

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA

**Microencapsulação por *spray drying* de
Campomanesia sp. com diferentes bicos
aspersores e incorporação de polpa verde de
bocaiuva como agente carreador para retenção
de compostos bioativos**

NAILENE DE FREITAS ORTEGA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

**DOURADOS/MS
Maio/2019**

**Microencapsulação por *spray drying* de
Campomanesia sp. com diferentes bicos
aspersores e incorporação de polpa verde de
bocaiuva como agente carreador para retenção
de compostos bioativos**

NAILENE DE FREITAS ORTEGA

**ORIENTADORA: Dr.^a ELIANA JANET SANJINEZ
ARGANDOÑA**

**Dissertação de mestrado submetida ao
programa de pós-graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, como um dos
requisitos necessários para a obtenção do
título de mestre em Ciência e Tecnologia de
Alimentos.**

**DOURADOS/MS
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

O77m Ortega, Nailene De Freitas

Microencapsulação por *spray drying* de *Campomanesia* sp. com diferentes bicos aspersores e incorporação de polpa verde de bociuva como agente carreador para retenção de compostos bioativos [recurso eletrônico] / Nailene De Freitas Ortega. -- 2019.

Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Eliana Janet Sanjinez Argandoña.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. atomização. 2. agentes carreadores. 3. guavira. 4. compostos bioativos. 5. antioxidante natural. I. Argandoña, Eliana Janet Sanjinez. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



Termo de Aprovação

Após apresentação, arguição e apreciação pela banca examinadora, foi emitido o parecer APROVADO, para a dissertação intitulada: "Microencapsulação por *spray drying* de *Campomanesia* sp. com diferentes bicos aspersores e incorporação de polpa verde de bocaiuva como agente carreador para retenção de compostos bioativos", de autoria de Nailene de Freitas Ortega, apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Grande Dourados.

Dourados/MS, 17 de Maio de 2019.

Prof.^a Dr.^a Eliana Janet Sanjinez-Argandoña
Presidente da banca examinadora- UFGD

Prof. Dr. Clitor Junior Fernandes de Souza
Membro Examinador (UFGD)

Prof.^a Dr.^a Raquel Manozzo Galante
Membro Examinador (UFGD)

Agradecimentos

A ciência é obra coletiva, mesmo que a contribuição seja pequena ou indireta. Muitas pessoas me auxiliaram e apoiaram nessa etapa da minha vida, deixo aqui registrado meu profundo agradecimento e admiração por cada um que Deus colocou em meu caminho...

À minha família, mãe, pai e irmãos, pelo apoio, torcida e por muitas vezes, mesmo sem entender todas as dificuldades do desenvolvimento de uma pesquisa científica, se alegrar com as minhas conquistas e se preocupar com as minhas angústias. Em especial à minha mãe, pelo amor, dedicação e trabalho árduo durante toda sua vida em função de nossa família.

Ao meu amigo, parceiro, cúmplice e, nas horas vagas, também namorado Lucas Dourisboure Neto, essa dissertação tem um pouco de você em cada etapa pois esteve sempre ao meu lado me apoiando e não tem palavras que possam expressar o quanto você é importante em minha vida.

À minha segunda família, a família GEPPAC, meus colegas de trabalho no Laboratório e grandes amigos que me ajudaram muito desde o início ainda na graduação até a conclusão do mestrado.

Agradeço a algumas pessoas em especial: Otavio Maticoli Ferreira, Aline Janaina Giunco, Viviane da Silva Mendoza, Priscila Araújo, Sarah Araújo, Denize Marques, Thales Henrique Barreto Ferreira, Elaine Florinda Rodrigues de Oliveira, Camila Azevedo Chaves Correia. Meus sinceros agradecimentos.

Agradeço a responsável pela família GEPPAC, minha querida orientadora Prof.^a Dr.^a Eliana Janet Sanjinez Argandoña, por todo o conhecimento passado e dedicação pelo grupo. Obrigada pela confiança que sempre demonstrou em mim e no meu trabalho. Meus incondicionais agradecimentos, gratidão e carinho por contribuir na minha formação.

À Capes e Fundect pela bolsa concedida.

Muito Obrigada!

LISTA DE ABREVIATURAS

a*	Croma do vermelho (+) ao verde (-)
ABTS	2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)
AGE	Equivalente de ácido gálico
b*	Croma do amarelo (+) ao azul (-)
B1	Bico aspersor de 1.0mm
B2	Bico aspersor de 1.2mm
B3	Bico aspersor de 1.5mm
BD1	6% de polpa desidratada de bociuva e 18% goma arábica
BD2	9% de polpa desidratada de bociuva e 15% goma arábica
BD3	12% de bociuva e 12% de goma arábica
CFT	Compostos Fenólicos Totais
C*	Saturação da cor
C _t	Concentração remanescente
C ₀	Concentração inicial
D	Tempo de redução decimal (dias)
D _a	Densidade aparente
D _δ	Densidade real
DCFI	Diclorofenol Indofenol
DP	Desvio Padrão
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazila
GA	Goma arábica
h*	Ângulo de tonalidade
HR	Relação de Hausner
IC	Índice de Carr
ID	Índice de dispersibilidade
k	Constante de degradação
L*	Luminosidade ou claridade
M	Maltodextrina
MSR	Metodologia de superfície de resposta

PDB	Polpa desidratada do fruto verde de bocaiuva
Q	Quitosana
R^2	Coeficiente de regressão
t	Intervalo de tempo entre C_0 e C_t
t_0	Tempo inicial
t_7	Tempo final (7 dias)
$t_{1/2}$	Tempo de meia-vida (dias)
TE	Equivalente de Trolox
ΔE	Variação de cor
ε	Porosidade

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1. Microencapsulação por *spray drying* de *Campomanesia adamantium* com misturas de agentes encapsulantes e polpa de bociuva verde

Tabela 1. Planejamento experimental <i>Simplex Centroid</i> para otimização dos parâmetros de atomização de polpa de guavira	25
Tabela 2. Rendimento do pó atomizado de polpa de guavira obtidos em bicos aspersores de diâmetros 1.0, 1.2 e 1.5mm	26
Tabela 3. Solubilidade do pó atomizado de polpa de guavira obtidos em bicos aspersores de diâmetros 1.0, 1.2 e 1.5mm	27
Tabela 4. Higroscopicidade do pó atomizado de polpa de guavira obtidos em bicos aspersores de diâmetros 1.0, 1.2 e 1.5mm	28
Tabela 5. Teor de vitamina C do pó atomizado de polpa de guavira obtidos em bicos aspersores de diâmetros 1.0, 1.2 e 1.5mm	29
Tabela 6. Coeficientes de regressão e modelos ajustados para a resposta de rendimento, solubilidade, higroscopicidade e vitamina C da atomização de polpa de guavira para os bicos aspersores de 1.0, 1.2 e 1.5mm de diâmetro	30

Capítulo 2. Microencapsulação de *Campomanesia adamantium*: influência da adição de polpa desidratada de bociuva e goma arábica como agentes carreadores

Tabela 1. Características físicas das partículas da polpa de guavira desidratada por atomização, produzidas com diferentes agentes carreadores: BD1 (6% de polpa desidratada de bociuva e 18% goma arábica) BD2 (9% de polpa desidratada de bociuva e 15% goma arábica) e BD3 (12% de bociuva e 12% de goma arábica).....	68
Tabela 2. Valores médios e desvio padrão para os parâmetros de tamanho de partícula de polpa de guavira desidratada por atomização, produzidas com diferentes agentes carreadores: BD1 (6% de polpa desidratada de bociuva e 18% goma arábica) BD2 (9% de polpa desidratada de bociuva e 15% goma arábica) e BD3 (12% de bociuva e 12% de goma arábica).....	69
Tabela 3. Compostos bioativos e atividade antioxidante das partículas da polpa de guavira desidratada por atomização, produzidas com diferentes agentes carreadores: BD1 (6% de polpa desidratada de bociuva e 18% goma arábica) BD2 (9% de polpa desidratada de bociuva e 15% goma arábica) e BD3 (12% de bociuva e 12% de goma arábica)	69

Capítulo 3. Compostos antioxidantes da guavira (*Campomanesia adamantium*): Secagem por *spray drying* e avaliação da estabilidade

Vitamina C, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante em microcápsulas de guavira obtidas com agentes carreadores BDI (6% PDB + 18% GA), BD2 (9% PDB + 15% GA) e BD3 (12% PDB + 12% GA) imersas em soluções tampão de pH 2.5, 3.5, 5.0 e 6.5 no tempo inicial (t_0) e final (t_7) em soluções tampão de pH.....	84
---	----

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1. Microencapsulação por *spray drying* de *Campomanesia adamantium* com misturas de agentes encapsulantes e polpa de bociuva verde

- Figura 1: Planejamento experimental *Simplex Centroid* 32
- Figura 2: Superfícies de resposta para o parâmetro Rendimento (%) obtidos em diferentes diâmetros de bico aspersor: 1.0mm (A), 1.2mm (B) e 1.5mm (C) 33
- Figura 3: Superfícies de resposta para o parâmetro Solubilidade (%) obtidos em diferentes diâmetros de bico aspersor: 1.0mm (D), 1.2mm (E) e 1.5mm (F) 34
- Figura 4: Superfícies de resposta para o parâmetro Higroscopicidade (g/100g) obtidos em diferentes diâmetros de bico aspersor: 1.0mm (G), 1.2mm (H) e 1.5mm (I) 35
- Figura 5: Superfícies de resposta para o parâmetro Vitamina C (mg/100g) obtidos em diferentes diâmetros de bico aspersor: 1.0mm (J), 1.2mm (K) e 1.5mm (L) 36
- Figura 6: Micrografias da polpa de guavira em pó obtida por atomização com 18% de goma arábica, 6% de polpa desidratada de bociuva verde e bico aspersor de 1.0mm de diâmetro 37
- Figura 7: Micrografias da polpa de guavira em pó obtida por atomização com 18% de goma arábica, 6% de polpa desidratada de bociuva verde e bico aspersor de 1.2mm de diâmetro 38
- Figura 8: Micrografias da polpa de guavira em pó obtida por atomização com 18% de goma arábica, 6% de polpa desidratada de bociuva verde e bico aspersor de 1.5mm de diâmetro 39

Capítulo 2. Microencapsulação de *Campomanesia adamantium*: influência da adição de polpa desidratada de bociuva e goma arábica como agentes carreadores

- Figura 1: Imagens das micropartículas de polpa de guavira produzidas utilizando diferentes percentuais dos materiais de parede estudados BD1: 18% goma arábica e 6% de bociuva; BD2: 15% de goma arábica e 9% de bociuva; e BD3: 12% de goma arábica e 12% de bociuva. 71

Capítulo 3. Compostos antioxidantes da guavira (*Campomanesia adamantium*): Secagem por *spray drying* e avaliação da estabilidade

- Figura 1: Diferença total de cor (ΔE) de microcápsulas de guavira obtidas por atomização em diferentes misturas de agentes carreadores; e submetidas em soluções tampão de pH de 2.5, 3.5, 5.0 e 6.5. 83
- Figura 2: Tempo de meia vida ($t_{1/2}$) e constante de degradação (k) da vitamina C de microcápsulas obtidas com agentes carreadores: BD1 (6% de bociuva e 18% de goma arábica), BD2 (9% de bociuva e 15% de goma arábica) e BD3 (12% de bociuva e 12% de goma arábica) e incorporadas em soluções de pH 2.5, 3.5, 5.0 e 6.5 86
- Figura 3: Tempo de redução decimal (D) das microcápsulas BD1 (6% de bociuva e 18% de goma arábica), BD2 (9% de bociuva e 15% de goma arábica) e BD3 (12% de bociuva e 12% de goma arábica) em soluções de pH 2.5, 3.5, 5.0 e 6.5. 87

RESUMO

A desidratação por atomização minimiza a perda de compostos bioativos e melhora as características do produto em pó, aumentando sua aplicabilidade. O presente estudo teve como objetivo obter polpa de guavira (*Campomanesia* sp.) em pó pelo processo de atomização com adição de polpa desidratada do fruto verde de bocaiuva (*Acrocomia aculeata*), neste estudo designada por PDB, como agente carreador. Inicialmente, avaliou-se a influência da adição de 6% de PDB com as misturas dos agentes carreadores maltodextrina, goma arábica e quitosana, e do diâmetro do bico aspersor no rendimento, solubilidade, higroscopicidade e retenção de vitamina C. Nessa primeira etapa, foram definidos o bico aspersor de 1.0mm de diâmetro e a mistura da PDB com goma arábica como condições de processo por proporcionarem maior retenção de vitamina C. A partir das condições selecionadas, foram produzidas partículas com PDB e goma arábica como agentes carreadores: 6% de PDB (BD1), 9% de PDB (BD2) e 12% de PDB (BD3). As partículas obtidas foram avaliadas quanto as características físicas, capacidade de reidratação, compostos fenólicos totais, vitamina C e atividade antioxidante. As amostras apresentaram baixos teores de umidade (<5%) e atividade de água (<0,6). A adição de PDB favoreceu a formação de micropartículas, diâmetro menor que 100µm, nos ensaios BD2 e BD3. O diâmetro das partículas influenciou diretamente na solubilidade, molhabilidade, dispersibilidade, densidade, porosidade e na fluidez dos pós. A morfologia dos pós mostrou a formação de partículas de formato esférico e sem rachaduras. O uso de PDB como agente carreador nos ensaios BD1 e BD2 favoreceu a maior retenção de vitamina C, no entanto, o ensaio com maior teor de PDB (BD3) mostrou maior retenção de compostos fenólicos totais. Constatando que o *blend* dos dois agentes carreadores foi eficiente na microencapsulação dos compostos bioativos e resultou em micropartículas com alta capacidade antioxidante. Por fim, realizou-se estudo da estabilidade da cor, vitamina C, compostos fenólicos e atividade antioxidante destas partículas (BD1, BD2 e BD3) armazenadas por sete dias em diferentes soluções tampão de pH. Estimou-se também o tempo de meia vida e o tempo de redução decimal da vitamina C. A amostra BD3, com maior quantidade de PDB, apresentou menor degradação de vitamina C no armazenamento. A estabilidade do bioativo foi estimada em até 61 dias pelo tempo de meia-vida e 193 dias pelo tempo de redução decimal. Diante dessas constatações, o fruto verde da bocaiuva desidratado apresenta-se com potencial de agente carreador na atomização de polpa de guavira substituindo parcialmente a goma arábica para obter micropartículas com estabilidade de bioativos e maior tempo de vida útil. Portanto, esses resultados demonstram que as micropartículas de polpa de guavira com adição de bocaiuva como material de parede no processo de atomização podem ser usadas como suplemento de vitamina C ou incorporadas em produtos alimentícios tais como iogurtes, bebidas lácteas e sucos. Além disso, pesquisas futuras podem ser realizadas a fim de estudar a influência da bocaiuva como material de parede para proteger outras substâncias pelo processo de atomização, ou ainda, a sua utilização em outras técnicas de microencapsulação.

Palavras-chave: guavira, bocaiuva, atomização, agentes carreadores, compostos bioativos, antioxidante natural, estabilidade.

ABSTRACT

Dehydration by atomization minimizes the loss of bioactive compounds and improves the characteristics of the powdered product, increasing the applicability. The objective of this study was to obtain Guavira pulp (*Campomanesia* sp.) powder by the atomization process with the addition of dehydrated pulp of the green fruit of Bocaiuva (*Acrocomia aculeata*), in this study called PDB, as a carrier agent. Initially, it was evaluated the influence of the addition of 6% of PDB with the mixtures of the carrier agents maltodextrin, gum arabic and chitosan, and the diameter of the sprinkler nozzle in the yield, solubility, hygroscopicity and retention of vitamin C. In this first stage, the spray nozzle of 1.0 mm in diameter and the mixture of the PDB with gum arabic were defined as process conditions because they provide greater retention of vitamin C. From the selected conditions, particles with PDB and gum arabic were produced as carrier agents: 6% of PDB (BD1), 9% of PDB (BD2) and 12% of PDB (BD3). The obtained particles were evaluated for the physical characteristics, rehydration capacity, phenolic compounds, vitamin C and antioxidant activity. The samples showed low moisture content ($< 5\%$) and water activity (< 0.6). The addition of PDB favored the formation of microparticles, diameter less than 100 μm , in assays BD2 and BD3. The diameter of the particles directly influenced the solubility, wettability, dispersibility, density, porosity and flowability of the powders. The morphology of the powders showed the formation of particles of spherical shape and without cracks. The use of PDB as a carrier agent in the assays BD1 and BD2 favored the higher retention of vitamin C, however, the test with higher content of PDB (BD3) showed greater retention of phenolic compounds. The blend of the two carrier agents was efficient in the microencapsulation of bioactive compounds and resulted in microparticles with high antioxidant capacity. Finally, we conducted a study of color stability, vitamin C, phenolic compounds and antioxidant activity of these particles (BD1, BD2 and BD3) stored for seven days in different pH grids solutions. It was estimated and the half-life time and the decimal reduction time of vitamin C. The BD3 sample, with higher amount of PDB, showed lower degradation of vitamin C in storage. Bioactive stability was estimated up to 61 days for half-life and 193 days for the decimal reduction time. Given these findings, the green fruit of dehydrated Bocaiuva presents with potential of carrier agent in the atomization of Guavira pulp partially replacing the gum arabic to obtain microparticles with stability of bioactive and longer time of shelf life. Therefore, these results demonstrate that the Guavira pulp microparticles with addition of Bocaiuva as wall material in the atomization process can be used as vitamin C supplement or incorporated into food products such as yoghurt, milk drinks and juices. In addition, future research can be carried out in order to study the influence of Bocaiuva as a wall material to protect other substances by the atomization process, or also its use in other microencapsulation techniques.

Keywords: Guavira, Bocaiuva, atomization, carrier agents, bioactive compounds, natural antioxidant, stability.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
Capítulo 1: Microencapsulação por <i>spray drying</i> de <i>Campomanesia adamantium</i> com misturas de agentes encapsulantes e polpa de bociuva verde	6
1. Introdução	7
2. Material e Métodos	9
2.1. Material.....	9
2.2. Obtenção da polpa	9
2.3. Preparo da suspensão e atomização	9
2.4. Propriedade físicas e químicas do pó.....	10
2.4.1. Rendimento	10
2.4.2. Solubilidade	11
2.4.3. Higroscopicidade	11
2.4.4. Vitamina C.....	11
2.4.5. Microscopia eletrônica de varredura.....	11
2.5. Desenho experimental e análise estatística	12
3. Resultados e Discussão.....	12
3.1. Rendimento do processo	12
3.2. Solubilidade	14
3.3. Higroscopicidade	15
3.4. Vitamina C.....	15
3.5. Microestruturas	16
3.6. Otimização e verificação do modelo	17
4. Conclusão	19
5. Referências	19
Capítulo 2: Microencapsulação de <i>Campomanesia adamantium</i> : influência da adição de polpa desidratada de bociuva e goma arábica como agentes carreadores	41
1. Introdução	42
2. Material e Métodos	43
2.1. Material.....	43
2.2. Obtenção da polpa.....	44
2.3. Preparo da suspensão e atomização	44
2.4. Propriedades físicas e químicas do pó	45

2.4.1. Umidade, atividade de água, pH e acidez	45
2.4.2. Determinação de cor instrumental	45
2.4.3. Solubilidade	46
2.4.4. Molhabilidade	46
2.4.5. Índice de dispersibilidade	46
2.4.6. Densidade, porosidade, fluidez e compressibilidade	47
2.4.7. Distribuição do tamanho de partícula	47
2.4.8. Microscopia eletrônica de varredura.....	47
2.5. Determinação de compostos bioativos e atividade antioxidante	48
2.5.1. Vitamina C	48
2.5.2. Compostos fenólicos totais	48
2.5.3. Atividade antioxidante pelo método ABTS.....	49
2.5.4. Atividade antioxidante pelo método DPPH.....	50
2.6. Análise estatística	50
3. Resultados e Discussão.....	50
3.1. Umidade, atividade de água, pH e acidez	50
3.2. Avaliação da cor	52
3.3. Capacidade de reidratação	53
3.4. Densidade, porosidade, fluidez e compressibilidade	54
3.5. Microestruturas e distribuição do tamanho de partícula.....	55
3.6. Compostos bioativos e atividade antioxidante	57
4. Conclusão	59
5. Referências	60

Capítulo 3: Compostos antioxidantes da guavira (*Campomanesia adamantium*):

Secagem por <i>spray drying</i> e avaliação da estabilidade	73
1. Introdução	74
2. Material e Métodos.....	77
2.1. Material.....	77
2.2. Microencapsulação	77
2.3. Estabilidade em pH.....	78
2.4. Análise de cor	78
2.5. Determinação de vitamina C	79
2.6. Determinação de compostos fenólicos totais.....	79

2.7. Atividade antioxidante pelo método DPPH	80
2.8. Atividade antioxidante pelo método ABTS	80
2.9. Percentual de degradação	81
2.10. Degradação da vitamina C	81
2.11. Análise estatística	82
3. Resultados e Discussão.....	82
4. Conclusão	85
5. Referências	86
CONCLUSÕES GERAIS	91
Normas da revista Powder Technology	92
Normas da revista Food Packaging and Shelf Life	105

INTRODUÇÃO GERAL

O cerrado brasileiro é o segundo maior bioma da América Latina, sua conservação é essencial para proteger a rica biodiversidade e os altos níveis de endemismo encontrados (Sano *et al.*, 2019). As espécies de frutos nativos têm destaque neste bioma, muitas dessas espécies têm características peculiares, formas variadas, cores atraentes e sabores incomuns, além do alto valor nutricional e presença significativa de compostos bioativos, (Andrade Silva, de e Fonseca, 2016), demonstrando seu potencial de uso como constituintes de produtos alimentícios.

Dentre os frutos nativos do cerrado encontra-se a *Campomanesia* sp. (Myrtaceae), conhecida como guavira, arbusto resistente a seca e que apresenta propriedades medicinais. A polpa do fruto contém minerais, fibras, ácido ascórbico e compostos fenólicos (Malta *et al.*, 2013; Pereira *et al.*, 2012), estes últimos com ação antioxidante importante para a saúde humana. Porém, os compostos bioativos podem sofrer alterações pela exposição à luz, oxigênio e altas temperaturas, provocando a degradação e, consequentemente, perdendo o seu efeito funcional.

Algumas técnicas podem melhorar a estabilidade dos compostos bioativos durante o armazenamento, como por exemplo a microencapsulação, que é definida como um processo em que pequenas partículas ou gotículas são rodeadas por um revestimento, ou incorporadas em uma matriz homogênea ou heterogênea, resultando em pequenas cápsulas (Würth *et al.*, 2017).

Dentre as técnicas de microencapsulação, destaca-se o *spray drying*, que têm sido amplamente utilizado na indústria de alimentos e estudos recentes demonstram que a técnica favorece a retenção de bioativos como o ácido ascórbico (Dantas *et al.*, 2018), compostos fenólicos (Rezende, Nogueira e Narain, 2018), carotenoides (Würth *et al.*,

2017) e antocianinas (Fonseca Machado, da *et al.*, 2018), permitindo o armazenamento prolongado e a maior estabilidade do produto.

A desidratação por atomização ou *spray drying* possibilita a obtenção de micropartículas na forma de pó de alta qualidade devido ao curto tempo de exposição do alimento a alta temperatura e a flexibilização do seu uso pelo controle de variáveis de processo no equipamento. Por essas propriedades e pela simplicidade, rapidez e facilidade em reproduzir em escala industrial com baixo custo, atualmente é a técnica mais usada para microencapsulação (Lourenço *et al.*, 2017).

Nos processos de microencapsulação vários tipos de revestimentos podem ser usados, desde que sejam biodegradáveis e capazes de formar uma barreira entre a fase interna e externa da microcápsula. Comumente são utilizados para este fim carboidratos (amido, dextrina, maltodextrina, ciclodextrina, amido modificado, quitosana) (Fernandes, Borges e Botrel, 2014), celulose (Ortiz-Basurto *et al.*, 2017), proteínas (Pellicer *et al.*, 2018) e gomas (Ramakrishnan *et al.*, 2018). Além desses agentes carreadores comumente utilizados, a procura por novos materiais de parede é contínua a fim de reduzir custos e melhorar as características físicas da microcápsula fornecendo maior proteção do núcleo e, conseqüentemente, maior estabilidade do produto desidratado.

Nesse contexto, a polpa desidratada dos frutos de bocaiuva (*Acrocomia aculeata*), palmeira encontrada com abundância em regiões tropicais e subtropicais das Américas do Sul e Central, pode ser uma alternativa promissora por fornecer polpa mucilagínosa com comportamento emulsificante, o que possibilita a formação de emulsões estáveis, além disso apresentam alto teor de fibras, carboidratos, minerais (Machado *et al.*, 2015) e teores consideráveis de vitaminas, carotenoides (Costa, Oliveira e Costa, 2018) e flavonoides (Oliveira, Clemente e Costa, da, 2014), capaz de contribuir na alimentação humana.

Dessa forma, a proposta do presente estudo foi a produção e caracterização de microcápsulas de guavira por atomização com diferentes bicos aspersores e adição de polpa desidratada de bocaiuva em combinação com maltodextrina, goma arábica e quitosana como agentes encapsulantes visando a retenção da vitamina C.

A dissertação está organizada em 3 capítulos. O Capítulo 1 intitulado “Microencapsulação por *spray drying* de *Campomanesia adamantium* com misturas de agentes encapsulantes e polpa de bocaiuva verde”, refere-se à primeira parte do estudo que objetivou avaliar o efeito de maltodextrina, goma arábica e quitosana com adição de 6% de polpa desidratada do fruto verde de bocaiuva como agente encapsulante de acordo com planejamento de mistura experimental *simplex-centroid* e três diâmetros de bicos aspersores (1.0, 1.2 e 1.5 mm). O manuscrito desse capítulo será submetido à revista Powder Technology.

O Capítulo 2 foi redigido sob o título “Microencapsulação de *Campomanesia adamantium*: influência da adição de polpa desidratada de bocaiuva e goma arábica como agentes carreadores”, a partir dos melhores resultados obtidos no Capítulo 1. A polpa desidratada de bocaiuva foi utilizada como material de parede nas concentrações de 6%, 9% e 12%, substituindo parcialmente a goma arábica na microencapsulação da polpa de guavira. As microcápsulas obtidas foram analisadas quanto às propriedades físicas, distribuição do tamanho de partícula, morfologia e compostos bioativos. O manuscrito será submetido à revista Powder Technology.

O Capítulo 3, “Compostos antioxidantes da guavira (*Campomanesia adamantium*): Secagem por *spray drying* e avaliação da estabilidade”, apresenta o estudo da estabilidade dos compostos bioativos e vida útil estimada das microcápsulas que foram obtidas nas condições apresentadas no Capítulo 2. O manuscrito desse capítulo será submetido à revista Food Packaging and Shelf Life.

Referências

- ANDRADE SILVA, C. A. DE; FONSECA, G. G. Brazilian savannah fruits: Characteristics, properties, and potential applications. **Food Science and Biotechnology**, v. 25, n. 5, p. 1225–1232, 2016.
- COSTA, J. M. C.; OLIVEIRA, D. M.; COSTA, L. E. C. Macauba Palm— *Acrocomia aculeata*. **Exotic Fruits**, n. 2013, p. 297–304, 2018.
- DANTAS, D. *et al.* Influence of spray drying conditions on the properties of avocado powder drink. **Food Chemistry**, v. 266, p. 284–291, 2018.
- FERNANDES, R. V. D. B.; BORGES, S. V.; BOTREL, D. A. Gum arabic/starch/maltodextrin/inulin as wall materials on the microencapsulation of rosemary essential oil. **Carbohydrate Polymers**, v. 101, n. 1, p. 524–532, 2014.
- FONSECA MACHADO, A. P. DA *et al.* Encapsulation of anthocyanin-rich extract from blackberry residues by spray-drying, freeze-drying and supercritical antisolvent. **Powder Technology**, p. #pagerange#, 2018.
- LOURENÇO, S. C. *et al.* Using a bacterial fucose-rich polysaccharide as encapsulation material of bioactive compounds. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 104, p. 1099–1106, 2017.
- MACHADO, W. *et al.* Evaluation of two fruit ecotypes (total and sclerocarpa) of macaúba (*Acrocomia aculeata*). **Industrial Crops and Products**, v. 63, p. 287–293, 2015.
- MALTA, L. G. *et al.* Assessment of antioxidant and antiproliferative activities and the identification of phenolic compounds of exotic Brazilian fruits. **Food Research International**, v. 53, n. 1, p. 417–425, 2013.
- OLIVEIRA, D. M.; CLEMENTE, E.; COSTA, J. M. C. DA. Bioactive Compounds and Physicochemical Parameters of Grugru Palm (*Acrocomia aculeata*) from Brazil: Pulp and Powder. **Food Science and Technology Research**, v. 20, n. 1, p. 7–12, 2014.
- ORTIZ-BASURTO, R. I. *et al.* Microencapsulation of *Eugenia uniflora* L. juice by spray drying using fructans with different degrees of polymerisation. **Carbohydrate Polymers**, v. 175, p. 603–609, 2017.
- PELLICER, J. A. *et al.* Optimization of the microencapsulation of synthetic strawberry flavour with different blends of encapsulating agents using spray drying. **Powder Technology**, v. 338, p. 591–598, 2018.
- PEREIRA, M. C. *et al.* Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the Myrtaceae family. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 12, p.

3061–3067, 2012.

RAMAKRISHNAN, Y. *et al.* Effect of wall materials on the spray drying efficiency, powder properties and stability of bioactive compounds in tamarillo juice microencapsulation. **Powder Technology**, v. 328, p. 406–414, 2018.

REZENDE, Y. R. R. S.; NOGUEIRA, J. P.; NARAIN, N. Microencapsulation of extracts of bioactive compounds obtained from acerola (*Malpighia emarginata* DC) pulp and residue by spray and freeze drying: Chemical, morphological and chemometric characterization. **Food Chemistry**, v. 254, p. 281–291, 2018.

SANO, E. E. *et al.* Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. **Journal of Environmental Management**, v. 232, n. July 2018, p. 818–828, 2019.

WÜRTH, R. *et al.* Morphological characterization of pequi extract microencapsulated through spray drying. **Food Chemistry**, v. 54, n. 1, p. 551–556, 2017.



A pedido da autora os capítulos foram retirados do pdf.

CONCLUSÕES GERAIS

O presente estudo demonstrou ser possível microencapsular polpa de guavira com propriedades bioativas preservadas pelo material de parede constituído de polpa desidratada do fruto verde da bocaiuva e goma arábica. O tamanho do bico aspersor influenciou na formação de micropartículas de menor diâmetro e favoreceu a retenção de vitamina C.

Entre os agentes carreadores empregados maltodextrina, goma arábica e quitosana, o *blend* de polpa desidratada de bocaiuva e goma arábica resultou em pós com umidades menores que 5% e atividades de água inferiores a 0,6. O que atende ao esperado para produtos atomizados e garante estabilidade microbiológica ao produto.

A incorporação de maior quantidade de polpa desidratada de bocaiuva na suspensão ocasionou a diminuição no tamanho das partículas, o que influenciou diretamente na solubilidade, molhabilidade, dispersibilidade, densidade, porosidade e na fluidez dos pós. A morfologia dos pós mostrou a formação de partículas de formato esférico e sem rachaduras.

A vitamina C foi melhor preservada em *blends* com maior quantidade de goma arábica incorporada como agente carreador. Porém, a polpa desidratada de bocaiuva aumentou significativamente a retenção de compostos fenólicos totais. Com isso, a mistura dos dois agentes carreadores foi eficiente na microencapsulação da polpa e, consequentemente, na retenção dos compostos bioativos, resultando em micropartículas com alta capacidade antioxidante e maior estabilidade.

Os maiores valores de compostos fenólicos totais foram obtidos no início do armazenamento com a adição de maior quantidade de polpa desidratada do fruto verde de bocaiuva. A vida útil da vitamina C foi estimada pelo tempo de meia-vida de até 61 e de redução decimal (D) de até 193 dias.

Diante dessas constatações, o *blend* da polpa do fruto verde da bocaiuva desidratada e goma arábica apresenta potencial de agente carreador na atomização de polpa de guavira, assegurando maior retenção de compostos bioativos e maior vida útil. Portanto, esses resultados nos permitem afirmar que as micropartículas podem ser usadas como suplemento de vitamina C ou incorporadas em produtos alimentícios tais como iogurtes, bebidas lácteas e sucos.