



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
E BIOTECNOLOGIA - REDE BIONORTE



FLAVIO SANTOS SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA PROBIÓTICA DO BLEND DAS
POLPAS DE CAGAITA (*Eugenia dysenterica*) E MANGABA (*Hancornia
speciosa*)**

FLAVIO SANTOS SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA PROBIÓTICA DO BLEND DAS
POLPAS DE CAGAITA (*Eugenia dysenterica*) E MANGABA (*Hancornia
speciosa*)**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Tocantins, como requisito final para a obtenção do título de Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia.

Área de concentração: Biotecnologia, Bioprocessos e Bioprodutos.

Orientador(a): Prof. Dr.: Abraham Damian Giraldo Zuniga

Co-orientador (a): Prof. Dr: Aroldo Arévalo Pinedo

Palmas – TO
MAIO/2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S586d Silva, Flávio Santos.

Desenvolvimento de bebida probiótica do blend das polpas de cagaita (*Eugenia dysenterica*) e mangaba (*Hancornia speciosa*): Probiótico Microencapsulado . / Flávio Santos Silva. – Palmas, TO, 2022.

67 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Biodiversidade e Biotecnologia, 2022.

Orientador: Abraham Damian Giraldo Zuniga

Coorientador: Aroldo Arévalo Pinedo

1. Alimentos funcionais. 2. Microencapsulação. 3. *Lactobacillus casei*. 4. Vida de prateleira. I. Título

CDD 660.6

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

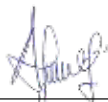
FLAVIO SANTOS SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA PROBIÓTICA DO BLEND DAS
POLPAS DE CAGAITA (*Eugenia dysenterica*) E MANGABA (*Hancornia
speciosa*)**

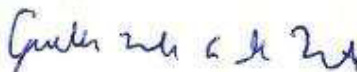
Tese de doutorado apresentada ao Curso de
Doutorado do Programa de Pós-Graduação
em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede
BIONORTE, na Universidade Federal do
Tocantins, como requisito final, para a
obtenção do título de Doutor em
Biodiversidade e Biotecnologia.

Aprovado em 23/05/2022

Banca examinadora



Prof. Dr. Abraham Damian Giraldo Zuniga
Universidade Federal do Tocantins – UFT
Orientador



Prof. Dr. Guilherme Nobre Lima do Nascimento
Universidade Federal do Tocantins – UFT
Examinador



Prof. Dr. Fernando Moraes Rodrigues
Instituto Federal do Tocantins - IFTO
Examinador



Profª. Drª. Adriana Régia Marques de Souza
Universidade Federal do Goiás – UFG
Examinador



Prof. Dr. Tarso da Costa Alvim
Universidade Federal do Tocantins – UFT
Examinador

DEDICATÓRIA

A minha querida esposa, Saldirene Gomes.

Aos meus filhos, Antônio Flavio e Pedro Lucas.

Aos meus pais, Antônio Ferreira e Ozni Silveira.

Aos meus irmãos, Silvana, Valério e Leandro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meu bom Deus por me iluminar e me guiar por caminhos vitoriosos e pelo cuidado comigo e minha família. À minha família, pelo apoio sempre, em todas horas da minha vida.

À minha esposa por me ajudar no decorrer desse trabalho cuidando dos nossos filhos, para que eu pudesse dedicar a minha pesquisa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Abraham Damian Giraldo Zuniga, por estar me guiando neste trabalho, com paciência e dedicação. Ao meu co-orientador Prof. Dr Aroldo Arévalo Pinedo, grande profissional.

Aos meus colegas de Doutorado da minha turma de 2018, aos professores do curso da REDE BIONORTE, aos professores do curso de engenharia de alimentos da UFT/Palmas, por sempre me ajudarem no decorrer da minha vida acadêmica.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da REDE BIONORTE, a CAPES, a UFT- Universidade Federal do Tocantins/Campus Palmas - TO, a UEPA- Universidade do Estado do Pará/Campus Conceição do Araguaia - PA. Aos professores participantes da banca avaliadora pela presença e contribuições para este trabalho.

Meu agradecimento de coração ao pastor Taynan, pela palavra liberada sobre a minha vida e da minha família antes da minha entrada no doutorado, meu muito obrigado Apóstolo Taynan.

SILVA, Flavio Santos. **Desenvolvimento de bebida probiótica do blend das polpas de cagaita (*eugenia dysenterica*) e mangaba (*hancornia speciosa*)**. 2022. 67f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia- Rede BIONORTE) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas 2022.

RESUMO

A produção de alimentos com alto valor agregado, por meio da tecnologia de bioprocessos, se apresenta como um novo desafio que visa atender a um público que possui e prioriza uma alimentação cada vez mais rica em nutrientes. Esta pesquisa trata do desenvolvimento de uma bebida probiótica com *blend* das polpas de cagaita e mangaba suplementado com microcápsulas de *Lactobacillus casei*, através de secagem por aspersão (*spray dryer*). Foi utilizado um *spray dryer* de aço inox, em escala piloto, equipado com atomizador e os agentes encapsulantes maltodextrina e soro de leite, maltodextrina e goma xantana e maltodextrina e corboximetilcelulose (CMC), na proporção de 50:50 (m/m), dissolvidos em leite em pó a uma concentração de sólidos de 17% respectivamente. Com o intuito de avaliar a qualidade final do produto em pó, foram feitas análises de higroscopicidade, solubilidade, e serão feitas caracterização dos carboidratos, viabilidade celular e gastrointestinais simuladas. A bebida foi desenvolvida utilizando-se de diferentes concentrações do *blend*, denominadas de bebida probiótica: BP- 1 que foi a mistura de 60% de polpa de Cagaita e 40% de polpa de Mangaba, BP – 2, 50% de Cagaita e 50% de Mangaba e BP – 3 40% de Cagaita e 60% de Mangaba, com concentrações de sacarose de 10% cada formulação. Todo o processo de fermentação da bebida foi observado através dos valores de pH e acidez. Após atingir o pH final de fermentação as formulações dos *blends* foram resfriadas a temperatura de aproximadamente de 10 °C e armazenadas sob refrigeração a temperatura de 4 °C. E posteriormente foram adicionados 2% do *Lactobacillus casei*, microencapsulado de maior eficiência no processo de microencapsulação, das três formulações. Os produtos foram submetidos às análises sensorial dos atributos da cor, aroma, sabor, consistência, impressão global e a intenção de compra. A bebida probiótica com o *blend* das polpas de cagaita e mangaba, com maior índice de aceitabilidade foi selecionada e submetida à caracterização físico-química de pH, lipídios, cinzas, umidade, sólidos totais, sólidos solúveis (Brix), proteínas, acidez, vitamina C, fibras total, carboidrato, valor energético e colorimetria. A estabilidade comercial (vida-de-prateleira), da bebida, foi determinada através das análises de pH, acidez, cinzas, sólidos solúveis (°Brix), umidade, vitamina C e sólidos totais, nos tempos de 0, 30 e 60 dias. A viabilidade do *Lactobacillus casei*, foi estudada neste mesmo período. A formulação de maltodextrina e corboximetilcelulose (CMC) 50:50 mostrou-se mais eficiente no processo de microencapsulação com um índice de mais de 90% de eficiência. A bebida probiótica, de maior aceitação no teste sensorial foi a BP- 1 com mistura de 60% de polpa de Cagaita e 40% de polpa de Mangaba, que foi suplementada com 2% do pó encapsulado de maior eficiência no processo de microencapsulação, e a bebida manteve a viabilidade probiótica, além de resistir às condições gastrointestinais simuladas com a quantidade de probiótico determinada pela legislação vigente durante 60 dias de armazenamento à temperatura de 4 °C. Sendo assim, o desenvolvimento dessa bebida probiótica, caracteriza-se como uma inovação biotecnológica muito importante para a indústria de alimentos com propriedades funcionais.

Palavra-Chave: Alimentos funcionais; Microencapsulação; *Lactobacillus casei*; vida de prateleira.

SILVA, Flavio Santos, **Development of probiotic drink of the blend of cagaita (eugenics dysenterica) and mangaba (hancornia speciosa) pulps.** 2022. 67f. Thesis (PhD in Biodiversity and Biotechnology- BIONORTE Network) - Federal University of Tocantins, Palmas 2022.

ABSTRACT

The production of foods with high added value, through bioprocess technology, presents itself as a new challenge that aims to serve an audience that has and prioritized an increasingly rich diet in nutrients. This research deals with the development of a probiotic drink with blend of cagaite pulps and mangaba supplemented with microcapsules of *Lactobacillus casei*, through spray drying. A pilot-scale stainless steel spray dryer equipped with atomizer and encapsulating agents maltodextrin and whey, maltodextrin and xanthan gum and maltodextrin and corboxymethylcellulose (CMC) were used, in the proportion of 50:50 (m/m), dissolved in milk powder at a solids concentration of 17% in order to evaluate the final quality of the powder product, hygroscopicity, solubility, and characterization of carbohydrates, simulated cellular and gastrointestinal viability will be performed. The beverage was developed using different concentrations of the mixture, called probiotic drink: BP-1 which was the mixture of 60% cagaita pulp and 40% mangaba pulp, BP – 2, 50% Cagaita and 50% Mangaba and BP – 3 40% Cagaita and 60% Mangaba pulp, with sucrose concentrations of 10% each formulation. The entire fermentation process of the beverage was observed through the pH and acidity values. After reaching the final pH of fermentation, the blend formulations were cooled at a temperature of approximately 10 °C and stored under refrigeration at a temperature of 4 °C. The products were submitted to sensory analyses of the attributes of color, aroma, flavor, consistency, overall impression and purchase intention. The probiotic drink with the mixture of cagaita and mangaba pulps, with higher acceptability index, was selected and submitted to physical-chemical characterization of pH, lipids, ash, moisture, total solids, soluble solids (Brix), proteins, acidity, vitamin C, total fibers, carbohydrate, energy value and colorimetry. The commercial stability (shelf life) of the beverage was determined by the analysis of pH, acidity, ash, soluble solids (°Brix), moisture, vitamin C and total solids, at times of 0, 30 and 60 days. The viability of *Lactobacillus casei* was studied in this same period. The formulation of maltodextrin and corboxymethylcellulose (CMC) 50:50 was more efficient in the microencapsulation process with an index of more than 90% efficiency. The probiotic drink with the highest acceptance in the sensory test was BP-1 with a mixture of 60% cagaita pulp and 40% mangaba pulp, which was supplemented with 2% of the encapsulated powder of greater efficiency in the microencapsulation process, and the beverage maintained the probiotic viability, besides resisting the gastrointestinal conditions simulated with the amount of probiotic determined by the current legislation during 60 days of storage at the temperature of 4 °C Sendo. thus, the development of this probiotic drink is characterized as a very important biotechnological innovation for the food industry with functional properties.

Keyword: Functional foods; Microencapsulation; *Lactobacillus casei*; shelf life.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma de obtenção das polpas de cagaita e mangaba.....	20
Figura 2- Polpas de cagaita e mangaba.....	21
Figura 3- Diagrama esquemático da configuração de um "spray dryer"	22
Figura 4- Fluxograma do processo de obtenção do produto microencapsulado.....	23
Figura 5- Simulação das condições gastrintestinais.....	27
Figura 6- Polpas sendo preparadas para análise de colorimetria	35
Figura 7- Processo de microencapsulação.....	36
Figura 8- Bebidas inoculadas com <i>Lactobacillus casei</i> Lc-01	41
Figura 9- Resultados do índice de aceitabilidade da bebida.....	43
Figura 10- Resultados da frequência de notas atribuídas a bebida BP-01	44
Figura 11- Resultados da frequência de notas atribuídas a bebida BP-2.....	45
Figura 12- Resultados da frequência de notas atribuídas a bebida BP-3	46
Figura 13- Resultados da frequência de notas atribuídas a intenção de compra avaliada	47
Figura 14- Bebida probiótica BP-1 (60% cagaita e 40% mangaba).....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caraterização e metodologia usada para análise físico química das polpas	21
Tabela 2- Classificação da higroscopicidade do pó.....	25
Tabela 3- Preparo das formulações da bebida probiótica.....	28
Tabela 4- Metodologias de análise da bebida probiótica de maior aceitação.....	31
Tabela 5- Metodologias de análise da vida de prateleira da bebida probiótica de maior aceitação.	32
Tabela 6- Resultados das análises físico químicas das polpas de Cagaita e Mangaba	33
Tabela 7- Resultados dos parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* , b^* , C^* e h^*) das polpas de Cagaita e Mangaba	34
Tabela 8- Caracterização físico químicas dos produtos em pó.....	36
Tabela 9- Caracterização de higroscopicidade, solubilidade e atividade de água (A_w), dos produtos em pó microencapsulados.....	37
Tabela 10- Caracterização colorimétrica dos produtos em pó microencapsulados.....	38
Tabela 11- Viabilidade dos <i>LC-01</i> antes e após o processo de microencapsulação	39
Tabela 12- Calculo da eficiência da microencapsulação	40
Tabela 13- Sobrevivência do <i>L. casei</i> às condições gastrointestinais simuladas.....	40
Tabela 14- Resultados obtidos nas análises microbiológicas das formulações da bebida	42
Tabela 15- perfil dos participantes da análise sensorial das formulações da bebida.....	42
Tabela 16- resultados das análises físico química da bebida probiótica de maior aceitação.....	48
Tabela 17- análise de cor da bebida probiótica de maior aceitação.....	49
Tabela 18 - Estabilidade da bebida probiótica BP 01.....	50
Tabela 19- Contagem de células viáveis da bebida probiótica BP -01, durante adicionada 2% do <i>L. casei</i> microencapsulado, com armazenamento de 60 dias.	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Símbolo Sigla

Aw	Atividade de água
%	Por cento
L*	Luminosidade do preto (0) ao branco (+100)
a*	Cromaticidade do verde (-80) a vermelho (+100);
b*	Cromaticidade do azul (-50) ao amarelo (+70)
C*	Define a saturação da cor
h*	Representa o ângulo de tonalidade da cor
AOAC	Associação de Químicos Agrícolas Oficiais
BLEND	Palavra inglesa que significa no português Mistura.
LC	Lactobacillus casei
CMC	Carboximetilcelulose
LAFRUTEHC	Laboratório de Frutas e Hortaliças
E1	Encapsulado número 1
E2	Encapsulado número 2
E3	Encapsulado número 3
UFC	Unidade formadora de colônia
SA	Solubilidade em água
EMc	Eficiência da microencapsulação
BP	Bebida probiótica

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
	1.1. OBJETIVO GERAL	15
	1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
	2.1 FRUTO DA MANGABEIRA	16
	2.2 FRUTO DA CAGAITA	17
	2.3 PROBIÓTICOS	17
	2.4 MICROENCAPSULAÇÃO	18
3.	MATERIAS E MÉTODOS	19
	3.1. MATÉRIA PRIMA.....	19
	3.2 FLUXOGRAMA DE OBTENÇÃO DAS POLPAS DE CAGAITA E MANGABA.....	20
	3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DE DE CAGAITA E MANGABA.....	21
	3.4 PROCESSO E OTIMIZAÇÃO DA MICROENCAPSULAÇÃO DO PROBIÓTICO LC	22
	3.4.1 Bactéria com potencial probiótico (Lactobacillus casei)	22
	3.4.2 Atomizador (Spray Dryer)	22
	3.4.3 Microencapsulação do Lactobacillus	23
	3.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DO PÓ ENCAPSULADO	24
	3.5.1 Caracterização da solubilidade do pó em água	24
	3.5.2 Caracterização da higroscopicidade do pó	24
	3.5.3 Caracterização da atividade de água (Aw)	24
	3.5.4 Análise de colorimetria	25
	3.6 DETERMINAÇÃO DA VIABILIDADE CELULAR NO PÓ	26
	3.7 EFICIÊNCIA DA MICROENCAPSULAÇÃO	26
	3.8 SOBREVIVÊNCIA DO LC ÀS CONDIÇÕES GASTROINTESTINAIS SIMULADAS	27
4.	PREPARO DAS FORMULAÇÕES DAS BEBIDAS	28
5.	FERMENTAÇÃO	28
6.	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	29
7.	ANÁLISE SENSORIA	29
8.	COMITÊ DE ÉTICA	30
9.	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS BEBIDAS	30
10.	ESTUDO DA ESTABILIDADE COMERCIAL (VIDA-DE-PRATELEIRA) E A VIABILIDADE DO <i>LACTOBACILLUS CASEI</i>	31
11.	ANÁLISE ESTATÍSTICA	32
12.	RESULTADOS E DISCULSSÃO	33
	12.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS POLPAS DE DE CAGAITA E MANGABA.....	33
	12.2 OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO MICROENCAPSULADO EM PÓ	36
	12.3 DETERMINAÇÃO DA VIABILIDADE CELULAR DAS FORMULAÇÕES DO PÓ ENCAPSULADO	39
	12.4 CALCULO DA EFICIÊNCIA DA MICROENCAPSULAÇÃO APÓS DESINTEGRAÇÃO DAS AMOSTRAS E1, E2 E E3	40
	12.5 SOBREVIVÊNCIA DO L. CASEI ÀS CONDIÇÕES GASTROINTESTINAIS SIMULADAS	40
	12.6 PREPARO DAS FORMULAÇÕES DAS BEBIDAS.....	41

12.7 PROCESSO DE FERMENTAÇÃO DA BEBIDA.....	41
12.8 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	41
12.9 ANÁLISE SENSORIAL.....	42
12.10 ANÁLISE FÍSICO QUÍMICO DA BEBIDA PROBIÓTICA DE MAIOR ACEITAÇÃO	48
12.11 ANÁLISE DE COR DA BEBIDA PROBIÓTICA DE MAIOR ACEITAÇÃO.....	49
12.12 ESTUDO DA ESTABILIDADE COMERCIAL (VIDA-DE-PRATELEIRA).	50
12.13 VIABILIDADE DO LACTOBACILLUS CASEI.....	51
13. CONCLUSÕES.....	52
14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
15. ANEXOS.....	66