suco misto de laranja e cenoura (SANTANA et al., 2018), suco misto de maganba e cagaita (MARTINS et al., 2017), suco misto de manga, goiaba e acerola (FARAONI et al., 2012) e suco misto de manga e cajá (SILVA et al., 2011), destacando os teores de compostos bioativos e estabilidade dos produtos por meio das avaliações físico-químicas. Neste trabalho foram utilizados a acerola, por conter teores elevados de ácido ascórbico e polifenóis; a ciriguela por ser rica em carotenóides, compostos bioativos como os fenóis e os probióticos *L. casei*, *rhamnosus* e *plantarum* por propiciar efeitos nutracêuticos a saúde do ser humano. Sendo assim, a combinação do suco misto de

acerola e ciriguela probiótico atomizado, revela ser uma ótima combinação por agregar valor nutritivo, desenvolver novos sabores e por contribuir com benefícios a saúde do indivíduo. Não havendo até o momento estudos de estabilidade com suco misto de acerola e ciriguela contendo três microorganismo.

2.3 Alimentos Funcionais

Alimentos funcionais podem ser definidos como suplementos alimentares que, além de seus valores nutricionais, podem modular benéficamente as funções do corpo para melhorar as respostas fisiológicas ou reduzir o risco de certas doenças na medida em que possam ser nutracêuticos, isto é, alimentos com propriedades medicinais claramente estabelecidas (FARAG et al., 2020). O termo “alimentos funcionais” surgiu primeiramente no Japão em meados dos anos 80, também denominados alimentos para uso específico de saúde (SILVA et al., 2016).

Nos anos 90, foram produzidos os primeiros produtos alimentícios funcionais, com a designação FOSHU (Foods for Specific Health Use), ou alimentos para uso específico de saúde. Essa designação era apenas concedida para os alimentos que comprovasse cientificamente sua eficácia para a saúde, trazendo consigo um selo de aprovação do Ministério da Saúde e Bem-Estar japonês (MORAES; COLLA, 2006).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) não define alimento funcional mas, sim, define alegação de propriedade funcional e estabelece as diretrizes para sua utilização e as condições de registro para alimentos com alegação de propriedade funcional (COSTA; ROSA, 2016).

De acordo com as diretrizes presentes na Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999, a alegação funcional é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano; e alegação de propriedade de saúde “é aquela que afirma, sugere ou implica a existência da relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde (BRASIL, 1999).

Esses alimentos possuem potencial para promover a saúde por meio de mecanismos não previstos na nutrição convencional, entretanto, observa-se que esses efeitos estão restritos apenas à promoção da saúde e não à cura de doenças (SANTOS et al., 2019).

2.4 Probióticos

A origem do termo “probiótico” provém do grego e significa “pró-vida” e, segundo a Organização de Alimentos e Medicamentos das Nações Unidas (FAO), e a Anvisa, são definidos como microrganismo vivo que, quando administrado em quantidades adequadas, confere um benefício à saúde do hospedeiro (FAO /WHO, 2002; BRASIL, 2018).

Em 1907 os probióticos foram introduzidos pela primeira vez, quando o imunologista russo Elie Metchnikoff sugeriu que as bactérias produtoras de ácido lático em leite fermentado poderiam conferir benefícios à saúde humana, e, assim, abriu-se o caminho para pesquisas sobre os seus potenciais efeitos benéficos (BERBEL et al., 2016). Vergin, em 1954, propôs o termo probiótico para designar o consumo de “substâncias ativas essenciais para desenvolvimento saudável da vida”, sugerindo que os antibióticos podem perturbar o equilíbrio microbiano do corpo, podendo ser restaurado por uma dieta adequada, incluindo produtos de fermentação, que agiriam como probióticos (SANTOS et al., 2019). Parker, 1974, definiu probiótico como relativo a organismos e substâncias que contribuíam para o equilíbrio microbiano intestinal, no entanto, ‘substância’ poderia incluir suplementos tais como antibióticos, cuja função é oposta, e devido a este fato, esta definição foi abandonada (NOGUEIRA; GONÇALVES, 2011). Na década de 90, foi apresentada uma definição mais específica, que definia os probióticos como microrganismos viáveis, o que inclui bactérias lácticas e leveduras na forma de células liofilizadas ou de produto fermentado que trazem um efeito benéfico sobre a saúde do hospedeiro após a ingestão, devido melhorias das propriedades da microflora nativa (VASCONCELOS et al., 2019).

Os probióticos também são conhecidos por demonstrar resultados promissores, como a função melhorada da barreira intestinal; aumentando sua capacidade única de competir com a microbiota patogênica pela adesão ao intestino e melhorar sua colonização (KERRY et al., 2018). No entanto, grande parte dos probióticos são inoculados em produtos lácteos, o que restringem o seu consumo em indivíduos intolerantes à lactose e a proteína do leite, podendo colocar em riscos a saúde dos consumidores que são intolerantes a tais compostos (ALVES et al., 2017).

Nesse sentido, o desenvolvimento de sucos de frutas probióticos é uma opção de diversificação de produtos, como alternativa aos laticínios convencionais (PAIM et al., 2016). Assim, o suco misto de acerola e ciriguela é uma matriz não láctea adequada para

uma bebida probiótica. Os probióticos *L. casei*, *rhamnosus* e *plantarum* por propiciarem efeitos nutracêuticos a saúde do ser humano são os mais utilizados (UYEDA et al., 2017).

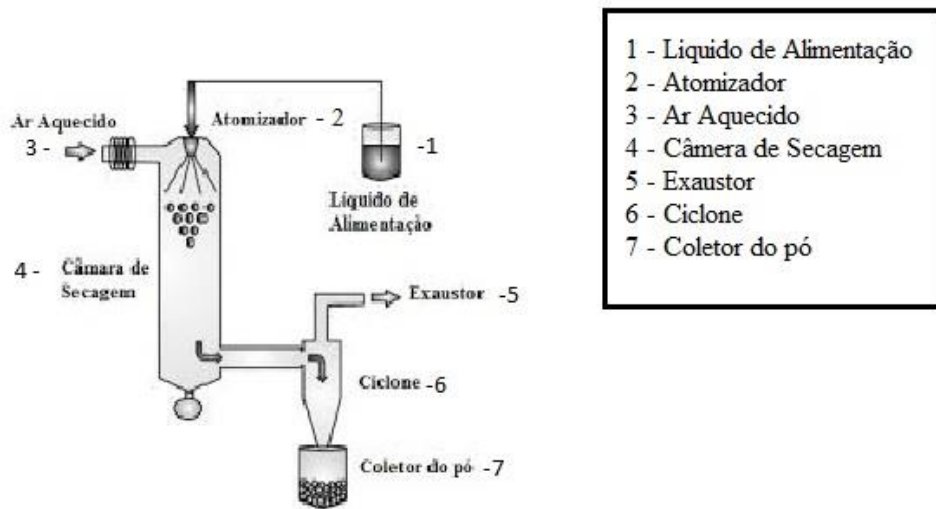
Porém, devido à alta perecibilidade e sazonalidade das frutas, torna-se necessário associar o produto a uma técnica de secagem, sendo uma alternativa interessante não só para aumentar a conveniência, mas também para diminuir os custos de transporte e armazenamento do produto, além de proporcionar armazenamento em condições ambientais. Dentre as técnicas de secagem, a secagem por “spray drying” ou atomização é amplamente conhecida como uma tecnologia viável e econômica (ALVES et al., 2017).

Sendo assim, a combinação do suco misto de acerola e ciriguela com probiótico atomizado, revela ser uma ótima combinação por agregar valor nutritivo, desenvolver novos sabores e por contribuir nos benefícios da saúde do indivíduo.

2.5 Secagem por Atomização

A atomização consiste no processo em que um produto líquido entra em contato com ar quente e se converte em pequenas gotículas perdendo sua umidade e formando partículas sólidas. Esse processo propicia uma maior estabilidade do produto, de modo a ter uma maior vida útil, podendo o consumidor ter acesso a esse produto durante o ano inteiro, e não apenas no período de safra da fruta. A secagem por atomização, também conhecida como “*spray dryer*”, vem sendo utilizada há décadas, com descrições que datam de 1860 e oficialização da primeira patente no ano de 1872. A atomização é uma técnica de custo relativamente baixo, o que atrai o interesse da indústria, inclusive a de alimentos (ROCHA et al., 2014; ENGEL et al., 2017). O esquema de funcionamento do equipamento é apresentado na Figura 3.

Figura 3. Esquema de funcionamento do Atomizador



Fonte: Sosnik; Seremeta (2015)

A atomização é considerada econômica e mantém a qualidade das substâncias encapsuladas devido a sua elevada velocidade de desidratação (SHISHIR; CHEN, 2017). As partículas geradas, no processo de secagem por atomização contém um núcleo, que é a substância encapsulada, dentro de uma matriz polimérica, material de parede (SINGH; VAN DEN MOOTER, 2016). As vantagens que são propiciadas dessas partículas são a sua fácil reconstituição, mostrando-se interessante nas aplicações em alimentos líquidos e pastosos, como também em pós-instantâneos (SOUZA et al., 2018).

A microencapsulação propicia, portanto, barreira entre os compostos ativos e o meio, promovendo a estabilidade da substância bioativa contra condições adversas do ambiente externo, como da presença de luz, calor, umidade e oxigênio (GONÇALVES; ESTEVINHO; ROCHA, 2016).

2.6 Agentes Encapsulantes

Os agentes carreadores, encapsulantes ou transportadores, são basicamente materiais poliméricos naturais ou sintéticos capazes de formar filmes. Sendo constituídos a partir de carboidratos (amidos, maltodextrina, xaropes de milho, dextranas, sacarose e ciclodextrinas), celulose (carboximetilcelulose, metilcelulose, etc.), gomas (goma

arábica, ágar, carragena), lipídeos (cera, parafina, etc.) e proteínas (glúten, gelatinas, albumina e peptídeos) (EZHILARASI et al., 2013, MORENO et al., 2016).

Dentre os agentes carreadores mais utilizado no processo de microencapsulação por atomização de sucos de frutas, com a finalidade de proteger o conteúdo, destaca-se a maltodextrina, que além de ser de baixo custo, possui a capacidade de aumentar a temperatura de transição vítrea, tem alta solubilidade, baixa viscosidade e higroscopicidade evitando assim a aglomeração do produto em pó (SANTHALAKSHMY et al., 2015, JAFARI; GHALENOEI; DEHNAD, 2017).

A inclusão de agentes encapsulantes, como a maltodextrina, melhora os rendimentos devido à sua temperatura de transição vítrea mais elevada. No entanto, essas inclusões podem alterar significativamente as propriedades do pó da fruta, como sabor, densidade, facilidade de reconstituição (LISBOA et al., 2017).

2.7 Estabilidade de produtos em pó atomizados

Todos os produtos possuem um tempo de vida útil que é caracterizado pela sua estabilidade nutricional, sensorial, química, física e microbiológica. Entende-se por estabilidade de um produto, o período no qual pode ser consumido de forma que as suas características nutricionais e microbiológicas estejam conservadas (REIS et al., 2017).

Existem diversos fatores que podem influenciar o tempo de vida útil de um produto. Alguns relacionam-se ao próprio alimento (fatores intrínsecos), umidade e pH, enquanto outros são externos ao produto (fatores extrínsecos), tais como condições de embalagem, materiais e condições de armazenamento (ANVISA, 2018).

A estabilidade e a segurança de um alimento, além de outras propriedades, são mais previsíveis pela medida da atividade de água do que do teor de umidade. Muitos dos produtos alimentícios podem ser secados, para proporcionar maior vida útil e para proteger a atividade de componentes bioativos. A redução do teor de água nos alimentos é um dos processos que permite a sua conservação por mais tempo, mantendo as características semelhantes às do alimento fresco, evitando o crescimento microbiano e outras reações de deterioração, sendo assim um indicador útil quanto a estabilidade de um produto e sua segurança microbiológica (FIORDA; SIQUEIRA, 2009; ENGEL et al., 2017; JESUS, 2019).

Atualmente, a demanda por sucos de frutas e hortaliças em pó aumentou consideravelmente, sendo uma abordagem promissora por reduzirem os custos com

embalagens, armazenamento e transportes, oferecendo variedades de formulações de alimentos e benefícios a saúde devido ao seu alto teor nutricional e funcional, além de reduzirem as perdas por causa da alta estabilidade do produto em pó em comparação com sua forma líquida (SHISHIR; CHEN, 2017).

Diversos autores têm se dedicado ao estudo da estabilidade físico-química de suco de frutas atomizadas, como Zoric et al. (2017) avaliando o efeito das condições de armazenamento no teor de fenólicos e na capacidade antioxidante da cereja acida em pó, reportaram que o período ideal de armazenamento foi de 6 meses a baixas temperaturas (4 °C). Daza et al. (2016) avaliando a estabilidade do extrato de cagaita atomizado reportam uma perda maior de 25% no teor de compostos fenólicos ao final do armazenamento a 30 °C em 32,8% de umidade relativa por 120 dias. Shishir et al. (2017) estudaram a retenção de propriedades físico-químicas de goiabada em pó envasadas e concluíram que durante 10 semanas a 5 °C, o envasado com filme PET (Polietileno Tereftalato) apresentou a máxima vida útil com maior retenção de licopeno. Pereira et al. (2014) avaliando o suco de cajú probiótico por 35 dias, obteve resultados superiores a 70% de viabilidade celular em 21 dias de armazenamento em temperatura de 25 °C. Barbosa et al. (2016) estudando os efeitos de diferentes condições de crescimento e armazenamento nas contagens de células de duas bactérias de ácido láctico após secagem por atomização em suco de laranja, obteve viabilidade celular de 10^9 UFC/mL, após 12 meses de armazenamento a 4 °C das células cultivadas em meio de cultura padrão.

A qualidade de um alimento em pó, não se restringe apenas a qualidade da matéria prima, mas de todas as variações que ocorreram durante o processo e armazenamento. Nesta pesquisa foi dada mais ênfase a viabilidade dos microrganismos presentes, características físico-químicas dos compostos bioativos no suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado durante o armazenamento em diferentes temperaturas a 25 °C e 5 °C, a dextrose equivalente (DE) utilizada na preparação do suco misto probiótico foi de 5 DE.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 LOCAL

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Análises Físico-químicas de Alimentos, Laboratório de Processamento de Alimentos, ambos do Departamento de Ciências Domésticas (DCD), e no Laboratório de Processamento e Análise de Alimentos, pertencente ao Departamento de Tecnologia Rural (DTR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

3.2 MATERIAL

Frutos de acerola e ciriguela foram obtidos no Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco - CEASA, localizado na cidade do Recife – PE.

O despulpamento dos frutos foi realizado em despulpadeira (Bonina Compacta). A polpa foi embalada em sacos de polietileno de baixa densidade e imediatamente congelada, sendo armazenada a $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ e descongelada de acordo com as quantidades necessárias para cada ensaio.

O agente encapsulante utilizado foi a maltodextrina 5 DE obtida por meio de doação pela Ingredion (São Paulo, Brasil).

Foram utilizadas três espécies do gênero *Lactobacillus*, catalogadas na Coleção de Cultura do Departamento de Tecnologia Rural - DTR da UFRPE: *L. rhamnosus* LPAA 01, *L. casei* LPAA 02 e *L. plantarum* LPAA 03.

3.3 MÉTODO

3.3.1 Ativação da cultura microbiana

As culturas de *Lactobacillus* sp. foram mantidas em meio MRS (De Man, Rogosa e Sharpe) contendo óleo mineral. Subcultivos de *Lactobacillus* sp. foram realizados mensalmente em meio líquido MRS e incubados a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas, em seguida estas culturas foram mantidas sob refrigeração a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A reativação foi realizada pela transferência da cultura mantida no caldo MRS para um novo caldo MRS, numa proporção que representa 10% (v/v) do volume inicial

de fermentação. A partir desta transferência foi iniciada a fermentação que durou 48 horas.

3.3.2 Preparo do suco misto de acerola e ciriguela probiótico

Para obtenção do suco misto de acerola e ciriguela probiótico, inicialmente, as polpas foram descongeladas e peneiradas. Este procedimento foi realizado com a finalidade de minimizar os sólidos em suspensão (facilitando a passagem pelo bico atomizador). 500 g de polpa, sendo 300 g de acerola e 200 g de ciriguela. Posteriormente, procedeu-se a inoculação da cultura microbiana no suco misto, de forma a obter uma concentração de 10^{10} UFC/g. O suco foi fermentado a 35 °C durante 24 horas em anaerobiose.

3.3.3 Preparação da amostra

A maltodextrina 5 DE foi adicionada na concentração de 10% no suco misto fermentado. Posteriormente, foi adicionado cerca de 50% de água destilada, sendo esta mistura mantida sob agitação em homogeneizador (Tecnal TE-102) até a completa dissolução.

A microencapsulação foi realizada em um mini atomizador - LM, modelo MSD 1.0 (LABMAQ do Brasil LTDA), que operou com vazão de alimentação de 0,60 L/h, temperatura de entrada de ar de 140 °C (essas condições operacionais foram escolhidas de acordo com Ribeiro et al. (2018), bico injetor de 1,2 mm de diâmetro, fluxo de ar de 30 m³/h e pressão do ar de 0,6 bar, disponível no Laboratório de Processamento de Alimentos da UFRPE.

3.3.4 Estudo de estabilidade

As amostras do produto probiótico em pó foram colocadas em vidros com tampa hermética com solução saturada de cloreto de lítio em a_w 0,1 e submetidas a temperatura de refrigeração (± 5 °C) e ambiente (± 25 °C). As variáveis, atividade de água, umidade, pH, sólidos solúveis, teor de ácido ascórbico, compostos fenólicos totais, carotenoides totais e determinação de cor foram avaliadas no tempo 0, 3, 10, 14, 20 e 45 dias de

armazenamento a fim de entender as relações entre a sobrevivência do probiótico e os parâmetros físico-químicos do produto.

3.3.5 Viabilidade celular

A análise de viabilidade celular dos *Lactobacillus* foi realizada antes e após a microencapsulação do suco misto de acerola e ciriguela probiótico.

Antes da microencapsulação, realizou-se a contagem de células viáveis em placa por meio de diluições seriadas, até 10^{-7} , em água peptonada estéril (MERCK) (0,1% p/v). Alíquotas de 1 mL das diluições foram inoculadas em triplicata em placas com meio ágar MRS, utilizando a técnica *pour plate*, e incubadas invertidas a 35 °C durante 72 h, em anaerobiose. As placas contendo de 20 a 350 colônias foram contadas e registradas em log Unidades Formadoras de Colônias (UFC)/g de suco misto probiótico.

Após a microencapsulação, 1 grama do produto em pó foi dissolvido em 9 mL de água peptonada estéril a 0,1% (diluição 10^{-1}) e mantido a 25 °C durante 30 minutos para liberar as células. A contagem de células viáveis foi realizada como descrito acima.

3.3.6 Análises físico-químicas

Com a finalidade de caracterizar o suco misto probiótico *in natura* e em pó, as determinações físico-químicas foram realizadas, de acordo com os procedimentos descritos a seguir todas as análises foram realizadas em triplicata.

- **Atividade de água:** realizada com o auxílio do equipamento analisador de atividade de água (Decagon, AQUA LAB - 4TE).

- **Umidade:** em balança infravermelho (MARTE - IDSO – Piracicaba/SP) a 105 °C durante 45 minutos e para o suco em pó 105 °C durante 30 minutos. Os resultados foram expressos em %.

- **pH:** por meio de medidas diretas utilizando pHmetro com eletrodo de vidro (TECNAL TEC-5 - Piracicaba/SP).

- **Acidez titulável:** pelo método titulométrico, conforme metodologia descrita pela A.O.A.C. (2006). Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico $100g^{-1}$.

- **Sólidos Solúveis:** por meio de leitura direta em refratômetro da marca Automatic Refractometer Reichert, expresso em °Brix.

- **Ácido ascórbico:** pelo método titulométrico segundo metodologia descrita pela A.O.A.C (2006).

- **Compostos fenólicos totais:** pelo método espectrofotométrico, onde a absorbância foi quantificada a 725 nm, utilizando reagente de Folin Ciocalteu (Merck), segundo metodologia descrita por Wettasinghe e Shahidi (1999). O teor de fenólicos totais foi determinado por interpolação da absorbância das amostras contra uma curva de calibração construída com ácido gálico e os resultados expressos em mg em equivalente de ácido gálico por 100 gramas de amostra.

- **Determinação de cor:** em colorímetro (Minolta CR-400, Konica Minolta, Sensing Inc), operando em sistema CIELAB ($L^*a^*b^*$).

- **Carotenóides Totais:** segundo metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999) e a quantificação através da expressão matemática descrita por Gross (1987), considerando o coeficiente de absorção de 2500. A absorbância foi quantificada a 450 nm e os resultados expressos em µg de carotenóides totais por grama de amostra, expresso em β-caroteno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização físico-química do suco misto de acerola e ciriguela probiótico *in natura* e atomizado.

De acordo com os resultados obtidos do suco misto probiótico *in natura* (Tabela 3), observa-se que a matéria prima utilizada apresenta boas características para industrialização, sendo portanto, interessante para a obtenção do suco misto probiótico em pó. A contagem inicial de probióticos do suco misto antes da microencapsulação foi de $10,02 \pm 0,40$ log UFC/g. Valores semelhantes foram reportados por Alves et al. (2017) ao avaliar a eficiência do leite de jorro no suco de laranja probiótico, apresentando valores de $9,89 \pm 0,01$ a $10,1 \pm 0,03$ log UFC/g. Barbosa et al. (2016) avaliando a comparação da

secagem por atomização, liofilização e secagem por convecção com ar quente para a produção de um pó de laranja probiótico, apresentou viabilidade celular de $9,4 \pm 0,0$ log UFC/ g antes do processo de microencapsulação.

Tabela 3. Caracterização físico-química do suco misto de acerola e ciriguela probiótico *in natura*

Determinações	Média ± Desvio Padrão
Viabilidade Celular (log UFC/g)	10,02 ± 0,40
Umidade (%)	83,07 ± 2,53
Atividade de água	0,98 ± 0,00
Sólidos Solúveis (°Brix)	10,80 ± 0,17
Cor: L*	56,41 ± 2,54
a*	20,93 ± 0,23
b*	26,42 ± 0,89

Média ± desvio padrão.

De acordo com os resultados (Tabela 3) o suco misto probiótico, apresentou teor de umidade próximos ao reportado por Rocha et al. (2014) 90,02 % ao avaliar o suco de caju integral. A secagem por atomização causou redução no teor de umidade que após o processo de microencapsulação apresentou umidade inferior a 4 % no tempo inicial de armazenamento (Tabela 4), garantindo sua estabilidade e segurança do ponto de vista microbiológico.

Os resultados obtidos da atividade de água do suco misto probiótico antes do processo de microencapsulação indica um produto altamente perecível (Tabela 3) sendo esse valor próximo ao reportado por Dias et al. (2019) aw 0,99 ao avaliar a polpa de cupuaçu. Após o processo de microencapsulação, os valores para aw permaneceram baixos de 0,3 indicando uma estabilidade do produto na forma de pó.

Os sólidos solúveis do suco misto probiótico antes da microencapsulação, apresentou valor de 10,80 °brix (Tabela 3) sendo próximos ao obtido por Brasil et al. (2016) 10,06 °brix em polpa de goiaba. Após o processo de secagem do suco misto probiótico, houve uma leve redução no teor de sólidos solúveis.

Os resultados para as variáveis de coloração (L*, a* e b*) do suco misto probiótico antes da microencapsulação, apresentou para o parâmetro de luminosidade (L*) valor intermediário (56,41), sendo próximo ao apresentado por Diógenes et al. (2015) L* 50,39 em polpa de manga integral, e por Oliveira et al. (2017) L* 55,05 em polpa de manga rosa.

As coordenadas a* e b* apresentaram valores positivos para coloração vermelha (+a*) e coloração amarela (+b*), sendo o valor de a* 20,93 de maior intensidade ao

vermelho em relação aos reportados por Diógenes et al. (2015) a* 10,29 e por Oliveira et al. (2017) a* 11,13. Para a coordenada b* 26,42, os valores reportados por Oliveira et al. (2017) b* 61,90 e por Diógenes et al. (2015) b* 59,23 apresentaram maior intensidade para coloração amarela em polpa de manga rosa, e polpa de manga integral.

Tabela 4. Caracterização físico-química do suco misto de acerola e ciriguela probiótico em pó

Determinações	Tempo 0
Viabilidade Celular (log UFC/g)	7,60 ± 0,12 ^A
Atividade de Água	0,25 ± 0,03 ^A
Umidade (%)	3,14 ± 0,48 ^A
Sólidos Solúveis (°Brix)	8,43 ± 0,05 ^A
pH	3,63 ± 0,02 ^A
Ácido Ascórbico (mg AA/100g massa seca)	4.610,9 ± 14,1 ^A
Acidez Titulável (g ácido cítrico 100 g ⁻¹)	0,48 ± 0,01 ^{AB}
Fenólicos Totais (mg EAG/100g massa seca)	2637,5 ± 12,50 ^{AB}
Carotenoides Totais (µg β-caroteno/g massa seca)	10,66 ± 0,50 ^A
Cor L*	89,51 ± 0,51 ^A
a*	2,29 ± 0,03 ^A
b*	28,82 ± 0,01 ^A

Média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas e as letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan's (p<0,05).

De acordo com os resultados (Tabela 4), a secagem por atomização causou perda na viabilidade probiótica de 3 log UFC/g. Mostrando ser uma técnica viável para proteger células probióticas e relativamente barata. Alves et al. (2017) apresentou perda da viabilidade celular após a secagem para todas as condições testadas (≤ 1 log UFC / g). Alves et al. (2016) estudando o efeito da técnica de secagem e alimentação de taxa de fluxo na sobrevivência bacteriana e propriedades físico-químicas do pó probiótico, apresentou perda na viabilidade probiótica de 4.75 ± 0.04 log UFC/g após o processo de microencapsulação.

A coloração dos frutos é um importante atributo de qualidade, não só por contribuir para uma boa aparência, mas também, por influenciar a preferência do consumidor (MOTTA et al., 2015). O suco misto com probiótico apresentou coloração mais escura em comparação ao pó, que após o processo fermentativo e de secagem por atomização clareou (Figura 4), isso se deve a adição da maltodextrina que contribuiu para diluição do pigmento.

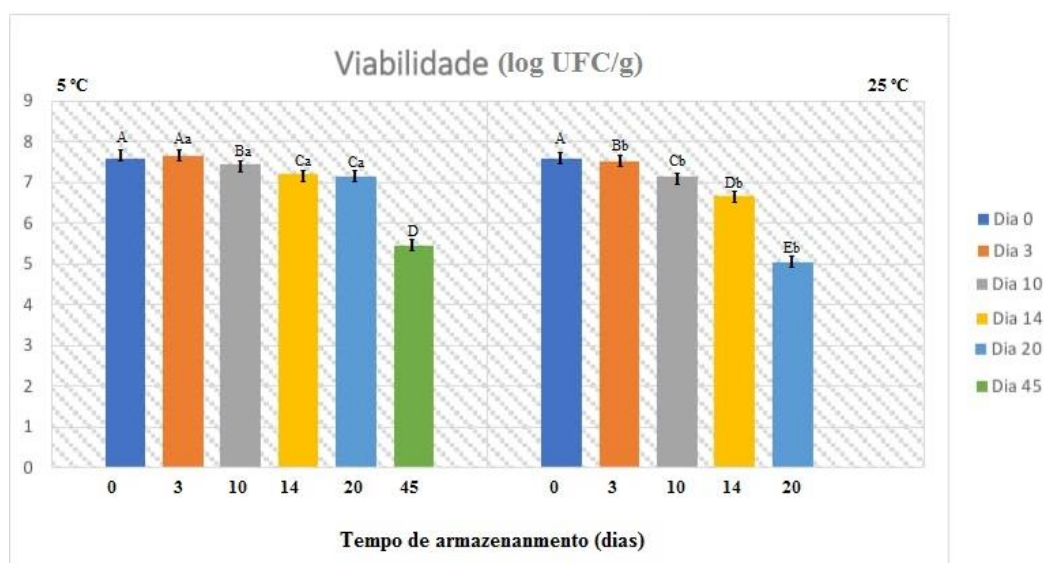
Figura 4. Suco misto de acerola e ciriguela probiótico antes e após a microencapsulação por atomização



Fonte: Próprio autor, 2019.

4.2 Avaliação das características físico-químicas do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado durante o armazenamento a 5 °C e 25 °C em aw 0,1

Figura 5. Viabilidade celular do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.



Média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas e as letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan's ($p < 0,05$).

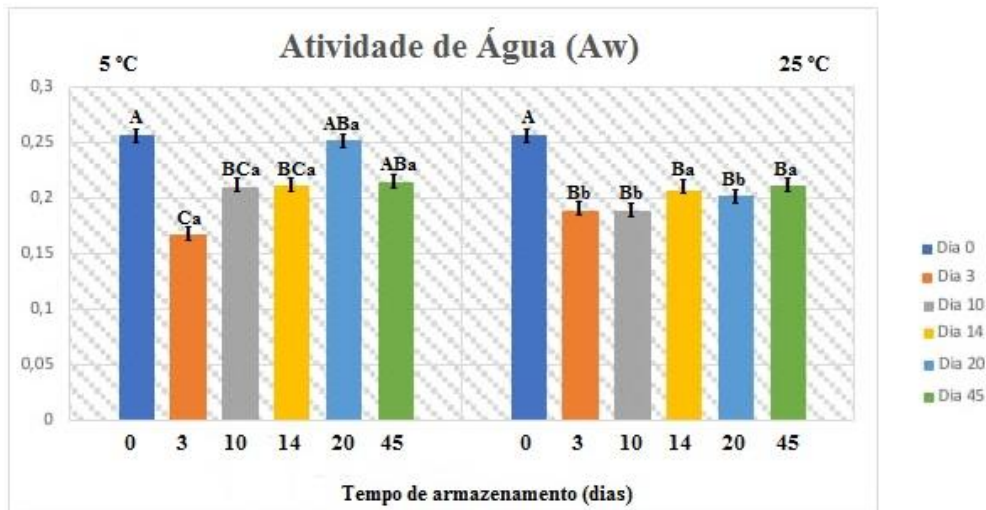
Durante o armazenamento na A_w 0,1, (Figura 5) o parâmetro de viabilidade celular sob refrigeração (5 °C), apresentou diferença significativa ($p < 0,05$), exceto para o tempo inicial, como também para os intervalos 14 e 20 dias. O suco misto probiótico em pó apresentou contagem de células viáveis acima de 6,0 log UFC/g, até 20 dias de armazenamento (5 °C), sendo o nível mínimo suficiente para produzir benefícios nutracêuticos. No entanto foram obtidos resultados satisfatórios ao final do período de 45 dias de armazenamento.

A temperatura é o parâmetro mais relevante no estudo da estabilidade, visto que, apenas os pós armazenados a 5 °C, apresentaram taxas de sobrevivência celular superiores durante todo período de armazenamento. Pereira et al. (2014), obtiveram contagens de células viáveis acima de 6,00 log UFC/g até 21 dias a 4 °C. Chaikham (2015), estudando a estabilidade do encapsulado com e sem extratos vegetais em diferentes condições de embalagem durante o armazenamento refrigerado a 4 °C, obteve valores de 6,5 log UFC/g até 30 dias de armazenamento, estando próximo a taxa de sobrevivência apresentada nesse estudo.

Em temperatura de 25 °C, observa-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) na viabilidade celular do suco misto probiótico em pó, entre os tempos de armazenamento 14 e 20 dias (Figura 5), exceto para o tempo inicial e 03 dias que não houve diferença significativa. O suco misto probiótico em pó apresentou contagem de células viáveis até os 20 dias de armazenamento a 25 °C, apresentando o nível mínimo recomendado para probióticos em produtos alimentares necessários para produzir benefício terapêutico (FAO/WHO, 2002).

Pereira et al. (2014), avaliando a viabilidade do *L. casei* no suco de cajú microencapsulado por atomização, durante 35 dias de armazenamento a 4 °C e 25 °C, com diferentes concentrações de agentes carreadores, obtiveram contagens de células viáveis acima de 6,00 log UFC/g até 7 dias a 25 °C. Dias et al. (2018) avaliando o desenvolvimento e caracterização físico-química de bifidobactérias microencapsuladas em suco de maracujá, obtiveram contagens de células viáveis a 25 °C de 4.27 ± 0.13 log UFC/g, considerado abaixo do recomendado.

Figura 6. Atividade de água do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.



Média \pm desvio padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas e as letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan's ($p < 0,05$).

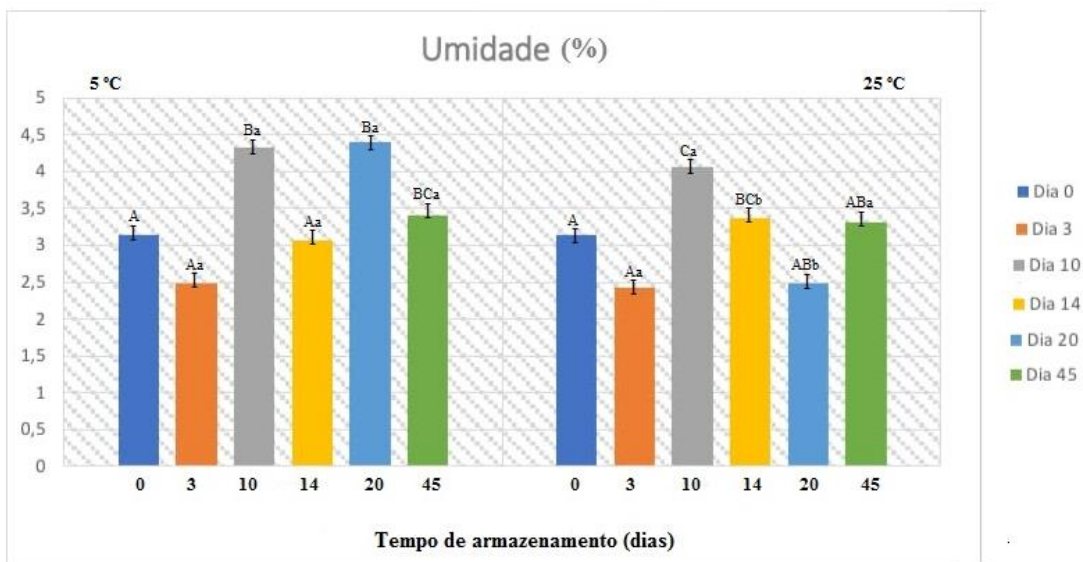
A atividade de água é um dos fatores intrínsecos dos alimentos, seu controle pode ser crítico para garantir a segurança microbiológica, expressa em (Aw) em relação ao seu peso a Aw varia de uma escala de 0 a 1. Desde sua introdução, há mais de 40 anos, o conceito de atividade de água tem sido amplamente usado na preservação de alimentos e tem servido para melhorar os processos e desenvolver novos produtos (SILVA, 2005).

De acordo com os valores obtidos na Aw 0,1 a 5 °C do suco misto probiótico em pó (Figura 6), observa-se que a Aw diferiu significativamente ($p < 0,05$) durante o armazenamento, permanecendo com valores inferiores a 0,3, o que o torna seguro do ponto de vista microbiológico. Pereira et al. (2014) apresentou valores de Aw para o pó refrigerado (4 °C) 0,29 durante 28 dias de armazenamento. Alves et al. (2016) obtiveram valores de Aw em torno de 0,22, sendo próximo aos valores apresentados nesse estudo.

Em temperatura de 25 °C observa-se que o suco misto probiótico em pó na condição de Aw 0,1, não diferiu significativamente ($p \geq 0,05$) entre os tempos 03 a 45 dias, permanecendo com valores de atividade de água inferiores a 0,3. Estando estes valores próximo ao verificado por Pereira (2014) em 14 dias a 25 °C obtendo Aw igual a 0,27, e por Galdino et al. (2016) ao estudarem a estabilidade do figo-da-índia em pó,

apresentando Aw de 0,30 em 10 dias de armazenamento a 25 °C. Sendo este valor considerado seguro para alimentos secos.

Figura 7. Umidade % do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.



Média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas e as letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan's ($p < 0,05$).

A atividade de água e a umidade são parâmetros de grande importância no que diz respeito à estabilidade de alimentos em pó e devem ser mantidos em baixas, para evitar o aparecimento de microrganismos (REIS et al., 2017).

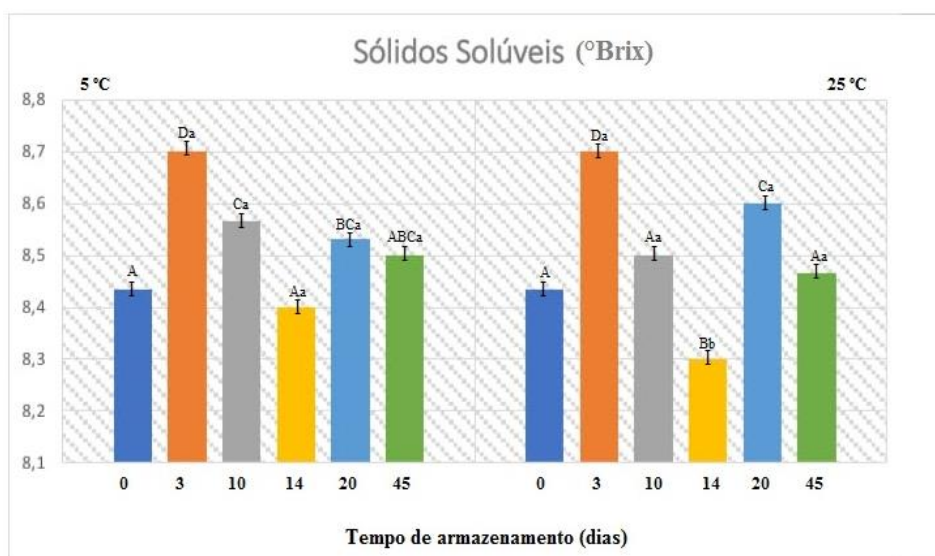
A umidade do suco misto probiótico em pó na Aw 0,1 refrigerado a 5 °C variou de 2,47 a 4,40% (Figura 7), diferindo significativamente ($p < 0,05$) nos tempos de armazenamento 10 e 20 dias. Os valores indicam que houve aumento da umidade dos pós durante o armazenamento, porém são estáveis e seguros do ponto de vista microbiológico, garantindo estabilidade. O aumento da umidade em função do período de armazenamento foi reportado por Rocha et al. (2014) avaliando a obtenção de suco de caju atomizado através do controle das condições de secagem, variando de 1,36 a 3,35%. Dias et al. (2018) reportou valores de umidade de 4,52% após 30 dias de armazenamento sob refrigeração (4 °C).

Na figura 7 visualiza-se que o teor de umidade do suco misto probiótico em pó na condição Aw 0,1 que variou de 2,42 a 4,05% a 25 °C, diferindo significativamente ($p <$

0,05) nos tempos de armazenamento de 10 e 14 dias. Os valores indicam que houve aumento da umidade dos pós durante o armazenamento, porém são estáveis e seguros do ponto de vista microbiológico, garantindo estabilidade.

O aumento da umidade durante o armazenamento foi reportado em estudos de estabilidade de suco de tamarindo atomizado (MUZAFFAR; KUMAR, 2016) e suco de maracujá atomizado (COSTA et al., 2013). Oliveira et al. (2013) ao avaliarem morango atomizado utilizando diferentes agentes carreadores, obtiveram valores próximos de 2,27%. Resultado próximo a esse foram obtidos por Ferrari et al., (2013) ao avaliarem amora atomizada, encontrando teor de umidade de 3,25%.

Figura 8. Sólidos Solúveis (°Brix) do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.



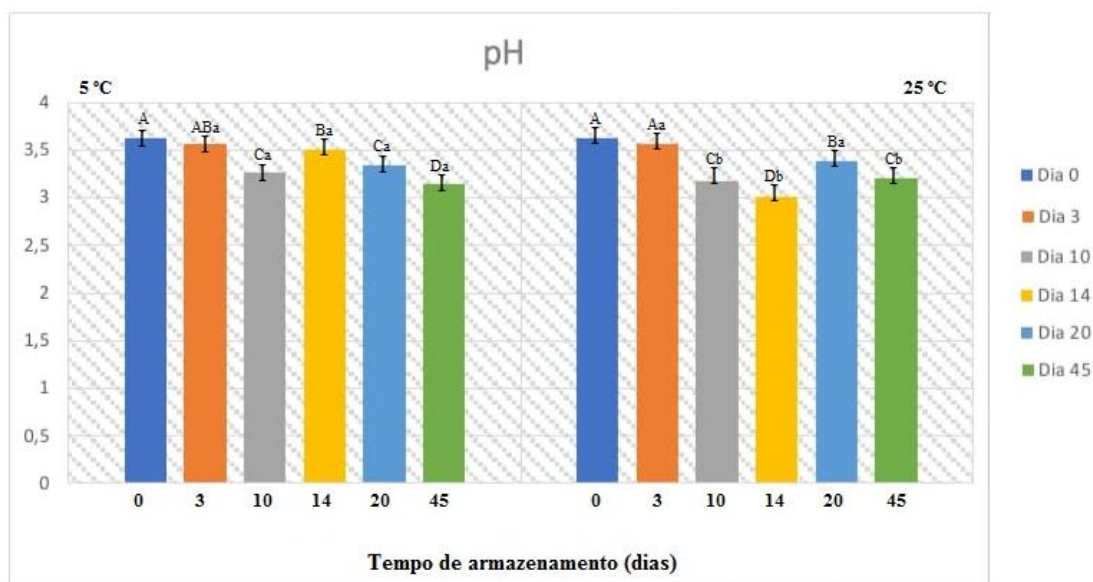
Média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas e as letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan's ($p < 0,05$).

Os sólidos solúveis são indicadores que representam o teor dos açúcares totais em frutos, indicando o grau de maturação, constituídos por compostos solúveis em água e representam substâncias tais como açúcares, ácidos orgânicos e vitamina C e algumas pectinas (OLIVEIRA et al., 1998). De acordo com os resultados, a secagem por atomização causou uma diminuição nos sólidos solúveis. Essa redução pode ser devido ao consumo de parte do substrato por microrganismos (LOUREIRO et al., 2013).

Na figura 8 os teores de sólidos solúveis do pó do suco misto probiótico na Aw 0,1 refrigerado a 5 °C diferiu significativa ($p < 0,05$) durante o armazenamento. Porém, ao comparar com o tempo inicial e após 45 dias de armazenagem, não houveram mudanças significativas ($p > 0,05$), apresentando ao final do período valores de 8,5 °Brix. Maciel et al. (2020) ao avaliar a influência da maltodextrina nas propriedades de escoamento do pó da polpa de cupuaçu, obteve valores de 7,56 °Brix utilizando 5% de maltodextrina.

Em temperatura de 25 °C o suco misto probiótico em pó Aw 0,1 diferiu significativa ($p < 0,05$) entre os intervalos de armazenagem. Porém, ao comparar com o tempo inicial e após 45 dias de armazenagem, os valores não diferiram significativamente ($p > 0,05$), apresentando ao final do período 8,46 °Brix a 25 °C, (Figura 8). Alexandre et al., (2014) encontraram valores semelhantes no armazenamento de pitanga em pó de 8,04 °Brix e Silva Junior (2018) 8,64 °Brix ao avaliar o suco misto de acerola e ciriguela por diferentes métodos de secagem.

Figura 9. pH do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.



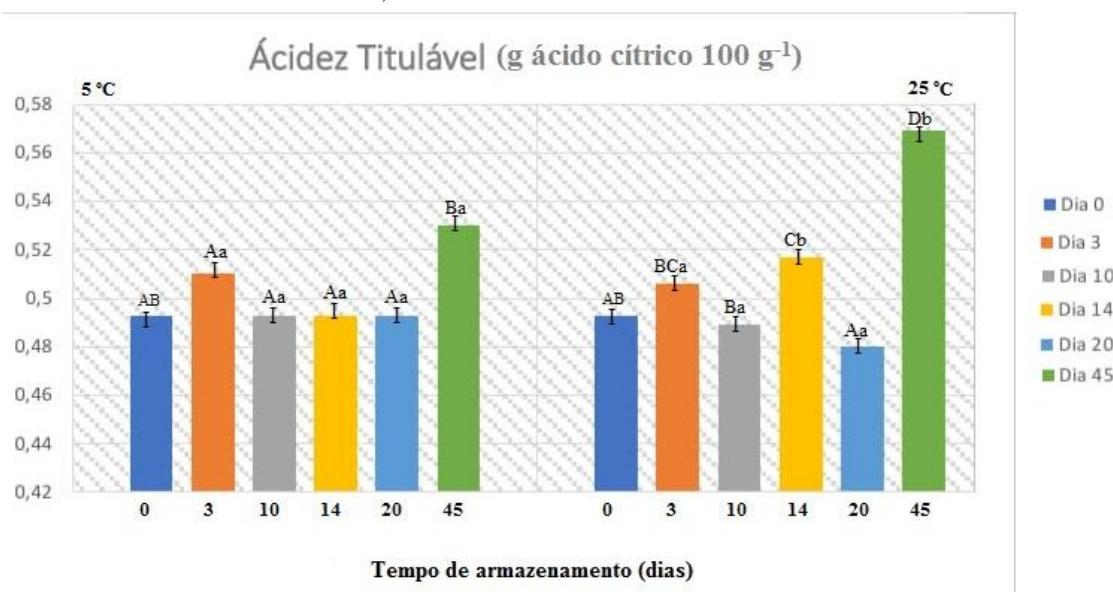
Média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas e as letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan's ($p < 0,05$).

O pH serve como um importante parâmetro que indica o nível de acidez do alimento, variando de 1 a 14 e exerce influência sobre o sabor e a proliferação microbiana no alimento (CECCHI, 2003).

De acordo com os resultados (Figura 9), o pH do suco misto probiótico em pó na Aw 0,1 a 5 °C, diferiu significativamente ($p < 0,05$), exceto para os intervalos de armazenamento de 3 e 20 dias. De forma geral, os pós apresentaram valor de pH acidificado durante o armazenamento. A fermentação causada pelas bactérias lácteas, pode ter contribuído para acidificação do pH, permanecendo abaixo de 4,5, garantido a viabilidade do produto do ponto de vista microbiológico. Pereira et al (2014) em sua pesquisa apresentou de pH 5,0 após 35 dias de armazenamento. Maciel et al. (2020) obtiveram pH 4,21, assegurando a estabilidade do produto.

Em temperatura de 25 °C observa-se o efeito dos valores de pH do suco misto probiótico em pó, com pH médio inicial que diferiu significativamente ($p < 0,05$), exceto para os tempos de armazenamento de 3 e 20 dias. De forma geral, os pós apresentaram valor de pH acidificado. Isto deve-se ao processo fermentativo causado pela presença de bactérias lácteas, estando abaixo de 4,5, assegurando a viabilidade do produto do ponto de vista microbiológico, sendo classificado como um alimento muito ácido (pH abaixo de 3,7) (Baruffaldi & Oliveira 1998). Esses valores foram próximos aos obtidos por Loureto et al., (2013), ao avaliarem buriti microencapsulado por atomização armazenado por 90 dias em polietileno e pacotes laminados, apresentando valores de pH de 3,56, e por Santos et al. (2016) ao avaliarem o armazenamento da polpa de umbu-cajá em pó liofilizada utilizando diferentes concentrações de agente carreadores (3,61).

Figura 10. Ácidez Titulável do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.

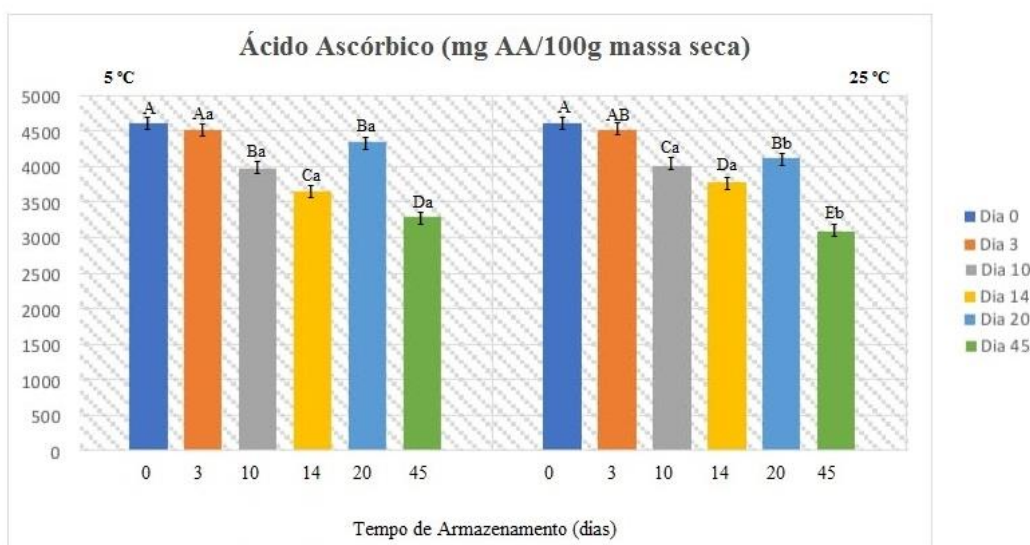


Média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas e as letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan's ($p < 0,05$).

Quanto a estabilidade dos teores de acidez titulável, observa-se que o pó do suco misto probiótico na Aw 0,1 refrigerado (5 °C), não diferiu significativamente ($p \geq 0,05$) com exceção do tempo 45 dias (Figura 10). Os baixos teores de acidez titulável, está relacionado a maior concentração de acerola (60%) no preparo do suco misto, como também da ação fermentativa dos *Lactobacillus* inoculados no suco misto, o que o torna mais ácido, sendo esses teores inferiores aos obtidos por Vilar et al. (2020) $1,21 \pm 1,86$ g ácido cítrico 100 g^{-1} ao avaliar a caracterização físico-química de suco misto em pó pelo método de secagem em camada de espuma, e superiores aos obtidos por Rocha et al. (2014) $00,40 \pm 0,01$ g ácido cítrico 100 g^{-1} .

O comportamento da acidez titulável durante o armazenamento de 45 dias na Aw 0,1 a 25°C, apresentou resultados inferiores a 1%. Valores elevados de acidez identificam frutos mais ácidos, podendo dificultar na ingestão do consumo *in natura*, resultando em uma maior adição de açúcares para seu consumo. Quanto a estabilidade dos teores de acidez titulável, observa-se que a 25 °C diferiu significativamente em todos os intervalos de armazenamento, variando de 0,48 a 0,56 g ácido cítrico/ 100g. Os baixos teores de acidez titulável, deve-se a maior concentração de acerola (60%) no preparo do suco misto, como também da ação fermentativa dos *Lactobacillus* inoculados no suco misto, o que o torna mais ácido, sendo esses teores inferiores aos apresentados por Ferrari et al., (2013) obtendo teor de AT de 0,76 g ácido cítrico /100g e por Loureiro et al. (2013), 0,96 g em ácido cítrico ao avaliar o pó do buriti.

Figura 11. Ácido Ascórbico do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.



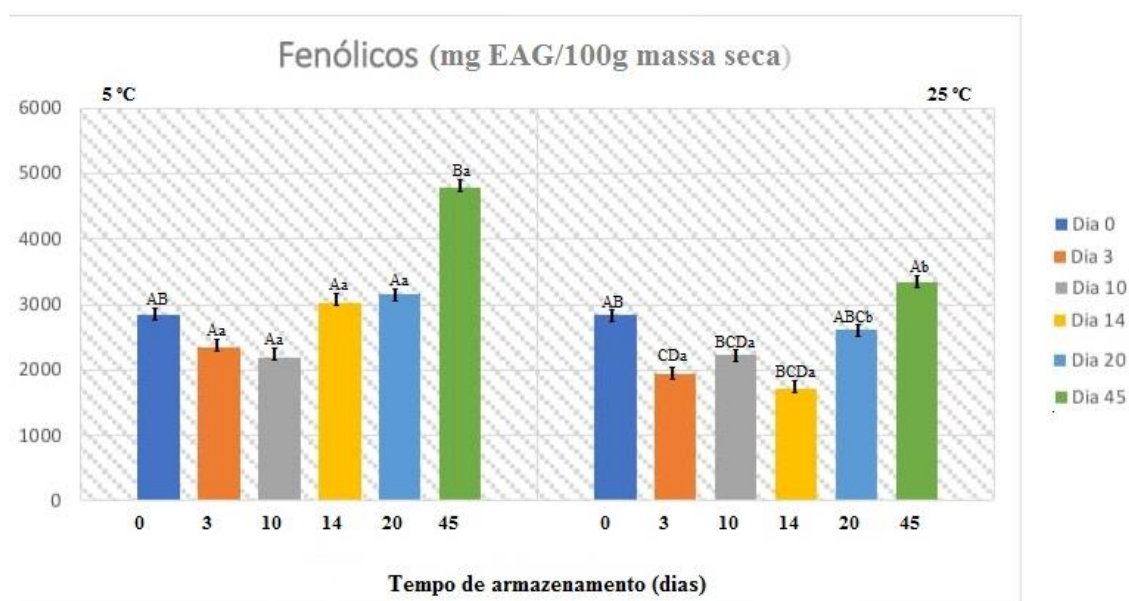
Média \pm desvio padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas e as letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan's ($p < 0,05$).

Segundo Aldrigue et al. (2002) o ácido ascórbico (vitamina C) tem função muito importante como nutriente, além de sua ação fortemente redutora. O teor de ácido ascórbico apresentado no pó do suco misto probiótico foi muito elevado, mesmo após o processamento por atomização (Tabela 4 e 5). Desta forma o teor encontrado no pó do suco misto probiótico representa uma boa fonte de AA.

Durante o armazenamento a estabilidade do ácido ascórbico do suco misto probiótico atomizado na A_w 0,1, foi avaliada em função do tempo e temperatura de 5 °C. O teor de ácido ascórbico do suco misto probiótico em pó refrigerado a 5 °C (Figura 11) diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre os intervalos (03, 10, 14, 20, 45 dias) de armazenamento. Apesar da diminuição dos teores durante o período de estocagem, a secagem por atomização e a refrigeração a 5 °C preservou os teores de ácido ascórbico no produto em pó, apresentando ao final do armazenamento teores elevados $3085,47 \pm 39,16$ mg AA/100g massa seca, sendo esses teores superiores aos reportados por Rocha et al. (2014) $282,67 \pm 3,04$ mg AA/100g massa seca e por Vilar et al. (2020) $20,51 \pm 2,68$ mg AA/100g, isto se deve a maior concentração de acerola (60%) na elaboração do suco misto probiótico em pó.

A estabilidade do ácido ascórbico do suco misto probiótico em pó durante o armazenamento em temperatura de 25 °C na condição de A_w 0,1, diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre os intervalos (03, 10, 14, 20, 45 dias) de armazenamento. Apesar da redução dos teores, a secagem por atomização preservou os teores de ácido ascórbico no produto em pó apresentando ao final do armazenamento teores elevados, sendo superiores aos valores apresentados por Conegero et al. (2017) ao avaliarem mangaba em pó liofilizado, obtendo teor de 55,98 mg/100g, e Oliveira et al. (2015) apresentando teor de ácido ascórbico de 21,09 mg /100g ao avaliarem a polpa em pó de mandacaru.

Figura 12. Fenólicos Totais do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.



Média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas e as letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan's ($p < 0,05$).

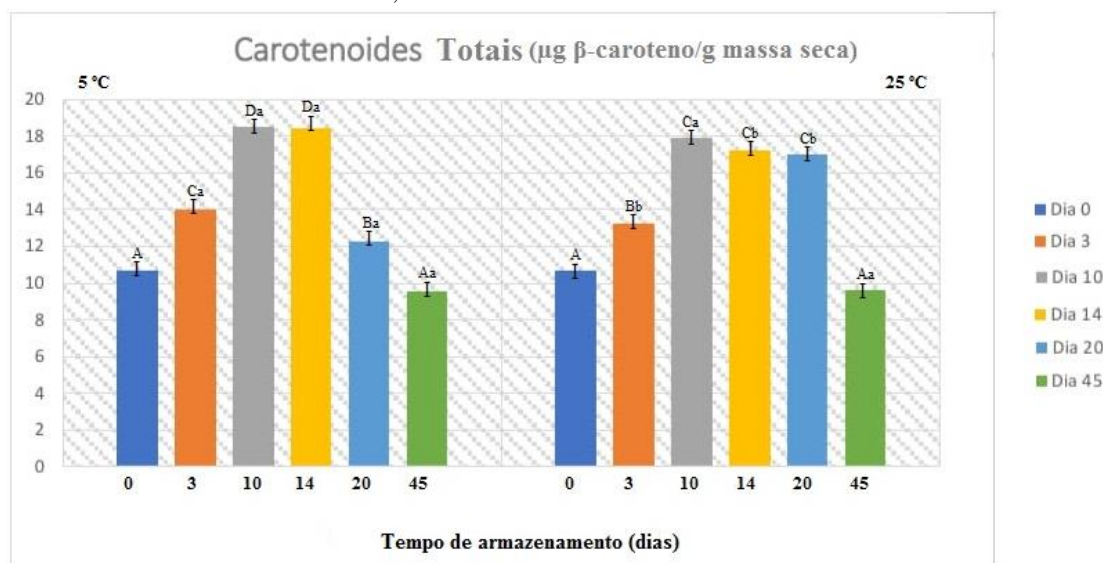
Os valores apresentados para fenólicos totais após o processo de secagem por atomização do suco misto probiótico na aw 0,1 foram satisfatórios (Figura 12). Isto se deve a maior concentração de acerola na mistura do suco (60 %), contribuindo para elevar este resultado. Os compostos fenólicos, por ação das enzimas digestivas e/ou da flora intestinal, podem ser liberados da matriz alimentar e atuarem como antioxidante (MELO et al., 2008).

Os teores de compostos fenólicos do suco misto probiótico em pó na Aw 0,1 armazenado a 5 °C não diferiu significativamente ($p > 0,05$). Porém, observou-se aos 45 dias de armazenamento (Figura 12), que houve aumento expressivo no teor de fenólicos totais em relação aos demais intervalos de mesma temperatura, apresentando ao final do período teores de fenólicos totais de $4775,00 \pm 33,07$ mg/ 100g. Zoric et al. (2017) após o período de 12 dias de estocagem em temperatura de refrigeração (4 °C) reportou teores de compostos fenólicos de $52,01 \pm 0,08$ mg/ 100g. Daza et al. (2016) obteve teores de compostos de fenólicos de $35,3 \pm 2,3$ mg/ 100g, ao longo do armazenamento de 120 dias. Desta forma, a temperatura de refrigeração (5 °C) mostrou-se eficiente na preservação dos compostos fenólicos evitando sua degradação ao longo do período de estocagem.

O comportamento dos compostos fenólicos do suco misto probiótico em pó armazenados a 25 °C, diferiram durante o armazenamento (Figura 12), porém, ao

comparar com o tempo inicial e após 45 dias de armazenamento, não houve diferença significativa ($p > 0,05$), apresentando ao final do período teores de fenólicos totais de 2833,333 mg/ 100g. Este valor, foi superior ao apresentado por Lins et al. (2017) (396,20 mg/ 100g) na caracterização da polpa de ciriguela em pó produzida no leite de jorro.

Figura 13. Carotenóides Totais do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em A_w 0,1 durante 45 dias.



Média \pm desvio padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas e as letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan's ($p < 0,05$).

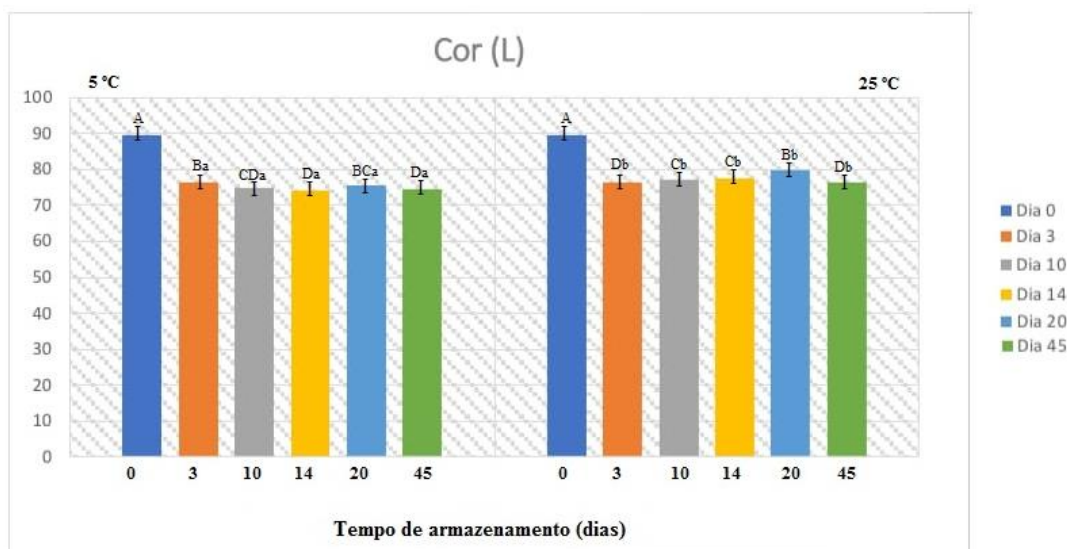
Os valores para carotenóides totais do suco misto probiótico após a secagem por atomização apresentaram-se em torno de 10,66 µg/g (Figura 13). Valor próximo do encontrado por Sousa et al., (2016) que variou de 0,16 a 0,11 µg/g, ao estudarem a estabilidade do suco de caju em pó desidratado em leite de jorro, acondicionado em duas embalagens (laminada e plástica) seladas a vácuo pelo período de 60 dias.

Em relação aos teores de carotenóides totais do suco misto probiótico em pó na A_w 0,1 avaliada em função do tempo e temperatura a 5 °C, observa-se que os teores de carotenóides totais variaram durante o período de estocagem, não diferindo significativamente, apenas entre os tempos de armazenamento 10 e 14 dias, (Figura 13). Apresentando ao final do armazenamento de 45 dias teores de 9,53 \pm 0,75 µg/g. Krumreich et al. (2016) Ao estudarem as análises físico-químicas e estabilidade de compostos bioativos presentes em polpa de uvaia em pó obtidos por métodos de secagem

e adição de maltodextrina e goma arábica, apresentou melhores resultados de carotenoides $33,20 \pm 0,00 \mu\text{g/g}$.

Em relação a temperatura a 25°C a estabilidade dos carotenóides no suco misto probiótico em pó indicam estatisticamente que as condições de armazenamento estudadas afetaram significativamente ($p < 0,05$) o conteúdo de carotenóides totais do suco misto probiótico atomizado. Uma redução significativa ($p < 0,05$) nos teores, pode ser observada após 20 dias de armazenamento. O teor de carotenóides totais do suco misto probiótico em pó armazenado a 25°C não diferiu significativamente entre os tempos de armazenamento (10, 14 e 20 dias).

Figura 14. Cor (L^*) do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5°C e 25°C em $A_w 0,1$ durante 45 dias.

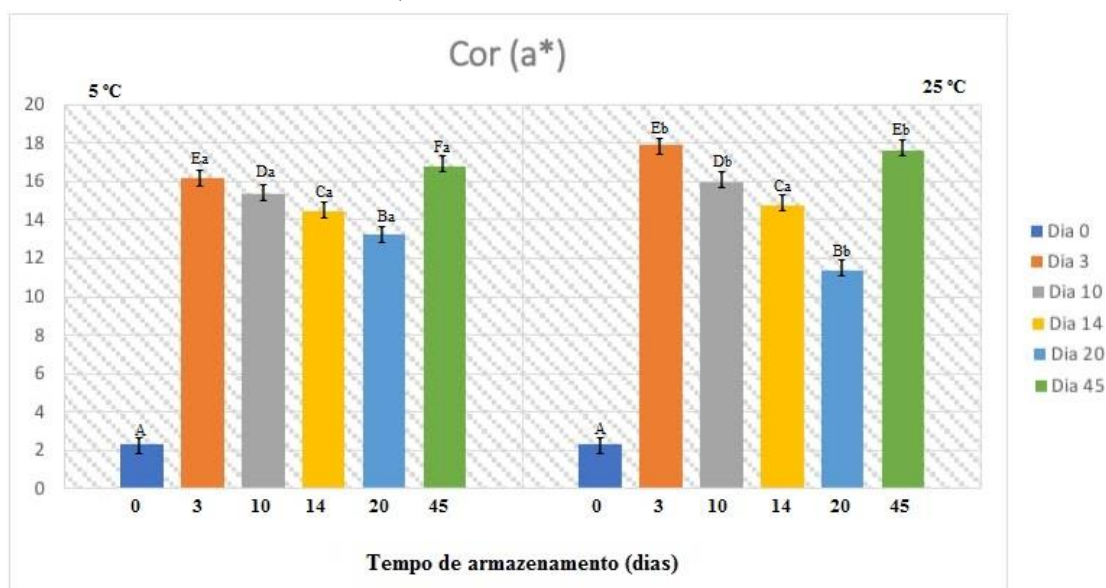


Média \pm desvio padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas e as letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan's ($p < 0,05$).

Quanto a estabilidade das variáveis de coloração (L^* , a^* e b^*) do suco misto probiótico em pó na $A_w 0,1$ refrigerado (5°C) durante o armazenamento de 45 dias, não houve diferença significativa (Figura 14). Para o parâmetro de luminosidade não houve diferença significativa ($p > 0,05$) no tempo 10 dias ao final do período de armazenamento, apresentando valores de $74,29 \pm 0,08$. Ramakrishnan et al. (2018) ao avaliarem o efeito dos materiais de parede na eficiência da secagem por atomização, propriedades do pó e estabilidade de compostos bioativos em tamarillo microencapsulação de suco, apresentou valores próximos de $L^* 67,48 \pm 0,04$ em temperatura de 4°C .

Para o parâmetro de luminosidade do pó mantido a 25 °C (Figura 14) houve variações de L*, durante todo período de armazenamento, porém não apresentou diferença significativa entre os tempos 3 e 45 dias de armazenamento. Comportamento semelhante foi observado por Santos et al. (2016), avaliando umbu cajá liofilizado, o qual, encontraram valores para L* de 78,39.

Figura 15. Cor (a*) do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.



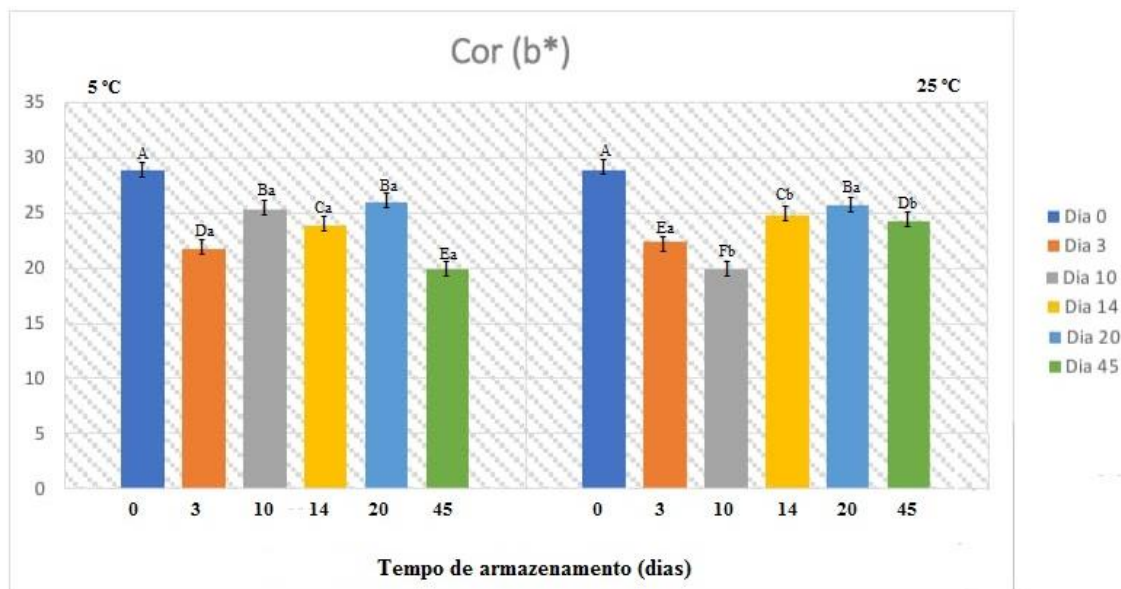
Média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas e as letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan's ($p < 0,05$).

Verificou-se no parâmetro a* diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tempos de armazenamento ao longo do período de 45 dias. O parâmetro a* armazenado na aw 0,1 em refrigeração (5 °C) apresentou valores de $16,77 \pm 0,29$ após 45 dias de estocagem, sendo esses valores próximos ao tempo inicial (Figura 14). Ramakrishnan et al. (2018) reportou em sua pesquisa valores próximos de $a^* 17,43 \pm 0,08$. A temperatura de refrigeração (5 °C) pode ter contribuído na preservação do pigmento (a*), durante o período de armazenamento evitando assim a sua degradação.

Em temperatura ambiente a 25 °C, observa-se que o parâmetro a* não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nos tempos de armazenamento de 3 e 45 dias (Figura 15), apresentando valores de a* de 17,58. Esses valores foram superiores ao apresentado por Oliveira et al. (2015) ao avaliarem a polpa em pó de mandacaru ($a^* 14,89$) e por Santos et al. (2016) ao avaliarem o pó do umbu cajá liofilizado ($a^* 6,81$). A diminuição

de +a* pode estar relacionado com a redução de ácido ascórbico, que possui influências sobre a proteção do pigmento vermelho (GRANALTO et al., 2010).

Figura 16. Cor (b*) do suco misto de acerola e ciriguela probiótico atomizado a 5 °C e 25 °C em Aw 0,1 durante 45 dias.



Média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas e as letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan's ($p < 0,05$).

Quanto ao parâmetro b* do suco misto probiótico em pó, observa-se variações ao longo dos 45 dias de armazenamento (Figura 16). No entanto, entre os tempos de 10 e 20 dias de refrigeração (5 °C), não diferiu significativamente, apresentando valores em torno de 25,00. Dias et al. (2018) após 30 dias de armazenamento em refrigeração (4 °C) apresentou valores para coordenada b* $27,64 \pm 0,23$. Ao final do armazenamento o parâmetro b* apresentou redução da coloração amarela (+b*) isto pode estar relacionado com as reações de oxidação dos carotenoides que ao final do período de armazenamento sofreu redução nos teores em relação ao tempo inicial.

Em temperatura de 25 °C, observa-se variações ao longo dos 45 dias de armazenamento, apresentando valores de b* em torno de 25,00. Observando o comportamento durante o armazenamento a 25 °C, apenas os intervalos de 10 e 45 dias apresentaram valores semelhantes. Esses valores estão próximos aos obtidos por Santos et al. (2016) ao avaliarem o pó do umbu cajá liofilizado (b* 24,00) e Oliveira et al. (2015) ao avaliarem a polpa em pó de mandacaru (b* 33,17). A redução da coloração amarela (+b*) do suco misto durante o armazenamento pode estar relacionado com as reações de

oxidação dos carotenoides (GRANALTO et al.,2010), sendo esse tipo de degradação muito comum em produtos submetidos a um tempo longo de armazenamento (Santos et al., 2016). Outro fator que pode estar relacionado com a redução das coordenadas a^* e b^* é a diluição da cor provocada pela maltodextrina utilizada na secagem do pó

4.3 Considerações sobre as melhores características de armazenamento

A temperatura e A_w são fatores importantes que podem influenciar na estabilidade de um produto alimentício em pó durante o período de armazenamento. A viabilidade celular no suco misto probiótico em pó na A_w 0,1 e temperatura de refrigeração (5 °C) e ambiente (25 °C) não diferiu significativamente entre os intervalos (3 e 10 dias), apresentando contagem de células viáveis ao final do período de armazenamento de 45 dias (5 °C) e aos 20 dias de armazenamento (25 °C).

Em relação a atividade de água (Tabelas 4, 5 e 6), observa-se que o suco misto probiótico em pó armazenados na A_w 0,1 em ambas temperaturas (5 °C e 25 °C) não diferiu significativamente ($p \geq 0,05$) entre os tempos (10, 14 e 45 dias), permanecendo com valores inferiores a 0,3.

A umidade do pó do suco misto probiótico mantidos na A_w 0,1 em ambas temperaturas de armazenamento (5 °C e 25 °C) não diferiu significativamente ($p \geq 0,05$) entre os tempos 03 e 45 dias, apresentando percentuais abaixo de 5%.

Para os sólidos solúveis mantidos na A_w 0,1, não diferiu entre as temperaturas de 5 °C e 25 °C exceto para o tempo 14 dias de armazenamento.

Para o parâmetro de pH do suco misto probiótico em pó mantidos na A_w 0,1, os resultados apontam que diferiu significativamente ($p \leq 0,05$), exceto para os tempos de armazenamento de 3 e 20 dias a 5 °C e 25 °C.

O valor da média para acidez titulável do suco misto probiótico em pó apresentou resultados inferiores a 1%. Entre os tempos 10 e 20 dias não diferiu significativamente ($p \geq 0,05$) para as condições de 5 °C e 25 °C.

O teor encontrado no pó do suco misto probiótico para ácido ascórbico mantidos na A_w 0,1 em ambas temperaturas de armazenamento (5 °C e 25 °C) representam uma boa fonte de AA. A estabilidade do ácido ascórbico durante o armazenamento do suco misto probiótico atomizado, foi avaliada em função do tempo e temperatura de 5 °C e 25 °C. O teor de ácido ascórbico do suco misto probiótico em pó diferiu significativamente

($p \leq 0,05$) entre os intervalos (03, 10, 14, 20, 45 dias) para as duas condições de 5 °C e 25 °C de armazenamento.

Em relação aos teores de compostos fenólicos, o pó do suco misto probiótico mantidos na Aw 0,1 ao longo do período de 45 dias, em ambas temperaturas de 5 °C e 25 °C de armazenamento, diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) entre os intervalos de 20 e 45 dias.

Ao final do armazenamento de 45 dias, os teores de carotenóides totais do suco misto probiótico em pó mantidos na Aw 0,1 armazenado nas temperaturas (5 °C e 25 °C) não diferiu significativamente ($p \geq 0,05$).

Quanto ao parâmetro cor os resultados para as variáveis (L^* , a^* e b^*) do suco misto de acerola e ciriguela probiótico em pó mantidos na Aw 0,1 diferiu significativamente ($p \geq 0,05$) em ambas temperaturas de armazenamento ao longo do período de 45 dias. Para o parâmetro de luminosidade entre as temperaturas de armazenamento, observou-se que entre os tempos de 10 e 14 dias, os valores apresentados foram semelhantes. Analisando o comportamento do parâmetro a^* , durante o armazenamento de 45 dias de ambas temperaturas (5 °C e 25 °C), apenas o intervalo 14 dias apresentaram valores semelhantes para coordenada a^* , os demais intervalos (3, 10, 20 e 45 dias) diferiram significativamente.

Quanto ao parâmetro b^* do suco misto probiótico em pó, observando o comportamento entre as temperaturas de armazenamento (5 °C e 25 °C), apenas os intervalos de 03 e 20 dias apresentaram valores semelhantes.

Apesar do suco misto probiótico em pó refrigerado a 5 °C permanecer com viabilidade celular ao final dos 45 dias, o pó do suco misto probiótico em temperatura ambiente 25 °C, permaneceu altamente nutritivo com teores elevados de compostos bioativos ao final do período de 45 dias, sendo uma opção viável de estocagem, mais econômica e que dispensa gastos com a utilização de freezer no seu armazenamento.

5. CONCLUSÃO

Mediante os resultados obtidos, observa-se que o suco misto probiótico em pó diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre os tempos de armazenamento e temperatura de todos os parâmetros avaliados. Porém os pós apresentaram características físico-químicas e teor de compostos bioativos favoráveis para comercialização e altas propriedades bioativas, com potencial uso como ingrediente. Os pós mostraram contagem de células

viáveis acima de 6,0 log UFC/g até 20 dias a 5 °C e 14 dias a 25 °C. Os resultados, evidenciam que é possível manter viabilidade de bactérias probióticas no suco misto microencapsulado por atomização, podendo formular novo produto sem limitações dos produtos lácteos com diversas aplicações para a indústria de alimentos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKONOR, T.P. Optimization of a fruit juice cocktail containing soursop, pineapple, orange and mango using mixture design. **Scientific African**. v. 8, e00368, 2020.

ALDRIGUE, M. L.; MADRUGA, M. S.; FIOREZE, R.; LIMA, A. W. O.; SOUSA, C. P. **Aspecto da ciência e tecnologia de alimentos**. Ed. UFPB, João Pessoa, v.1, 198p 2002.

ALVES, N.N.; SANCHO, S.D.O.; SILVA, A.R.R.D.; DESOBRY, S.; COSTA, J. M.C.D.; RODRIGUES, S. Spouted bed as an efficient processing for probiotic orange juice drying. **Food Research International**. v.101, p- 54–60. 2017.

ALVES, N.N.; MESSAOUD, G.B.; DESOBRY, S.; COSTA, J.M.; RODRIGUES, S. Effect of drying technique and feed flow rate on bacterial survival and physicochemical properties of a non-dairy fermented probiotic juice powder. **Journal of Food Engineering**, v. 189, p.45-54, 2016.

ANTUNES, A.; LISERRE, A.; COELHO, A.; MENEZES, C.; MORENO, I.; YOTSUYANAGI, K.; AZAMBUJA, N. Acerola nectar with added microencapsulated probiotic. **LWT - Food Science and Technology**, v. 54, n. 1, p. 125-131. 2013.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. GUIA PARA DETERMINAÇÃO DE PRAZOS DE VALIDADE DE ALIMENTOS. 2018. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/5056443/Guia+16_2018+Prazo+de.pdf/40032daea4842ffba8ca9f6fc7af7af#:~:text=O%20prazo%20de%20validade%20come%203%20A7a,datas%20fiadas%20na%20RDC%20n.> Acessado em: 07/06/2020

AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 17.ed. Washington: AOAC, 1115p, 2002.

BARBOSA, J.; BORGES, S.; AMORIM, M.; PEREIRA, M.J.; OLIVEIRA, A.; PINTADO, M.e.; TEIXEIRA, P. Comparison of spray drying, freeze drying and convective hot air drying for the production of a probiotic orange powder. **Journal Of Functional Foods**, [S.L.], v. 17, p. 340-351, ago. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.001>.

BARBOSA J., BORGES S. and TEIXEIRA P. Effect of Different Conditions of Growth and Storage on the Cell Counts of Two Lactic Acid Bacteria after Spray Drying in Orange Juice. **Beverages (Portugal)**, 2016.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Fatores que condicionam a estabilidade de alimentos. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, v. 3, cap. 2, p. 13-25, 1998.

BAKR, S.A. The potential applications of probiotics on dairy and non-dairy foods focusing on viability during storage. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, vol. 4, p. 423-431, 2015.

BELWAL, T.; DEVKOTA, H.P.; HASSAN, H.A.; AHLUWALIA, S.; RAMADAN, M. F.; MOCAN, A.; ATANASOV, A. G. Phytopharmacology of Acerola (Malpighia spp.) and its potential as functional food. **Trends In Food Science & Technology**, [s.l.], v. 74, p.99-106, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2018.01.014>.

BERBEL, C. Z.; FERREIRA, K.F.R.; SAMPAIO, L.R.S.G.; CARREIRA, C.M.; LONNI, A.A.S.G. Probióticos o tratamento da dermatite atópica e acne. **Visão Acadêmica**, v. 17, n. 2, p. 94- 115, 2016

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de Políticas de Saúde. **Alimentos Regionais Brasileiros**. Brasília: Ministério da Saúde, p. 140, 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA RDC Nº 241, DE 26 DE JULHO DE 2018.

BRASIL. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 03 nov. 1999. Disponível em: < <http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=109>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 2.314, de 04 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm>. Acessado em: 10/07/2020.

BRASIL, A. S.; SIGARINI, K. S.; PARDINHO, F. C.; FARIA, R. A. P. G. de.; SIQUEIR, N. F. M. P. Avaliação da qualidade físico-química de polpas de fruta congeladas comercializadas na cidade de Cuiabá-MT. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.38, n. 1. 167-175, 2016

BRITO, H. R. Caracterização química de óleos essenciais de *Spondias mombin* L., *Spondias purpurea* L. e *Spondias* sp (cajarana do sertão). 2010, 68p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, UFSG, Patos, 2010

CANNON RJ, HO C.-T. Volatile sulfur compounds in tropical fruits. **Journal of Food and Drug Analysis**. v. 26. p. 445-468, 2018.

CECCHI, H. M. Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos. 2. ed. Campinas: **Ed. da Unicamp**, p.2008, 2003.

CONEGERO, J; RIBEIRO, C. L.; COSTA, C. M. J.; MONTEIRO, G. R. A. Stability of mangaba pulp powder obtained by freeze drying. **Revista brasileira de engenharia. Agrícola e ambiental**. vol.21 no.9 Campina Grande. 2017.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos. **Rubio**, 2. ed. Rio de Janeiro. 2016.

CHAIKHAM, P. Stability of probiotics encapsulated with Thai herbal extracts in fruit juices and yoghurt during refrigerated storage. **Food Bioscience** 12 61.66 .2015.

DAZA, L. D.; FUJITA, A.; FÁVARO-TRINDADE, C.S.; RODRIGUES-RACI, J. N.; GRANATO, D.; GENOVESE, M. I. Effect of spray drying conditions on the physical properties of Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) fruit extracts. **Food and Bioprocess Technology**, v. 97, p. 20-29, 2016.

DIAS, M. I.; FERREIRA, I.; BARREIRO, M.F. Microencapsulation of bioactives for food applications. **Food & Function**, v. 6, n. 4, p. 1035-1052, 2015.

DIAS, C.O.; ALMEIDA, J.S.O de.; PINTO, S.S.; SANTANA, F.C.O.; VERRUCK, S.; MÜLLER, C.M.O.; PRUDÊNCIO, E.S.; AMBONI, R.D.M.C. Development and physico-chemical characterization of microencapsulated bifidobacteria in passion fruit juice: a functional non-dairy product for probiotic delivery. **Food Bioscience**, [S.L.], v. 24, p. 26-36, ago. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2018.05.006>.

DIAS, J. D. M.; ABREU, V. K. G.; PEREIRA, A. L. F.; LEMOS, T. O.; SANTOS, L. H. dos.; SILVA, V. K. L. da.; MOTA, A. S. B. Desenvolvimento e avaliação das características físico-químicas e da aceitação sensorial de doce em massa de cupuaçu. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 36, n. 1, 2019.

DIÓGENES, A.M.G.; FIGUERÊDO, R.M.F.; SOUZA, A.B.B.de. Análise comparativa de polpas de manga ‘Haden’ integral e formulada. **Revista AGROTEC** – v. 36, n. 1, p. 30-34, 2015

ENGEL, B.; BACCAR, N.M.; MARQUARDT, L.; ROHLFES, A.L.B. Emprego de Spray Dryer na indústria de alimentos: Uma breve revisão. **Revista Jovens Pesquisadores, Santa Cruz do Sul**, v.7, n. 2, p. 02-11. 2017.

ENGELS, C.; GRATER, D.; ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V.M.; GANZLE, M.G.; SCHIEBER, A. Characterization of phenolic compounds in jocote (*Spondias purpurea* L.) peels by ultra high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. **Food Research International**, v. 46, n. 2, p. 557- 562, 2012.

EZHILARASI, P.N.; KARTHIK, P.; CHHANWAL, N.; ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Nanoencapsulation Techniques for Food Bioactive Components: A Review. **Food Bioprocess Technol**, v.6, p- 628–647. 2013.

FAO. **Food and Agriculture Organization**. Probióticos en los alimentos Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación, 2001. Disponível: <http://www.fao.org/3/a-a0512s.pdf>. Acesso em: 20 de jan 2020.

FAO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. FAOSTAT. Divisão de estatística. Acesso em: 19 ago. 2020.

FARAONI, A. S.; RAMOS, A. M.; GUEDES, D. B.; OLIVEIRA, A. D. N.; LIMA, T. H. S. F. D.; SOUSA, P. H. M. D. Development of a mixed juice of mango, guava and acerola using mixture design. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 911-917, 2012.

FARAG, M.A.; ABDELWARETH, AMR.; SALLAM I.E.; M.; SHORBAGI, M.El.; JEHLICH, N.; FRITZ-WALLACE K.; SCHAPE, S.S.; ROLE-KAMPCZYK, U.; EHRLICH, A.; WESSJOHANN, L.A.; BERGEN, M.V. Metabolomics reveals impact of seven functional foods on metabolic pathways in a gut microbiota model **Journal of Advanced Research**. v.23, pp. 47-59. 2020.

FERRARI, C.C., RIBEIRO, C. P., AND AGUIRRE, J. M., Spray drying of blackberry pulp using maltodextrin as carrier agent. **Brazilian Journal of Food Technology**, pp. 157-165. 2012.

FILHO, W.B.N; FRANCO, C.R. Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015.

FIORDA, F.A.; SIQUEIRA, M.I.D. DE. Avaliação do Ph e atividade de água em Produtos Cárneos, **Estudos**. Goiânia, v. 36, n. 5/6, p. 817-826. 2009

FREIRE, E. C. B. S.; SILVA, F. V. G.; SANTOS, A. F.; MEDEIROS, I. F. Avaliação da qualidade de ciriguela (*Spondias purpúrea* L.) em diferentes estádios de maturação, **Revista Verde**, v. 6, p.27-40, 2011.

GALDINO, P. O.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; GALDINO, P. O.; FERNANDES, T. K. S. Stability of cactus-pear powder during storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.2, p.169-173, 2016.
doi.org/10.1590/1807-1929.

GONÇALVES, A.; ESTEVINHO, B.N.; ROCHA, F. Microencapsulation of vitamin A: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 51, p. 76-87, 2016.

GRANATO, D.; MASSON, ML; FREITAS, estudos de estabilidade e prazo estimativa de vida de uma sobremesa à base de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.797-807, 2010.

GUERIN J, PETIT J, BURGAIN J, BORGES F, BHANDARI B, PERROUD C, DESOBRY S, SCHER J, GAIANI C. Lactobacillus rhamnosus GG encapsulation by spray-drying: Milk proteins clotting control to produce innovative matrices. *FEBS Letters*. 2017;93:10-19.

HEENEY, D.D.; GAREAU, M.G.; MARCO, M.L. Intestinal Lactobacillus in health and disease, a driver or just along for the ride. **Current opinion in biotechnology**, v. 49, p. 140-147, 2018.

HUANG, S.; VIGNOLLES, M.; CHEN, X. D.; LOIR, Y. L.; JAN, G.; SCHUCK, P.; JEANTET, R. Spray drying of probiotics and other food-grade bacteria: A review. *Trends in Food Science and Technology*, v.63, p.1-17, 2017.

JAESCHKE, D.P.; MARCZAK, L.D.F.; MERCALI, G.D, LINS, A.D. Evaluation of non-thermal effects of electricity on ascorbic acid and carotenoid degradation in acerola pulp during ohmic heating. **Food Chemistry**. vol. 199, p. 128-134, 2016.

JAFARI, S.M.; GHALENOEI, M.G.; DEHNAD, D. Influence of spray drying on water solubility index, apparent density, and anthocyanin content of pomegranate juice powder. **Powder Technology**. vol. 311, p. 59-65. 2017.

JESUS, S.J.A. DE. Análise Bromatológica da Atividade de Água do Abacaxi: um Relato de Experiência. **UNICIÊNCIAS**, v. 23, n. 1, p. 48-51, 2019.

KALITA, D., SAIKIA, S., GAUTAM, G., MUKHOPADHYAY, R., MAHANTA, C. L. Characteristics of synbiotic spray dried powder of litchi juice with *Lactobacillus plantarum* and different carrier materials. *Food Science and Technology*, v.87, p.351-360, 2018.

KERRY, R. G.; PATRA, J. K.; GOUDA, S.; PARK, Y.; SHIN, H-S.; DAS, G. benefaction of probiotics for human health: a review. **Journal of food and drug analysis**, v. 26, p- 927- 939. 2018.

KINGWATEE, N.; APICHARTSRANGKON, A.; CHAIKHAM, P.; WORAMETRACHANON, S.; TECHARUNG, J.; PANKASEMSUK, T. Spray drying *Lactobacillus casei* 01 in lychee juice varied carrier materials. *Food Science and Technology*, v.62, p.847-853, 2015.

KHA, T. C.; NGUYEN, M. H.; ROCHA, P. D. Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the gac (*Mormodica cochinchinesis*) fruit aril powder. **Journal of Food Engineering**, v.98, p.385-392, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.016>

KRUMREICH, F.; D'AVILA, R. F.; FREDI, S. A.; CHIM, J. F.; CHAVES, F. C. Análises físico-químicas e estabilidade de compostos bioativos presentes em polpa de uvaia em pó obtidos por métodos de secagem e adição de maltodextrina e goma arábica. **Revista Thema**, v.13(2), p 4-17. 2016.

LINS, F.D.A; ROCHA,T,P,A; GOMES,P,J; FEITOSA,M,R; ARAÚJO,T,G; SANTOS,C,D,D. Adsorption isotherms of the red mombin powder produced in spouted bed dryer. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. vol.21 no.8 Campina Grande. 2017.

LIRA JUNIOR, J.S.; BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; MOURA, R.J.M. Produção e características físico-químicas de clones de ciriguela na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 43- 48, 2010.

LISBOA, H.M.; PATRICIO, M.; PASQUALI, M.A. Production and Characterization of Juice From Pineapple Powder. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.19, n.1, p.101-108, 2017.

LOUREIRO, N.D.M.; FIGUEIREDO, D.F.M.R.; QUEIROZ, M.D.J.A.; OLIVEIRA, D.A.N. Storage Buriti Powder: Effect of Packaging on the Characteristics Physical and Chemical. **Bioscience Journal**. Vol.29.No5. 2013.

MACIEL, R.M.G.; LIMA, S.B.; COSTA, J.M.C.; AFONSO, M.R.A. Influência da maltodextrina nas propriedades de escoamento do pó da polpa de cupuaçu. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 5829-5839, 2020.

MACHADO DE SOUSA, P. H., MOTA RAMOS, A., ARRAES MAIA, G., SOUSA DE BRITO, E., DOS SANTOS GARRUTI, D., & VASCONCELOS DA FONSECA, A. V. Adição de extratos de Ginkgo biloba e Panax ginseng em néctares mistos de frutas tropicais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 2, 2010.

MACHADO, W.R.B; SANTOS, P.V.S. Mensuração da capacidade do processo de beneficiamento de uva de mesa em um packing house: estudo de caso em uma empresa no Vale do São Francisco. **NAVUS - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 10, p. 01-15, 2020.

MARTINS DA SILVA, H., PERFEITO, D., DA SILVA, A., PEIXOTO, N. Caracterização e estudo da estabilidade física de suco misto adoçado de mangaba e cagaita. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 81-87, 2017.

MELO, E. A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; ARAÚJO, C.R. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alim. Nutr.** v. 19, n. 1, p. 67-72, 2008.

MOTTA, J. D. et al. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae, Bom Jesus**, v. 6, n. 1, p. 74-82, 2015.

MOURA, C. F. H. et al. Acerola— *Malpighia emarginata*. *Exotic Fruits*, Fortaleza, p.7-14, 2018. **Elsevier**. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-803138-4.00003-4>.

MORAES, F.P.; COLLA, L.M. Alimentos funcionais e nutraceuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia** . v 3: p-109-122. 2006.

MORENO, T.; DE PAZ, E.; NAVARRO, I.; RODRÍGUEZ-ROJO, S.; MATÍAS, A.; DUARTE, C.; SANZ-BUENHOMBRE, M.; COCERO, M. J. Spray Drying Formulation of Polyphenols-Rich Grape Marc Extract: Evaluation of Operating Conditions and Different Natural Carriers. **Food and Bioprocess Technology**, v. 9, p. 2046–2058, 2016.

NERIS, T. S.; LOSS, R. A.; GUEDES, S. F. Caracterização físico-química da seriguela (*Spondias purpurea* L.) colheitadas no município de Barra do Bugres/MT em diferentes estágios de maturação. **Natural Resources**, v.7, n.1, p.9-18, 2017

NOGUEIRA, J. C. R.; GONÇALVES, M. da C. R. PROBIÓTICOS - REVISÃO DA LITERATURA. **Revista Brasileira De Ciências Da Saúde**, V.15(4), p- 487-492. 2011

OLIVEIRA, M. E. B. de; OLIVEIRA, D. de; FEITOSA, T.; BASTOS, M. do S. R.; FREITAS, M. L. de. Avaliação química da qualidade de polpas de frutas congeladas, fabricadas e comercializadas nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte. **Boletim do CEPPA, Curitiba**, v. 16, n. 1, p. 13-21, jan./jul. 1998.

OLIVEIRA, A.C.; MORETTI, T. S.; BOSCHINI, C.; BALIERO, J. C. C.; FREITAS, L. A. P.; FREITAS, O. Microencapsulation of *B. lactis* (BI 01) and *L. acidophilus* (LAC 4)

by complex coacervation followed by spouted-bed drying. **Drying Technology**, v.25, n.10, p.1687- 1693, 2007. Disponível em:. Acesso em: 27 jan. 2019. doi: 10.1080/07373930701590939.

OLIVEIRA, A.S.; FIGUEIREDO, R.M.F de; QUEIROZ, A.J de M.; Brito, J.G. Estabilidade da polpa fazer Mandacaru em Pó Durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, p.147-153, 2015.

OLIVEIRA, M.N.; FIGUEIRÊDO, R.M.F. de.; QUEIROZ, A.J.M.; DIÓGENES, A.M.G.; SOUZA, A.B.B.de.; VASCONCELOS, U.A.A. Caracterização físico-química de polpas de mangas ‘Rosas’ liofilizadas. **Revista Verde**, v.12, n.5, p.902-906, 2017.

PAIM, D. R. S. F.; COSTA, S. D. O.; WALTER, E. H. M.; TONON, R. V. Microencapsulation of probiotic jussara (*Euterpe edulis* M.) juice by spray drying. **LWT - Food Science and Technology**, v. 74, p. 21-25, 2016.

PEREIRA, A.L.F.; ALMEIDA, F.D.L.; LIMA, M.A.; COSTA, J.M.C.C.; RODRIGUES.S. Elaboração e secagem em spray dryer de bebida probiótica formulada a partir da fermentação do suco de caju. **Food Bioprocesses Technol**: 24922499DOI:10,1007 / s11947-013-1236-Z. (2014)

PEREIRA, A. L. F.; MACIEL, T. C.; RODRIGUES, S. Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*. *Food Research International*, v.44, p.1276-1283, 2011.

RAJAM, R.; KUMAR, S.B.; PRABHASANKAR, P.; ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Microencapsulation of *Lactobacillus plantarum* MTCC 5422 in fructooligosaccharide and whey protein wall systems and its impact on noodle quality. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 7, p. 4029-4041, 2015.

RAMAKRISHNAN, Y.; ADZAHAN, N.M.; YUSOF, Y.A.; MUHAMMAD, K. Effect of wall materials on the spray drying efficiency, powder properties and stability of bioactive compounds in tamarillo juice microencapsulation. **Powder Technology**, [S.L.], v. 328, p. 406-414, 2018.

REIS, D. S., NETO, A. F., FERRAZ, A. V.; FREITAS, S. T. Production and storage stability of acerola flour dehydrated at different temperatures. **Brazilian Journal of Food Technology**, vol.20, 2017.

ROCHA, A.; GOMES, J.P.; FEITOSA, R.M.; ARAUJO, G.T.; SANTOS, D.D.C. Adsorption isotherms of the red mombin powder produced in spouted bed dryer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 8, p. 562-567. 2017

SANTANA, K. I.; PASSOS, F. R.; CARVALHO, A. M. X.; MENDES, F. Q. Suco misto de laranja e cenoura em diferentes concentrações. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v.4, n.3, p.1-7, 2018.

SANTOS, OS.; ALMEIDA, EB.; LACERDA, LG.; GOMES, LC. Potencial bioterapêutico dos probióticos. **Revista Cereus**. Vol. 12. N.1. 2019.

SANTOS, A.M. dos.; CUNHA, H.F.R.; SEGADILHA, N.L.A.L. Use of probiotic in the prevention of antibiotic-associated diarrhea in hospitalized patients: a nonsystematic review. **BRASPEN J**; 34 (1): 100-8. 2019

SANTOS DC.; ROCHA, A.P.T.; GOMES, J.P.; OLIVEIRA, E.N.A.; ALBUQUERQUE, E.M.B.; ARAUJO, G.T. Storage of ‘umbu-cajá’ pulp powder produced by lyophilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v 20, nº (12): p. 1118-1123, 2016. doi: 10.1590/1807-1929.

SANTHALAKSHMY, S.; BOSCO, S. J. D.; FRANCIS, S., SIBEENA, M. Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. **Powder Technology**. v. 274, p. 37–43, 2015.

SEBRAE NACIONAL, O cultivo e o mercado da acerola (2020). Disponível em <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-da-acerola,db7b9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 06 de mai. de 2020.

SHISHIR, M. R. I., CHEN, W. Trends of spray drying: a critical review on drying of fruit and vegetable juices. **Trends in Food Science & Technology**, v. 65, p. 49-67, 2017.

SHINOHARA, N. K. S.; CONCEIÇÃO, J.M.DA.; PADILHA, M. DO. R. DE. F.; OLIVEIRA, F. H. P. C. DE.; MATSUMOTO, M. Maria Celene de Almeda: a mãe da Acerola (Malpighia Glabra L.) no Brasil. **Revista Eletrônica Diálogos Acadêmicos** - v. 09, nº 2, p. 49-63. 2015.

SILVA, L.R.I.; PEREIRA, T.S.; SILVA, V.M.A.; SILVA, G.M.; LUIZ, M.R.; SANTOS, N.C.; ALMEIDA, R.L.J.; RIBEIRO, V.H.A.; MUNIZ, C.E.S.; EDUARDO, R.S.; SILVA, R.A. Propriedades termofísicas da polpa de seriguela em diferentes estádios de maturação. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 01-15. 2020

SILVA, Q.J.; FIGUEIREDO, J.F.; LIMA, V.L.A.G. Características físicas e químicas de cirigueiras cultivadas na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Revista Ceres**, v. 63, n. 3, p. 285-290, 2016.

SILVA, L.M.R.; LIMA, A.S.; MAIA, G.A.; FIGUEIREDO, R.W.; SOUSA, P.H.M.; LIMA, J.S.S. desenvolvimento de néctares mistos à base de manga e cajá enriquecidos com frutooligossacarídeos ou inulina. **Alimento e Nutrição, Araraquara**, v. 22, n. 1, p. 149-154, 2011.

SILVA, PT; FRIES, LLM; MENEZES, CR; SILVA, CB; SORIANI, HH; BASTOS, JO; MOTTA, MH; RIBEIRO, RF; Microencapsulação de probióticos por spray drying: avaliação da sobrevivência sob condições gastrointestinais simuladas e da viabilidade sob diferentes temperaturas de armazenamento. **Ciência Rural**. 2015;45(7):1342-1347.

SILVA, Q.J.; FIGUEIREDO, J.F.; LIMA, V.L.A.G. Características físicas e químicas de cirigueiras cultivadas na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Revista Ceres**, vol. 63, n. 3, p. 285-290, 2016.

SILVA, A.C.C.; SILVA, N.A.da.; PEREIRA, M.C.S.; VASSIMON, H.S. Alimentos contendo ingredientes funcionais em sua formulação: **Revistas brasileiras. Conexão Ciência (Online)**, v. 11, n. 2, p. 133-144, 2016.

SILVA, R. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F., QUEIROZ, A. J. M.; & Feitosa, R. M. Processamento e caracterização físico-química do suco misto melancia com pepino. **Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, nº (3), p. 65-68. (2016).

SILVA JUNIOR, E.A. Fundamentos microbiológicos importantes. In: **Manual de Controle Higiênico- Sanitário em Serviços de Alimentação**. 6.ed. São Paulo: Varela, cap.1,p.25, p623, 2005.

SINGH, A.; VAN DEN MOOTER, G. Spray drying formulation of amorphous solid dispersions. **Advanced drug delivery reviews**, v. 100, p. 27-50, 2016.

SOSNIK, A.; SEREMETA, K. P. Advantages and challenges of the spray-drying technology for the production of pure drug particles and drug-loaded polymeric carriers. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 223, p. 40–54, 2015.

SOUSA, S. L.; MORAIS, B.A.DE.; RIBEIRO, L.C.; COSTA, J.MC.DA. et al. Stability of cashew apple juice in powder dehydrated in spouted bed. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 7, p. 678-682, 2016.

SOUZA, S. M. A.; MARTÍNEZ E. A. Ensaios preliminares para produção de estruturados com acerola e ciriguela. **Revista CSBEA** – v. 2, n. 1 (2016).

SOUZA, A.L.R.; HIDALGO-CHÁVEZ, D.W.; PONTES, S.M; GOMES, F.S; CABRAL, L.M.C.; TONON, R.V. Microencapsulation by spray drying of a lycopene-rich tomato concentrate: Characterization and stability. **LWT - Food Science and Technology**, v. 91, p. 286-292, 2018.

SOUZA, J. F.; SANTANA, E. A.; SILVA, A. DO. S. DA.; SOUZA, A.C.F. Avaliação Físico - Química de Acerola, *Malpighia emargina* DC., Proveniente de Macapá- Amapá.

Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management. V. 16, n. 2, 2020.

TACO – TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS/NEPA – UNICAMP.- 4. edição revisada e ampliada. - Campinas: NEPA – UNICAMP, 161 p., 2011.

TODISCO, K.M.; COSTA, J.M.C.; CLEMENTE, E. Alterations in carotenoids, phenolic compounds, flavonoids and ascorbic acid contents in red mombin (*Spondias purpurea* L.) microencapsulated pulp. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, vol.13, p.24-28, 2015.

TRIPATHI, M. K.; GIRI, S. K. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, v.9, p.225–241, 2014.

UYEDA, M.; BUONOM, H.C.D.; GONZAGA M.F.N.; CARVALHO, F.L.O. PROBIÓTICOS E PREBIÓTICOS: benefícios acerca da literatura. **Revista de Saúde UniAGES**, Paripiranga, Bahia, Brasil v. 1, n. 1, p. 33-57. 2016.

VILAR, S.B.O.; OLIVEIRA, A.R.; JÚNIOR, N.M.A.; BARROS, S.L.; SANTOS, N.C.; ARAÚJO, A.J.B.; BARROS, A.C.; SANTOS, J.C. Caracterização físico-química de suco misto em pó obtido pelo método de secagem em camada de espuma. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 1-13, 2020.

VASCONCELOS, G.L.; LOURENÇO, L.S.; SILVA, R.M.; PUCCI, F.V.C. Atividade antifúngica dos *Lactobacillus* presentes no iogurte sobre a *Candida albicans* in vitro. **REVISA**. V.8(3): 322-8. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Expert Report on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Geneva: 2003. WHO Technical Report Series 916. Disponível em: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/releases/pr84/en/>. Acessado em: 20 jun. 2020.

ZORIĆ, Z.; PELAIĆ, Z.; PEDISIĆ, S.; GAROFULIĆ, I. E.; KOVAČEVIĆ, D. B.; DRAGOVIĆ-UZELAC, V. Effect of storage conditions on phenolic content and

antioxidant capacity of spray dried sour cherry powder. **LWT-Food Science and Technology**, v. 79, p. 251-259, 2017.