

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA**

**SUELEN DOS SANTOS**

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS E  
MICROENCAPSULADOS DE FEIJOA (*ACCA SELLOWIANA*)**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**  
**2018**

SUELEN DOS SANTOS

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS E  
MICROENCAPSULADOS DE FEIJOA (*ACCA SELLOWIANA*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química.

Orientador: Prof. Dr. Edimir Andrade Pereira  
Coorientadora: Aline Savi

PATO BRANCO  
2018

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

O trabalho de diplomação intitulado Atividade Antioxidante de Extratos e Microencapsulados de feijoa (*Acca sellowiana*) foi considerado APROVADO de acordo com a ata da banca examinadora N° 10.1.2018-B de 2018.

Fizeram parte da banca os professores.

Edimir Andrade Pereira

Solange Terezinha Carpes

Mário Antônio Alves da Cunha

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e força mental para superar as dificuldades, não me deixando desistir.

Ao meu orientador Dr. Edimir Andrade Pereira pela orientação, ensino, paciência e por todo apoio.

A Mestre Aline Savi pela coorientação, ensino, atenção, dedicação, auxílio e paciência na execução e planejamento das análises e no projeto.

A responsável técnica dos laboratórios de Química da UTFPR/PB Edenes Maria Schroll Loss pelo ensino e auxílio nos laboratórios.

Aos estagiários do laboratório N002 pelo auxílio e paciência.

Ao Mauricio Henrique Glovacki por estar presente ao meu lado, sempre disposto ajudando a atingir os meus objetivos e acreditando nos meus sonhos. Pelo amor, confiança e paciência.

A minha mãe e ao meu pai.

A Maria Fernanda Ribas por me auxiliar e ajudar nas análises.

A Vidianny Queiroz pelo auxílio no equipamento *spray dryer*.

Ao meu amigo Rafael Sari pelo companheirismo e risadas que me proporcionou nesta jornada acadêmica.

A minha amiga e colega de laboratório Elizandra, pelo companheirismo e bons momentos.

A central de análises.

Aos colegas do laboratório.

Enfim, a todos que de uma maneira ou outra contribuíram para conclusão deste trabalho.

## EPÍGRAFE

“O sucesso nasce do querer,  
da determinação e persistência  
em se chegar a um objetivo.  
Mesmo não atingindo o alvo,  
quem busca e vence  
obstáculos, no mínimo fará  
coisas admiráveis”.

José de Alencar

## RESUMO

SANTOS, Suelen dos. Atividade antioxidante de extratos e microencapsulados de feijoa (*Acca sellowiana*). (50) f. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

A feijoa (*Acca sellowiana*) pertence à família botânica Myrtaceae é nativa da América do Sul, encontrada em especial no planalto meridional brasileiro, no entanto é pouca conhecida no Brasil. A feijoa apresenta diversos compostos bioativos e funcionais importantes, como antioxidantes, vitaminas, fibras e minerais. Este trabalho teve como objetivo microencapsular a polpa *in natura* de feijoa da cultivar Alcântara em *spray dryer*. Avaliar a eficiência de encapsulamento e as propriedades antioxidantes dos extratos microencapsulados e da polpa da feijoa *in natura* pelos métodos sequestro do radical livre (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) (DPPH), captura do radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS) e poder de redução do ferro (FRAP). A eficiência de encapsulação para a amostra com o agente encapsulante maltodextrina (MD) foi de 96,75% e para a amostra com goma arábica (GA) foi 95,72%. A atividade antioxidante para o método ABTS mostrou que as amostras microencapsuladas foram as que apresentaram os maiores valores, amostra (GA) (2003,667 mmol TEAC g<sup>-1</sup>), (TEAC: Capacidade antioxidante equivalente ao Trolox) e a amostra (MD) (1948,667 mmol TEAC g<sup>-1</sup>) seguido dos extratos de acetona (1850,333 mmol TEAC g<sup>-1</sup>), aquoso (1548,667 mmol TEAC g<sup>-1</sup>) e hidroalcoólico com (1452,000 mmol TEAC g<sup>-1</sup>). A maior atividade antioxidante pelo método de DPPH foi encontrada no extrato hidroalcoólico (32,455 mmol Trolox g<sup>-1</sup>), seguido das amostras microencapsuladas, amostra (MD) (30,636 mmol Trolox g<sup>-1</sup>) e amostra (GA) (24,424 mmol Trolox g<sup>-1</sup>), já os extratos com acetona e água apresentaram a mesma atividade (19,879 mmol Trolox g<sup>-1</sup>). Pelo método FRAP o extrato hidroalcoólico também apresentou maior atividade (66,528 mmol Fe<sup>+2</sup> g<sup>-1</sup>) seguido das amostras microencapsuladas, amostra GA (63,408 mmol Fe<sup>+2</sup> g<sup>-1</sup>) e amostra MD (58,448 mmol Fe<sup>+2</sup> g<sup>-1</sup>) e dos extratos aquoso (44,208 mmol Fe<sup>+2</sup> g<sup>-1</sup>) e com acetona (28,088 mmol Fe<sup>+2</sup> g<sup>-1</sup>).

**Palavras-chave:** ABTS, DPPH, Eficiência de encapsulação, FRAP, Goiaba serrana, *Spray dryer*.

## ABSTRACTS

SANTOS, Suelen dos. Antioxidant activity of extracts and microencapsules of feijoa (*Acca sellowiana*). (50) f. Course Conclusion Work (Bachelor of Chemistry), Federal Technological University of Paraná. Pato Branco, 2018.

The feijoa (*Acca sellowiana*) belongs to the botanical family Myrtaceae is native to South America, found especially in the Brazilian southern plateau, but is little known in Brazil. Feijoa has several important bioactive and functional compounds, such as antioxidants, vitamins, fibers and minerals. This work aimed to microencapsulate the in natura pulp of feijoa of the cultivar Alcântara in spray dryer. To evaluate the encapsulation efficiency and the antioxidant properties of the microencapsulated extracts and the pulp of the feijoa in natura by the free radical sequestration (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) (DPPH) methods, capture of the 2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) and iron reducing power (FRAP). The encapsulation efficiency for the sample with the encapsulating agent maltodextrin (MD) was 96.75% and for the gum arabic (GA) sample was 95.72%. The antioxidant activity for the ABTS method showed that the microencapsulated samples had the highest values, in sample GA (2003,667 mmol TEAC g<sup>-1</sup>) (TEAC: Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) and the sample (MD) (1548.667 mmol TEAC g<sup>-1</sup>) and hydroalcoholic (1452,000 mmol TEAC g<sup>-1</sup>) aqueous extracts (1948.667 mmol TEAC g<sup>-1</sup>) followed by acetone (1850.333 mmol TEAC g<sup>-1</sup>), aqueous (1548.667 mmol TEAC g<sup>-1</sup>) and hydroalcoholic with (1452,000 mmol TEAC g<sup>-1</sup>). The highest antioxidant activity by the DPPH method was found in the hydroalcoholic extract (32,455 mmol Trolox g<sup>-1</sup>), followed by microencapsulated samples, sample (MD) (30.636 mmol Trolox g<sup>-1</sup>) and sample 1), whereas the extracts with acetone and water had the same activity (19.879 mmol Trolox g<sup>-1</sup>). In the FRAP method, the hydroalcoholic extract also showed higher activity (66.528 mmol Fe<sup>+2</sup> g<sup>-1</sup>) followed by microencapsulated samples, GA sample (63,408 mmol Fe<sup>+2</sup> g<sup>-1</sup>) and MD sample (58.448 mmol Fe<sup>+2</sup> g<sup>-1</sup>) and aqueous extracts (44,208 mmol Fe<sup>+2</sup> g<sup>-1</sup>) and with acetone (28.088 mmol Fe<sup>+2</sup> g<sup>-1</sup>).

**Keywords:** ABTS, DPPH, Efficiency of encapsulation, FRAP, guava mountain, Spray dryer.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Goiabeira-Serrana.....	14
Figura 2- Fruto de <i>Acca sellowiana</i> .....	14
Figura 3- Alguns modelos de microcápsulas. (A): matriz (microesfera); (B): microcápsula simples; (C): simples, irregular; (D): duas paredes; (E): vários núcleos; (F): agrupamento de microcápsulas.....	17
Figura 4- Preparo da emulsão: mistura da polpa de feijoa, maltodextrina e água.....	25
Figura 5- <i>Spray Dryer</i> (Büchi, B-290) utilizado para microencapsulação das amostras de feijoa.....	26
Figura 6- Polpa de feijoa microencapsulada com maltodextrina (Amostra 1) e com goma arábica (Amostra 2).....	27
Figura 7- Micrografias obtidas através do microscópico eletrônico de varredura das partículas em pó das amostras 1 e 2 da polpa de feijoa. (a)- amostra 1 (MD) com aumento de 500x. (b)- amostra 2 (GA) com aumento de 500x. (c)- amostra 1 (MD) com aumento de 1000x. (d)- amostra 2 (GA) com aumento de 1000x.....	35
Figura 8- Micrografias obtidas através do microscópico eletrônico de varredura das partículas em pó das amostras 1 e 2 da polpa de feijoa. (a)- amostra 1 (MD) com aumento de 1500x. (b)- amostra 2 (GA) com aumento de 1500x. (c)- amostra 1 (MD) com aumento de 2500x. (d)- amostra 2 (GA) com aumento de 2500x.....	36



## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
1.3 FEIJOA .....	13
1.4 SECAGEM POR <i>SPRAY DRYING</i> .....	15
1.5 MICROENCAPSULAÇÃO.....	16
1.5.1 Agentes Encapsulantes .....	17
1.6 ANTIOXIDANTES .....	19
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	<b>21</b>
1.7 OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA .....	21
1.8 EXTRAÇÃO DA POLPA .....	21
1.9 CARACTERIZAÇÃO FÍSICAS E QUÍMICAS .....	21
1.9.1 Atividade de Água.....	21
1.9.2 Cinzas.....	21
1.9.3 Sólidos Solúveis Totais.....	22
1.9.4 Acidez .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
1.9.5 Determinação da acidez Total titulável .....	22
1.9.6 Fibra Alimentar Total.....	22
1.9.7 Proteínas .....	23
1.10 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS DO FRUTO <i>IN NATURA</i> .....	23
1.10.1 Extrato Hidroalcoólico.....	23
1.10.2 Extrato com acetona.....	23
1.10.3 Extrato Aquoso .....	23
1.11 MICROENCAPSULAÇÃO DA POLPA DE FEIJOA.....	24

1.11.1 Encapsulamento com maltodextrina (Amostra 1) .....	24
1.11.2 Encapsulamento com Goma Arábica (Amostra 2) .....	25
1.11.3 Condições do <i>Spray Dryer</i> .....	25
1.11.4 Armazenamento das Amostras Microencapsuladas .....	27
1.12 MORFOLOGIA DAS MICROCÁPSULAS .....	27
1.13 EFICIÊNCIA DE ENCAPSULAMENTO .....	28
1.13.1 Ruptura das Microcápsulas .....	28
1.13.2 Extração dos Compostos Fenólicos da Superfície .....	28
1.13.3 Determinação de Compostos Fenólicos Totais para a Eficiência da Microencapsulação .....	29
1.14 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE .....	30
1.14.1 ABTS .....	30
1.14.2 DPPH .....	31
1.14.3 FRAP .....	32
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
1.15 PARÂMETROS QUÍMICOS .....	33
1.16 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV) .....	34
1.17 EFICIÊNCIA DA MICROENCAPSULAÇÃO .....	37
1.18 ANTIOXIDANTES .....	38
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje as pessoas estão se preocupando mais com uma alimentação saudável, buscando em alimentos naturais as fontes de vitaminas, antioxidantes e nutrientes que enriquecem a dieta e melhoram a qualidade de vida, em função disso, observa-se que o mercado de frutas tropicais e subtropicais está bem avançado em quase todo mundo, garantindo assim ao consumidor uma grande variedade de espécies (SOUZA, 2015).

O aumento considerável e constante no consumo de frutas é motivado por uma série de fatores, que levam às modificações nos hábitos alimentares, tais como: maior cuidado com a saúde, aspectos nutritivos dos alimentos, campanhas publicitárias sobre os benefícios do consumo de frutas e envelhecimento da população, que amplia o conjunto de consumidores de maior idade, os quais são abertos a novos sabores e atraídos por novos produtos (MAIA; SOUSA; LIMA, 2007).

A goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) também conhecida como feijoa possui um amplo valor nutricional, boa fonte de vitamina C, baixo valor calórico, rica em minerais, fibras, proteínas, ação antitumoral, antioxidante e antimicrobiana, porém é produzida em pequena escala nos dias de hoje (WESTON, 2010; SOUZA, 2015). As frutas atualmente vêm sendo comercializadas *in natura*, em forma de polpas e sucos com técnicas de preservação que embora sejam eficientes, apresentam problemas de contaminação microbiana, perda de cor, sabor, nutrientes, odor e elevado custo de processo (BARBOSA, 2010).

A encapsulação, na indústria de alimentos, é um processo no qual um ou mais ingredientes ou aditivos (que constituem o núcleo) são revestidos por uma cápsula comestível (AZEREDO, 2005). O *spray drying* é um processo que resulta em produtos de boa qualidade, baixa atividade de água e de fácil transporte e estocagem, e tem sido muito usado para produzir sucos de frutas em pó (CANO-CHAUCA et al., 2005)(QUEK; CHOK; SWEDLUND, 2007)

Compostos com atividade antioxidante geralmente são pouco estáveis (perdem suas propriedades facilmente), a microencapsulação por atomização apresenta-se como uma alternativa promissora para preservar a atividade antioxidante do fruto. Esta tecnologia consiste no empacotamento de partículas, através da utilização de um agente encapsulante, com a finalidade de proteger e prolongar sua funcionalidade (NUNES, 2014).

## 2. OBJETIVOS

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Microencapsular e avaliar as propriedades antioxidantes dos extratos microencapsulados e dos extratos da polpa da Feijoa *Acca sellowiana*.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar as características físicas e químicas dos frutos.
- Microencapsular a polpa de feijoa da cultivar Alcântara com maltodextrina e goma arábica.
- Avaliar as microcápsulas por microscopia eletrônica de varredura (MEV).
- Realizar extração de compostos antioxidantes presentes na polpa *in natura* e nos microencapsulados da feijoa.
- Determinar a capacidade antioxidante dos extratos pelos métodos: sequestro do radical livre DPPH, captura do radical ABTS e poder de redução do Ferro (FRAP).
- Avaliar a eficiência de encapsulação através do teor de compostos fenólicos totais por Folin-Ciocalteu.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 1.3 FEIJOA

A goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret., família Myrtaceae, sinônimo *Feijoa sellowiana* Berg.), é conhecida popularmente no Brasil por goiaba serrana ou goiaba da serra, no Uruguai é chamada de guayabo e também é conhecida internacionalmente como “feijoa” ou *pineapple-guava* (WESTON, 2010); (AMARANTE; SANTOS, 2011)

É uma espécie arbórea nativa da América do Sul em especial o planalto meridional brasileiro que ocorre desde o Paraná até o norte do Rio Grande do Sul e também no nordeste do Uruguai. A espécie mostra-se adaptada a condições de clima frio, ocorrendo com maior frequência em áreas com altitude superior a 800 m (FANTINEL et al., 2017). A goiabeira-serrana, apesar de ser nativa do planalto meridional brasileiro, não é bem conhecida no Brasil, mas é amplamente distribuída em muitas regiões do mundo, sendo cultivada quase que exclusivamente em outros países (principalmente Nova Zelândia e Colômbia), a partir de cultivares desenvolvidos com material genético coletado no Uruguai (AMARANTE; SANTOS, 2011) (AMARANTE et al., 2017).

. A goiabeira serrana é um arbusto perenifólio, com 2 a 6 m de altura e tronco bastante ramificado (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), as flores aparecem isoladamente e as pétalas são comestíveis e de sabor doce (HOFFMAN et al., 1994).



Figura 1- Goiabeira-Serrana

Fonte:(“Viveiro do Bagé”, [s.d.]

O fruto da feijoa (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) é classificado como um pseudofruto do tipo pomo, é uma baga com formato oblongo, polpa cor gelo, casca lisa, semirrugosa ou rugosa, com diâmetro de 3-5 cm, comprimento de 4-10 cm, peso de 20-250 g e rendimento de polpa de 15-50% (AMARANTE; SANTOS, 2011).



Figura 2- Fruto de *Acca sellowiana*

Fonte:(HFG SHOPPING, 2010).

Os frutos carnosos mostram grande potencial econômico, devido as suas qualidades organolépticas; sabor e aroma doce-acidulados e com excelente aroma penetrante, sendo consumidos *in natura* e empregados na fabricação de sucos, geleias, sorvetes, iogurte, *smoothies*, vinho e licores. (ESEMANN-QUADROS et al., 2008; AMARANTE et al., 2013).

Recentemente, o interesse pela goiaba serrana vem aumentando em diversos países, não apenas pela preferência ou pelo gosto da população, mas também pelos benefícios à saúde, principalmente pelo poder bioativo e funcional que essa fruta pode desempenhar no organismo. A feijoa é fonte de vitaminas e minerais, apresenta atividade antibacteriana, antioxidante, anti-inflamatória, antialérgica, supressora de células cancerígenas, nefroprotetora (proteção renal), gastroprotetora (anti-úlceras), sendo que a presença de flavonoides auxilia na atividade imunológica (DEGENHARDT et al., 2001; BENINCÁ, 2014).

A goiaba serrana apresenta diversos compostos bioativos e funcionais importantes, como antioxidantes (isoflavonas, polifenóis), vitamina E, lipídeos, vitamina C, fibras e minerais; além dos benefícios trazidos pelo consumo *in natura*, os resíduos dos frutos são excelentes ingredientes para alimentos funcionais (BENINCÁ, 2014).

#### 1.4 SECAGEM POR *SPRAY DRYING*

A secagem por atomização, também conhecida como *spray drying*, baseia-se na transformação de um produto líquido em sólido, normalmente em forma de pó, por meio de uma corrente de ar aquecida (SOUZA et al., 2015). O processo de secagem por *spray drying* consiste em quatro etapas que incluem: atomização do fluxo líquido, vaporização / secagem do fluxo líquido, formação de partículas e subsequente separação e coleta de partículas (SCHAFROTH et al., 2012)

O *spray dryer* é utilizado na desidratação de alimentos líquidos, como leite ou café solúvel, ou alimentos pastosos, e consiste basicamente de uma câmara, geralmente cônica, de diâmetro e altura devidamente calculados, na qual o fluido a ser desidratado é introduzido por aspensão sob pressão, por meio de bicos atomizadores, resultando em microgotas (MOREIRA, 2007).

O princípio da técnica consiste em pulverizar o produto em finas gotas formando uma névoa. Desde o momento de sua formação, essa névoa está em contato com uma corrente de ar quente (120 a 250 °C em alimentos agroindustriais) que atua por sua vez como fluido aquecedor e como veículo transportador de umidade. A imediata evaporação transforma as gotas líquidas em partículas sólidas que são separadas mediante um ciclone primário que se forma na saída da câmara de secagem. Mediante uma ventilação de aspiração apropriada, um ciclone secundário recupera as partículas mais finas que tendem a permanecer em suspensão no recinto de secagem (BARBOSA, 2010).

O processo de secagem por atomização vem sendo usado há décadas em diversos processos industriais para a obtenção de materiais desidratados na forma de pós finos. Os primeiros registros do processo de secagem por atomização datam do século XVIII, através da secagem de ovos e a primeira patente é datada em 1872. A utilização do processo em secagem industrial iniciou na primeira metade do século XX, na produção de leite e sabão, ambos na forma de pó. (BARBOSA, 2010; SOUZA et al., 2015).

### 1.5 MICROENCAPSULAÇÃO

Encapsulação significa envolvimento ou captura de uma substância por outra; é um processo de empacotamento de partículas em cápsulas. O material encapsulado é denominado recheio ou núcleo que pode ser um líquido ou um sólido, e o material encapsulante é chamado de cobertura, parede ou matriz o qual geralmente é um polissacarídeo (AZEREDO, 2005; MOREIRA, 2007).

As microcápsulas podem ter ainda mais de um núcleo, ou várias paredes para um mesmo núcleo, a Figura 3 apresenta alguns dos principais modelos de microcápsulas: matriz (microesfera), microcápsula simples, simples irregular, duas paredes, vários núcleos e agrupamento de microcápsulas (AZEREDO, 2005).



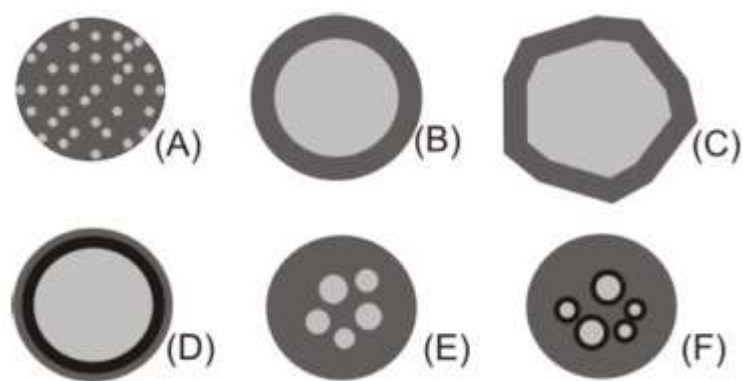


Figura 3- Alguns modelos de microcápsulas. (A): matriz (microesfera); (B): microcápsula simples; (C): simples, irregular; (D): duas paredes; (E): vários núcleos; (F): agrupamento de microcápsulas.

Fonte:(AZEREDO, 2005)

A indústria de alimentos utiliza a encapsulação por várias razões e objetivos, destacando-se: transformar líquidos em sólidos para uso em sistemas secos; reduzir as interações do núcleo com fatores ambientais (luz, oxigênio e umidade); separar componentes reativos ou incompatíveis; reduzir a taxa de migração do material do núcleo para o ambiente externo (por exemplo, por evaporação, que é muito rápida no caso de compostos de sabor não encapsulados); mascarar o sabor e o odor do material ativo; aumentar o *shelf life* (vida prateleira/ prazo de validade); e melhorar as condições de manuseio do material ativo através da redução da higroscopicidade, prevenção da formação de aglomerados, dispersão uniforme do material ativo em misturas, principalmente quando em pequenas quantidades, dando-lhe dimensões e superfície similares às dos demais componentes (AZEREDO, 2005; MOREIRA, 2007; BIANCHI, 2017).

Outro importante objetivo é permitir que a liberação do material do núcleo ocorra lentamente, ou a partir da ocorrência de um certo evento. Esse conceito é denominado de liberação controlada, podendo, portanto, referir-se ao controle do início da liberação ou da taxa de liberação (MOREIRA, 2007).

### 1.5.1 Agentes Encapsulantes

O agente encapsulante é basicamente um material com capacidade para formar filmes, sendo o principal determinante das propriedades funcionais das cápsulas. Para

a escolha do material a ser utilizado como agente encapsulante deve levar em consideração uma série de fatores, como propriedades físicas e químicas do núcleo (porosidade, solubilidade etc.) e da parede (viscosidade, propriedades mecânicas, transição vítrea, capacidade de formação de filme etc.), a não reatividade com o material a ser encapsulado, compatibilidade do núcleo com a parede, mecanismo de controle da liberação ideal e fatores econômicos. Os carboidratos são os materiais mais utilizados para encapsulação, graças à sua capacidade de se ligar a compostos de sabor, além de sua diversidade e baixo custo (AZEREDO, 2005; BIANCHI, 2017).

A estabilidade de emulsões é um fator importante a se considerar para encapsulação de compostos de sabor, uma vez que estes são geralmente insolúveis em água. Para atuar como emulsificante, um composto deve conter grupamentos hidrofílicos e hidrofóbicos; quanto maior a capacidade emulsificante do encapsulante, melhor a retenção de compostos. Os encapsulantes devem atender ainda aos seguintes requisitos: boas propriedades de formação de filme; baixa higroscopicidade; baixa viscosidade a altas concentrações de sólidos; sabor e odor suaves; fácil reconstituição; baixo custo. Na prática, muitas vezes, pelo fato de um mesmo composto não englobar todas essas propriedades, usam-se misturas (AZEREDO, 2005).

Diversos agentes encapsulantes estão disponíveis para este processo, no entanto, para a aplicação em alimentos, são comumente utilizados biopolímeros, provenientes de várias fontes, como goma arábica, alginatos, carragenas, amidos e maltodextrina em diferentes graus de dextrose equivalente (NUNES, 2014). Neste trabalho foi utilizado dois tipos de agentes encapsulantes, a goma arábica e a maltodextrina.

A goma arábica (ou goma acácia) é uma goma neutra ou levemente ácida que é extraída a partir do exsudado de árvores de Acácia. Constituída por um arranjo altamente ramificado de galactose, arabinose, ramnose e ácido glucurônico, contendo ainda cerca de 2% de um componente proteico ligado covalentemente a esse arranjo molecular, exercendo um papel crucial na determinação das propriedades emulsificantes da goma (AZEREDO, 2005; BIANCHI, 2017)

A goma arábica é considerada historicamente como um material encapsulante por excelência graças, à sua solubilidade, baixa viscosidade, boas propriedades emulsificantes, sabor suave e alta estabilidade oxidativa conferida ao núcleo, por outro lado, tem alto custo e problemas de disponibilidade, já que é produzida em regiões

sujeitas à variações climáticas imprevisíveis e conflitos políticos, o que pode comprometer sua oferta (MOREIRA, 2007).

Maltodextrinas são carboidratos formados por hidrólise parcial, através da ação de ácidos ou enzimas e estão disponíveis em diferentes níveis de dextrose equivalente, indicando o nível de hidrólise do polímero de amido (GHARSALLAOUI et al., 2007)

As maltodextrinas são amplamente utilizadas em processos de microencapsulação pois garantem a proteção dos materiais encapsulados contra oxidação e apresentam boas propriedades físico-químicas tais como, alta solubilidade em água, baixa viscosidade, e produção de soluções incolores (NUNES, 2014). Devido à sua baixa viscosidade a altas concentrações, as maltodextrina têm sido estudada como possível substituto para a goma arábica em emulsões atomizadas. Por outro lado, a maltodextrina têm baixa capacidade emulsificante (AZEREDO, 2005).

## 1.6 ANTIOXIDANTES

Os processos de oxidação de substâncias orgânicas são uma das principais causas da redução da vida de prateleira dos produtos alimentícios industrializados bem como das matérias-primas em geral (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004). De forma geral, um antioxidante é toda substância que presentes em baixas concentrações em relação ao substrato oxidável, inibe ou retarda a oxidação do substrato (VASCONCELOS et al., 2014).

O efeito antioxidante dos compostos fenólicos se deve à atividade de eliminação direta de radicais livres presentes no organismo, prevenindo o dano oxidativo nos sistemas celulares de acordo com a estrutura química e concentração dos compostos fenólicos nos alimentos (SHAHIDI, 2004; MELO et al., 2008).

Os alimentos funcionais são aqueles que contêm um ou mais compostos que produzem efeitos fisiológicos ou metabólicos, podendo atrasar o estabelecimento de doenças degenerativas e, com isso, melhorar a qualidade e a expectativa de vida, entre os compostos com propriedades funcionais em alimentos, um grande destaque tem sido dado aos antioxidantes (MOREIRA, 2007; VIDAL et al., 2012).

Para avaliar a atividade antioxidante *in vitro*, utiliza se diversas técnicas entre elas, os métodos baseados nas reações de transferência de elétron (TE), destacando-se

os métodos DPPH (2,2- difenil-1-picril-hidrazila), ABTS [2,2, azinobis (3- etilbenzotiazolina-6- ácido sulfônico)], FRAP (Poder Antioxidante de Redução do Ferro) e compostos fenólicos totais.

## 4. METODOLOGIA

### 1.7 OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Foi utilizada a feijoa da cultivar Alcântara, cultivada no município de Água Doce/SC localizado a latitude de 26°52'15.6" S, longitude de 51°32'26.0" W e altitude de 1250 m. Os frutos foram coletados em março de 2017, após a coleta os foram transferidos adequadamente para cidade de Pato Branco/PR.

### 1.8 EXTRAÇÃO DA POLPA,

A polpa foi removida manualmente com auxílio de colheres e armazenadas em embalagens de polietileno de baixa densidade e embrulhados em papel alumínio. As polpas foram conservadas em ultra freezer (Indrel Scientific) a -40 °C no Laboratório de Tecnologia de Alimentos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *campus* Pato Branco para os posteriores estudos.

### 1.9 CARACTERIZAÇÃO FÍSICAS E QUÍMICAS

#### 1.9.1 Atividade de Água

A atividade foi determinada utilizando o analisador de atividade de água (Aqualab), obtendo valores na temperatura de 25 °C.

#### 1.9.2 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado de acordo com a metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008) foi pesado de 5 a 10 g da amostra em uma cápsula, previamente aquecida em mufla a 550 °C, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada.

### 1.9.3 Sólidos Solúveis Totais

Para o conteúdo dos sólidos solúveis totais (SST) foi utilizado um refratômetro portátil digital (ATAGO PL-1) no qual foi colocado uma pequena quantidade da polpa de feijoa *in natura* triturada e realizada a leitura no aparelho.

### 1.9.4 pH

O pH foi mensurado utilizando um pHmetro de bancada (Testo modelo 205), com a polpa *in natura* triturada de feijoa diluída em água.

### 1.9.5 Determinação da acidez total titulável

A determinação da acidez total titulável por volumetria com indicador foi feita de acordo com a metodologia do manual do Instituto Adolf Lutz (2008).

Foram utilizados 10 g da polpa triturada diluída em 100 mL de água destilada, com gotas do indicador fenolftaleína sendo agitada moderadamente e feita a medida com um pHmetro de bancada (Testo modelo 205) devidamente calibrado.

A titulação foi realizada com uma solução de hidróxido de sódio  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  até uma faixa de pH (8,2- 8,4).

### 1.9.6 Fibra Alimentar Total

O procedimento do teor de fibra alimentar total (total dietary fiber – TDF) foi determinado pelo método enzimático-gravimétrico utilizando o kit de ensaio para fibras dietéticas totais (Total dietary fiber assay Kit – Megazyme – Código TDF – 100A), conforme método oficial AOAC (1985). Foi utilizado a polpa da feijoa liofilizada para essa análise.

### 1.9.7 Proteínas

A análise de proteínas foi determinada pelo método Kjeldahl de TEDESCO et al. (1995).

## 1.10 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS DO FRUTO *IN NATURA*

A extração da polpa *in natura* foi realizada com 3 tipos de solventes, etanol, acetona e água; sendo os dois primeiros uma extração sequencial, de acordo com as metodologias adaptadas de LARRAURI; RUPÉREZ; SAURA-CALIXTO (1997) e SOUZA (2015).

### 1.10.1 Extrato Hidroalcoólico

Para a extração com etanol utilizou-se 10 g da polpa de feijoa *in natura* triturada, com 40 mL de etanol (50%) deixando extrair por 1 hora sob a ação de um agitador magnético, em temperatura de 25 °C. Em seguida centrifugada a 5000 rpm por 30 minutos, sendo que o sobrenadante foi reservado para análise, mas o precipitado utilizado para a extração com o próximo solvente, acetona. (LARRAURI; RUPÉREZ; SAURA-CALIXTO, 1997; SOUZA, 2015).

### 1.10.2 Extrato com acetona

A extração com acetona foi feita com o precipitado da extração anterior, no qual foi acrescentado 40 mL de acetona (70%) e foram utilizadas as mesmas condições descritas no item 1.10.1 (LARRAURI; RUPÉREZ; SAURA-CALIXTO, 1997; SOUZA, 2015).

### 1.10.3 Extrato Aquoso

Já para a extração com água utilizou-se 10 g de polpa de feijoa *in natura* triturada, com 40 mL de água. A extração ocorreu por 1 hora sob a ação de um agitador

magnético, em temperatura de 25 °C, centrifugada a 5000 rpm por 30 minutos e o sobrenadante reservado para análise (LARRAURI; RUPÉREZ; SAURA-CALIXTO, 1997; SOUZA, 2015).

## 1.11 MICROENCAPSULAÇÃO DA POLPA DE FEIJOA

### 1.11.1 Encapsulamento com maltodextrina (Amostra 1)

A polpa de feijoa foi descongelada sob refrigeração entre 4 a 5 °C por 18 horas, em seguida foi triturada em mini processador de alimentos, peneirada em peneira de aço inox,

O material encapsulante utilizado foi a maltodextrina (Daxia) (20 DE). A determinação do teor de sólidos fez-se necessária para poder adicionar a proporção adequada de amiláceo no preparo da emulsão.

O agente encapsulante foi diluído em água destilada fria na proporção de 1:1, sob agitação mecânica constante, até completa dissolução. Em seguida, foram adicionados 50 mL de água a 80 °C sob agitação por, aproximadamente, 2 minutos. A mistura (encapsulante + água) foi aquecida em forno micro-ondas até sua fervura.

Após o resfriamento, a emulsão foi formada com o auxílio de um homogeneizador Ultra-Turrax (MA-102, São Paulo, Brasil) a uma velocidade de 4000 rpm e, posteriormente, foi adicionado 100 g da polpa de feijoa in, permanecendo em constante agitação por 5 minutos.

Depois da realização desse procedimento, a solução foi diluída em 1 litro de água e filtrada em tecido tipo morim, para a retirada das sementes e resíduos (Figura 4), a fim de se obter uma melhor eficiência no equipamento, e então, a amostra seguiu para a secagem por atomização em *spray dryer*.





Figura 4- Preparo da emulsão: mistura da polpa de feijoa, maltodextrina e água.

#### 1.11.2 Encapsulamento com Goma Arábica (Amostra 2)

A segunda amostra foi preparada nas mesmas condições da amostra 1 (item 1.11.1), ou seja, 100 g da polpa triturada foi adicionada de 10 g de goma arábica (Merk) e submetido ao processo de filtragem e posterior diluição.

Tanto para a preparação da amostra 1 quanto para a amostra 2 a metodologia utilizada já foi testada pelo grupo de pesquisa.

#### 1.11.3 Condições do *Spray Dryer*

Ambas as amostras foram atomizadas em *spray dryer* de bancada (Büchi, B-290, Flawil-Suíça) conforme mostra a Figura 5. A emulsão contendo a polpa de feijoa *in natura* e o agente encapsulante foi alimentada ao secador de pulverização.

A alimentação do secador foi realizada através de uma bomba peristáltica com vazão de 10% *pump* (aproximadamente 5 mL min<sup>-1</sup>), usando tubos de silicone de 6 mm.

A temperatura do ar de entrada no *spray dryer* foi de 120 °C, enquanto que a temperatura do ar de saída foi aproximadamente 90 °C. O diâmetro do orifício do bico injetor foi de 0,7 mm. A taxa de fluxo de ar de secagem foi de 35 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> e pressão de ar de 5 a 8 bar.

Essas condições do método de secagem por *spray drying* já foram testadas pelo grupo de pesquisa e foi utilizada no presente trabalho.



Figura 5- *Spray Dryer* (Büchi, B-290) utilizado para microencapsulação das amostras de feijoa.

#### 1.11.4 Armazenamento das Amostras Microencapsuladas

Após o término da atomização as amostras foram acondicionadas em recipientes de vidro bem vedados como mostra a Figura 66 e armazenadas em um dessecador para proteger as amostras da umidade.



Figura 6- Polpa de feijoa microencapsulada com maltodextrina (Amostra 1) e com goma arábica (Amostra 2).

#### 1.12 MORFOLOGIA DAS MICROCAPSULAS

A morfologia e estrutura das micropartículas foram avaliadas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), na Central de Análises da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. Pequenas quantidades das amostras foram colocadas na superfície de fitas dupla-face, fixadas no porta amostra e examinados no microscópio eletrônico de varredura (TM-3000 Hitachi Tabletop Microscope), as amostras foram observadas em ampliações de 500, 1000, 1500 e 2500 vezes.

### 1.13 EFICIÊNCIA DE ENCAPSULAMENTO

A eficiência de encapsulação foi avaliada pela determinação do teor total de compostos fenólicos que foram microencapsulados e compostos fenólicos totais (presentes na superfície das microcápsulas e os que foram encapsulados). A eficiência de encapsulação foi calculada de acordo com SELAMAT; MUHAMAD; SARMIDI (2009), como mostrado na equação abaixo:

$$\text{Eficiência de encapsulação (\%)} = \frac{(FT-FS) \times 100}{FT} \quad \text{Equação 1}$$

Onde FT são os compostos fenólicos totais no interior das microcápsulas e FS os compostos fenólicos totais presentes na superfície (SELAMAT; MUHAMAD; SARMIDI, 2009; ALMEIDA, 2013).

Os extratos utilizados para determinar a eficiência da encapsulação foram feitos de duas maneiras, sendo a primeira com a ruptura das microcápsulas para a quantificação dos compostos fenólicos que estavam microencapsulados. E a segunda extração dos compostos fenólicos que estavam na superfície das microcápsulas, ou seja, os compostos fenólicos que não foram microencapsulados.

#### 1.13.1 Ruptura das Microcápsulas

Para a realização da determinação de compostos fenólicos totais e a eficiência de encapsulamento das amostras microencapsuladas (amostras 1 e 2), foi necessário fazer a rupturas das mesmas, para isso, utilizou 0,375 g da amostra atomizada com 15 mL de metanol 80% (v/v) acidulado (0,1% de HCl), sonicadas no banho de ultrassom durante 15 minutos, em seguida centrifugadas (Thermo scientific, ST 16R) a 6000 rpm por 5 minutos, obtendo-se assim os extratos das amostras para as análises seguindo a metodologia de SILVA (2016).

#### 1.13.2 Extração dos Compostos Fenólicos da Superfície

Para a extração dos compostos fenólicos não microencapsulados, aqueles localizados na superfície das micropartículas foi utilizado a metodologia de ALMEIDA

(2013), na qual foram dissolvidos 0,2 g da feijoa microencapsulada em 2,0 mL de etanol. A mistura foi agitada e centrifugada (Thermo scientific, ST 16R) a 4000xg durante 2 minutos. Em seguida foi quantificado o teor de compostos fenólicos do sobrenadante e o resultado obtido foi utilizado para o cálculo da eficiência da encapsulação.

### 1.13.3 Determinação de Compostos Fenólicos Totais para a Eficiência da Microencapsulação

O reagente folin-ciocalteau é formado a partir de heteropoliácidos fosfomolibdicos e fosfotungsticos, esse método envolve a oxidação de fenóis e a medida colorimétrica é feita pela formação de um complexo azul Mo-W (ALMEIDA, 2013). Os compostos fenólicos totais foram determinados de acordo com a metodologia de SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA-RAVENTÓS (1999), na qual foi preparada as soluções de folin-ciocalteau (10%), carbonato de Sódio (4%) e ácido gálico (150 ppm).

A curva padrão de ácido gálico foi feita a partir da solução de ácido gálico (150 ppm) a qual foi utilizada diluições de 150, 125, 100, 75, 50, 25, 10, 5 e 2,5 ppm.

Análise das amostras foi feita com alíquotas de 500  $\mu\text{L}$  da amostra em um tubo de ensaio com 2,5 mL do reagente folin-ciocalteau (10%) sendo misturados e deixados em repouso por 5 min. Em seguida foi adicionado 2 mL de carbonato de sódio (4%) e homogeneizado, a mistura foi mantida em repouso por 2 horas sob o abrigo da luz, as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 740 nm. E o branco foi produzido com 500  $\mu\text{L}$  de água destilada com 2,5 mL do reagente folin-ciocalteau (10%) e 2 mL de carbonato de sódio (4%). O conteúdo de compostos fenólicos totais foi expresso em equivalente de ácido gálico ( $\text{mg EAG g}^{-1}$  massa seca).

## 1.14 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

### 1.14.1 ABTS

Um dos métodos mais utilizados para medir a atividade antioxidante é através da captura do radical 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS), que pode ser gerado através de uma reação química, eletroquímica ou enzimática, com essa metodologia, pode-se medir a atividade de compostos de natureza hidrofílica e lipofílica (RUFINO et al., 2007a).

A capacidade de sequestrar o radical ABTS foi determinada pela metodologia descrita por RE et al., (1999). Foi então preparado 50 mL de uma solução estoque de ABTS de 7 mmol L<sup>-1</sup> sendo transferida para um frasco de vidro âmbar, devidamente etiquetado, a qual pode ficar armazenada sob refrigeração por até um mês. Também foi preparado 10 mL da solução de persulfato de potássio 140 mmol L<sup>-1</sup> a qual foi transferida para um frasco de vidro âmbar etiquetado, essa solução também pode ser armazenada por até 1 mês em temperatura ambiente.

O preparo do radical ABTS foi feito a partir da reação de 5 mL da solução estoque de ABTS (7 mmol L<sup>-1</sup>) com 88 µL da solução de persulfato de potássio (140 mmol L<sup>-1</sup>). A mistura foi mantida no escuro em temperatura ambiente, por 16 horas. Após esse tempo foi diluído 1 mL desta mistura em álcool etílico até obter uma absorvância de 0,70 ± 0,05 no comprimento de onda ( $\lambda$ ) de 734 nm. Preparado e usado apenas no dia da análise.

Com os extratos das amostras pronto, foi preparado três diluições diferentes para cada amostra e feito a análise em triplicata. Transferiu-se uma alíquota de 30 µL de cada diluição do extrato das amostras para tubos de ensaio com 3,0 mL da solução de ABTS+, que foram homogeneizados manualmente e deixados em local escuro por 6 minutos, após esse tempo foi realizada a leitura no espectrofotômetro em 734 nm e foi utilizado como branco, o álcool etílico, para calibrar o espectrofotômetro.

Foi utilizado como padrão a curva do trolox, então foi preparada uma solução padrão de trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico) de 2000 ppm sendo transferida para um frasco de vidro âmbar, preparada e utilizada no dia da análise.

A partir da solução padrão de trolox (2000 ppm) foi preparado, em balões volumétricos de 10 mL, soluções variando a concentração de 100 ppm a 2000 ppm,

para a determinação da curva-padrão. Na qual foi transferido uma alíquota de 30 µL de cada solução de trolox (100 ppm, 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm e 2.000 ppm) para tubos de ensaio sendo misturado com 3,0 mL da solução do radical ABTS e homogeneizado manualmente. Após 6 minutos foi realizada a leitura no espectrofotômetro em 734 nm e utilizado álcool etílico como branco para calibrar o espectrofotômetro. Os resultados da atividade antioxidante foram expressos em mmol TEAC g<sup>-1</sup> de amostra (TEAC – capacidade antioxidante equivalente a trolox).

#### 1.14.2 DPPH

O método DPPH é baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorbância a 515 nm. O DPPH é um radical livre que pode ser obtido diretamente por dissolução do reagente em meio orgânico (RUFINO et al., 2007b).

A atividade de sequestro do radical DPPH foi determinada pela método proposto por BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET (1995). Foi preparada uma solução de DPPH 0,5 mmol L<sup>-1</sup>, esta foi feita dissolvendo 0,0232g de DPPH em álcool etílico completando o volume para 100 mL em um balão volumétrico com álcool etílico, homogeneizada e transferida para um frasco de vidro âmbar, devidamente etiquetado, sendo preparada e usada apenas no dia da análise.

Foi utilizada 500 µL das diluições preparadas dos extratos das amostras em tubos de ensaio com 3 mL de álcool etílico (80%) mais 300 µL da solução de DPPH (0,5 mmol L<sup>-1</sup>) deixado reagir por 45 minutos. Para o branco foi utilizado 500 µL das diluições preparadas dos extratos das amostras em tubos de ensaio com 3,3 mL de álcool etílico (80%) o branco é utilizado para descartar uma possível coloração da amostra. E para o controle foi utilizado 3,5 mL de álcool etílico (80%) com 300 µL da solução de DPPH, sendo que sua leitura no espectrofotômetro precisa ficar acima de 0,400nm. O espectrofotômetro foi zerado em 517 nm com etanol (99,5%).

Foi utilizado como padrão a curva do trolox, então foi preparada uma solução padrão de trolox de 2000 ppm. A partir da solução padrão de trolox (2000 ppm) foi preparado soluções variando a concentração de 15 ppm a 100 ppm. Sendo transferido uma alíquota de 500 µL das diluições de cada solução de trolox (15 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm e 100 ppm) para tubos de ensaio sendo misturado com 3,0 mL da

solução de álcool etílico (80%) mais 300  $\mu\text{L}$  da solução de DPPH ( $0,5 \text{ mmol L}^{-1}$ ) deixado reagir por 45 minutos. Os resultados foram expressos em  $\text{mmol de Trolox g}^{-1}$ .

#### 1.14.3 FRAP

O método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) – Poder Antioxidante de Redução do Ferro é uma alternativa desenvolvida para determinar a redução do ferro em fluidos biológicos e soluções aquosas de compostos puros. O método pode ser aplicado não somente para estudos da atividade antioxidante em extratos de alimentos e bebidas, mas, também, para o estudo da eficiência antioxidante de substâncias puras, com resultados comparáveis àqueles obtidos com outras metodologias mais complexas (RUFINO et al., 2006).

A determinação da atividade antioxidante por meio da redução do ferro (FRAP) foi realizada de acordo com a metodologia de BENZIE; STRAIN, (1996). Foi preparado as seguintes soluções: HCl ( $40 \text{ mmol L}^{-1}$ ) TPTZ ( $10 \text{ mmol L}^{-1}$ ), cloreto Férrico ( $20 \text{ mmol L}^{-1}$ ), tampão acetato ( $0,3 \text{ mol L}^{-1}$ ) pH 3,6.

Para a solução do reagente FRAP foi utilizado 25 mL de tampão acetato com 2,5 mL da solução de TPTZ e 2,5 mL da solução aquosa de cloreto férrico. E também foi preparado uma solução padrão de sulfato ferroso ( $2 \text{ mmol L}^{-1}$ ), para a curva padrão de sulfato utilizou se diluições de 200, 500, 1000, 1500 e 2000 ppm.

A curva padrão foi feita no escuro sendo misturado 90  $\mu\text{L}$  de solução sulfato ferroso em tubos de ensaio com 270  $\mu\text{L}$  de  $\text{H}_2\text{O}$  destilada e misturado com 2,7 mL do reagente FRAP, mantido em banho-maria a  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ . A leitura foi feita em 595 nm após 30 min da mistura e foi utilizado o reagente FRAP como branco para calibrar o espectrofotômetro.

A análise das amostras foi feita no escuro sendo transferido uma alíquota de 90  $\mu\text{L}$  do extrato da amostra em tubos de ensaio com 270  $\mu\text{L}$  de  $\text{H}_2\text{O}$  destilada e 2,7 mL do reagente FRAP sendo homogeneizado e mantido em banho-maria a  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ . A leitura foi feita em 595 nm após 30 min e foi utilizado o FRAP como branco para calibrar o espectrofotômetro. E os resultados foram expressos em  $\text{mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$  de amostra.



## 5. RESULTADOS

### 1.15 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** são apresentados os resultados dos parâmetros físico-químicos da polpa dos frutos da feijoa *in natura*, esses resultados são seguidos do desvio padrão.

*Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão da caracterização dos frutos de feijoa*

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	RESULTADO
Atividade de Água (Aw)	0,959 ± 0,002
Cinzas (%)	0,35 ± 0,00
SST (°Brix)	12,93 ± 0,12
pH	3,40 ± 0,17
ATT (%)	1,03 ± 0,00
Fibras (%)	19,07 ± 3,22
Proteínas (%)	4,73 ± 2,12

A polpa da feijoa apresentou 0,959 de atividade de água o que está próxima da atividade de água de 0,99 encontrada na polpa de goiaba estudada por MACIEL et al. (2016). Tal valor está dentro do esperado, esses resultados se assemelham por serem frutos com características físicas parecidas e por serem da mesma família botânica.

No estudo de Lima e Rios, (2016) com 3 amostras independentes de goiabeira serrana na análise de cinzas dos frutos encontraram valores de 0,36; 0,37 e 0,61% de cinzas sendo os dois primeiros próximos com o valor encontrado na polpa da feijoa Alcântara (0,35%).

O valor encontrado de sólidos solúveis totais (SST) foi de 12,93 ± 0,12 a unidade é expressa em °Brix, o qual está entre os valores encontrados por SOUZA et al. (2017) em diferentes genótipos de goiabeira-serrana que variou de 8,9 a 13,4 °Brix. O conteúdo de sólidos solúveis encontrado por SANTOS et al. (2017) foi de 11,5 °Brix

para feijoa do Uruguai e 10,6 °Brix para feijoa do Brasil, sendo valores menores que a feijoa da cultivar Alcântara ( $12,93 \pm 0,12$  °Brix).

O pH da polpa da feijoa encontrado foi de 3,40 o que está de acordo com os valores encontrado na feijoa da cultivar Alcântara por AMARANTE et al. (2013) que variaram de 3,1 a 3,7 e próximo ao encontrado por SOUZA (2015) que foi de 3,68 após a colheita do fruto da mesma cultivar

A acidez total titulável (ATT) encontrada foi 1,03%, que é uma valor próximo ao que IELER et al. (2016) que foi 1,13% no cruzamento da feijoa Alcântara e Nonante.

Foi encontrado 19,07% de fibras total alimentar na amostra de feijoa que é um valor maior do que o encontrado por SOUZA (2015) de fibra bruta na polpa do fruto da feijoa da cultivar Alcântara (13,65%), essa diferença é dada pelo motivo que SOUZA, (2015) analisou a fibra bruta, sendo essa menor que a fibra alimentar total.

O valor encontrado de proteína (4,73 %) foi menor do que encontrado de proteína bruta no estudo de SOUZA, (2015) na polpa da feijoa Alcântara (11,85%) SOUZA, (2015) também analisou a proteína bruta das cascas de feijoa da cultivar Helena (4,67%) e na cultivar Mattos (4,80%).

#### 1.16 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

A análise estrutural das microcápsulas de polpa de feijoa com os diferentes agentes encapsulantes obtidas por *spray drying*, realizados através da microscopia eletrônica de varredura pode ser observada nas *Figura 7* e *Figura 8*. Essa análise da estrutura das partículas do pó é muito importante, pois atua como um indicativo positivo da microencapsulação (ALMEIDA et al., 2014).

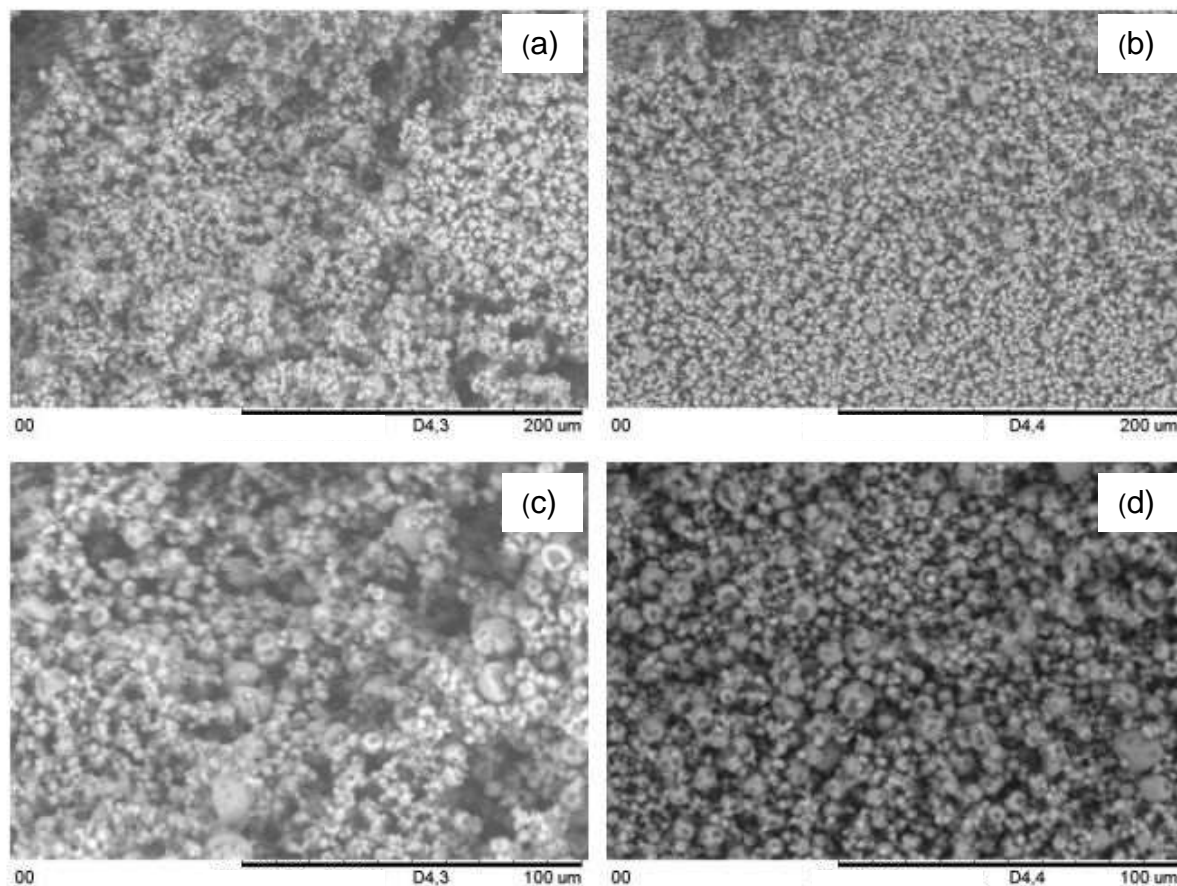


Figura 7- Micrografias obtidas através do microscópio eletrônico de varredura das partículas em pó das amostras 1 e 2 da polpa de feijoa. (a)- amostra 1 (MD) com aumento de 500x. (b)- amostra 2 (GA) com aumento de 500x. (c)- amostra 1 (MD) com aumento de 1000x. (d)- amostra 2 (GA) com aumento de 1000x.

Pode se observar (Figura 7) que a amostra 2 com goma arábica com aumento de 500x se mostrou mais nítida do que na amostra 1 com a maltodextrina com o mesmo aumento. Com o aumento de 1000x pode se observar um leve formato esférico, com mais nitidez na amostra 2 do que na amostra 1.

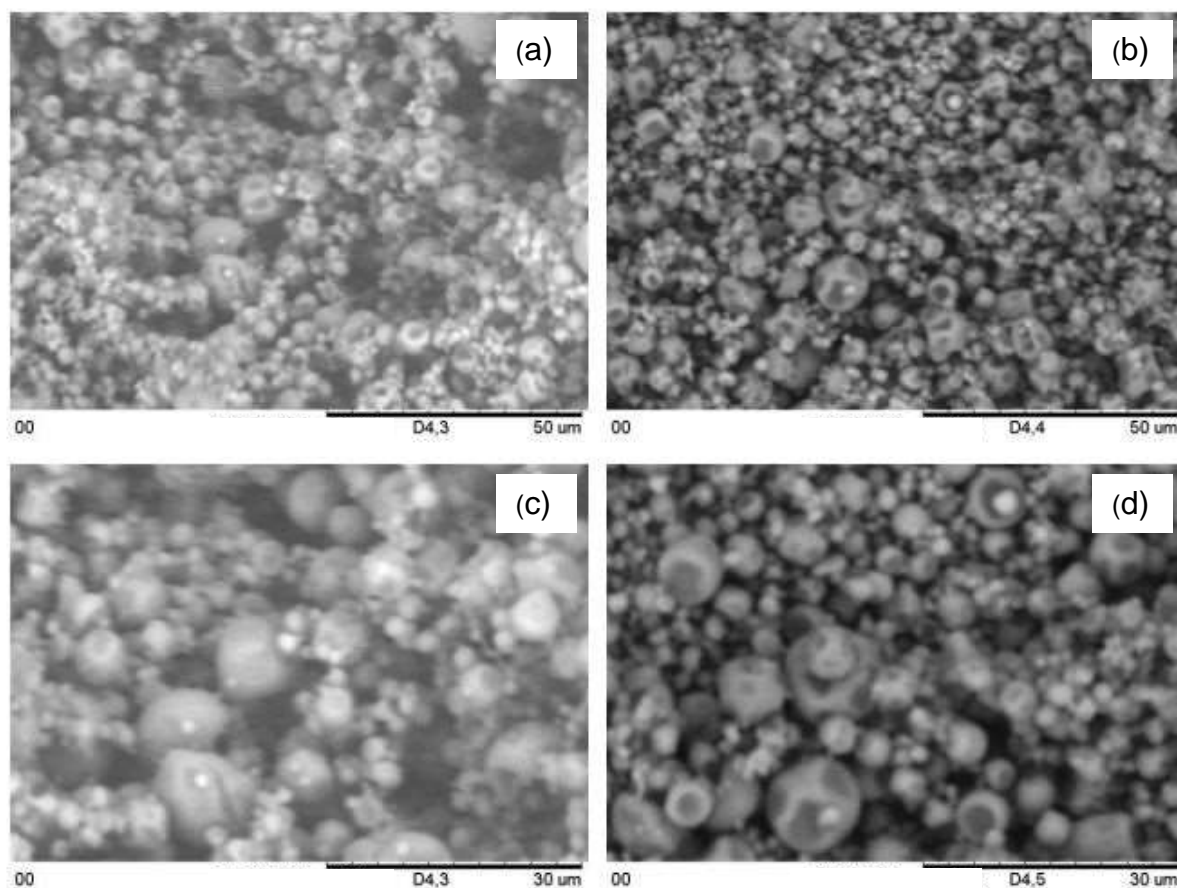


Figura 8- Micrografias obtidas através do microscópio eletrônico de varredura das partículas em pó das amostras 1 e 2 da polpa de feijoa. (a)- amostra 1 (MD) com aumento de 1500x. (b)- amostra 2 (GA) com aumento de 1500x. (c)- amostra 1 (MD) com aumento de 2500x. (d)- amostra 2 (GA) com aumento de 2500x.

Na Figura 8 com o aumento de 1500x e 2500x as características morfológicas são mais visíveis, mesmo não apresentando formatos definidos, pode se observar esferas irregulares tanto nas amostras com maltodextrina e goma arábica e também apresentaram as superfícies com algumas depressões.

Observa-se que a maioria das microcápsulas estão aglomeradas (Figura 7 e 8), ocorrendo o posicionamento de partículas menores na superfície de partículas maiores. Esse fenômeno provavelmente ocorre devido ao processo de secagem por *spray drying*, sendo uma característica que proporciona uma melhor estabilidade nos compostos encapsulados, pois as partículas externas do aglomerado protegem as partículas internas e, conseqüentemente, o extrato presente nos mesmos (MENDES, 2012).

Ambas as amostras apresentaram formato irregular com predominância circular, os defeitos da má formação das microcápsulas devem-se aos equipamentos tanto o *spray dryer* quanto ao microscópio eletrônico de varredura, também aos erros do analista.

### 1.17 EFICIÊNCIA DA MICROENCAPSULAÇÃO

A eficiência da encapsulação (EE) define a quantidade de substância retida no interior das microesferas e depende, entre outros fatores, da afinidade entre o material de parede e a substância microencapsulada (ALMEIDA, 2013).

Os resultados apresentados na Tabela 2 são da determinação dos compostos fenólicos totais das amostras microencapsuladas da polpa da feijoa, amostra 1 (maltodextrina) e amostra 2 (goma arábica).

Tabela 2 - Compostos fenólicos totais contidos no interior das microcápsulas e os compostos fenólicos presentes nas superfícies das microcápsulas.

	<b>Compostos fenólicos no interior da microcápsula (mg EAG*g<sup>-1</sup>) **</b>	<b>Compostos fenólicos da superfície (mg EAG*g<sup>-1</sup>) **</b>
<b>Amostra 1</b>	47,692 ± 1,538	1,549 ± 0,436
<b>Amostra 2</b>	51,699 ± 0,555	2,211 ± 0,042

\*EAG: Equivalente em ácido gálico. \*\*Valores das médias das triplicatas ± desvio padrão.

Através dos valores de compostos fenólicos encontrados e com a equação de eficiência (Equação 1) foi calculado a eficiência da microencapsulação. O resultado de eficiência de microencapsulação encontrado para a amostra 1 de foi de 96,75% e para a amostra 2 foi 95,72%.

NORI et al. (2011) analisaram os microencapsulados de extrato de própolis com uma solução de pectina Genu tipo 8002 (CP Kelco Brasil) e isolado de proteína de soja (SPI) Supro 500E (Solae do Brasil) como agentes encapsulantes em diferentes concentrações, os valores para eficiência de encapsulação foram 72,01 e 66,12%, os quais foram valores inferiores aos encontrados neste trabalho 96,75% com

maltodextrina e 95,72% com goma arábica, essa diferença pode ser atribuída aos diferentes tipos de agentes encapsulantes utilizados e principalmente a técnica de microencapsulação empregada.

No estudo de PEREIRA (2015) a eficiência de encapsulação (EE) no extrato encapsulado do coproduto uva bordô suco (Maltodextrina), safra 2013 teve eficiência de encapsulação de 93,62 %, valor próximo ao encontrado neste trabalho.

## 1.18 ANTIOXIDANTES

A Tabela 3 apresenta os resultados da atividade antioxidante pelos métodos ABTS, DPPH e FRAP nos extratos da polpa *in natura* da feijoa e das amostras microencapsuladas da polpa da feijoa, sendo a amostra 1 (maltodextrina) e amostra 2 (goma arábica).

Tabela 3- Resultado da atividade antioxidante pelos métodos ABTS, DPPH e FRAP nos extratos da polpa *in natura* da feijoa e das amostras microencapsuladas amostra 1 e amostra 2.

	<b>ABTS</b> (mmol TEAC* g <sup>-1</sup> )	<b>DPPH</b> (mmol de Trolox g <sup>-1</sup> )	<b>FRAP</b> (mmol Fe <sup>+2</sup> g <sup>-1</sup> )
<b>Extrato hidroalcoólico</b>	1452,000 ± 56,347	32,455 ± 1,286	66,528 ± 0,396
<b>Extrato com acetona</b>	1850,333 ± 23,629	19,879 ± 2,786	28,088 ± 0,226
<b>Extrato com água</b>	1548,667 ± 20,817	19,879 ± 1,071	44,208 ± 0,057
<b>Amostra 1</b>	1948,667 ± 33,292	30,636 ± 1,286	58,448 ± 0,057
<b>Amostra 2</b>	2003,667 ± 7,638	24,424 ± 0,214	63,408 ± 1,867

\*TEAC: capacidade antioxidante equivalente a Trolox.

Para o método ABTS (Tabela 3) os maiores valores encontrados foram os das amostras microencapsuladas na amostra 2 ( $2003,667 \pm 7,638$  mmol TEAC g<sup>-1</sup>) e na amostra 1 ( $1948,667 \pm 33,292$  mmol TEAC g<sup>-1</sup>), seguido dos extratos de acetona ( $1850,333 \pm 23,629$  mmol TEAC g<sup>-1</sup>), extrato com água ( $1548,667 \pm 20,817$  mmol TEAC g<sup>-1</sup>) e o extrato hidroalcoólico ( $1452,000 \pm 56,347$  mmol TEAC g<sup>-1</sup>).

Ainda tem se poucos estudos da atividade antioxidante da polpa da *Acca sellowiana*, a tabela 4 mostra a comparação resultados das análises de antioxidantes da polpa de feijoa por ABTS e DPPH com dados da literatura. BENINCÁ (2014) analisou a captura do radical ABTS das folhas, casca dos frutos e frutos (casca + polpa) de quatro cultivares diferentes de feijoa, dentre elas a cultivar Alcântara a mesma estudada nesse trabalho. BENINCÁ (2014) encontrou no fruto (casca + polpa) da feijoa Alcântara ( $1044,08$  mmol TEAC g<sup>-1</sup> de ms) o qual é um valor relativamente próximo ao encontrado aqui com a extração hidroalcoólica ( $1452,000 \pm 56,347$  mmol TEAC g<sup>-1</sup>), essa diferença pode estar relacionada ao método extração, pois BENINCÁ (2014) utilizou uma extração sequencial de metanol (50%) e acetona (70%), a matéria prima utilizada para a análise que foi um conjunto da casca e polpa, sendo que aqui foi utilizado apenas a polpa da feijoa filtrada sem sementes

Tabela 4- Comparação dos resultados das análises de antioxidantes da polpa de feijoa por ABTS e DPPH com dados da literatura.

Análise	Amostras	Resultados	Referencias	Resultado da polpa de feijoa Alcântara
<b>ABTS</b> (mmol TEAC* g <sup>-1</sup> )	Extrato (extração sequencial de metanol 50% e acetona 70%) do fruto (casca + polpa) de feijoa da cultivar Alcântara;	1044,08	BENINCÁ (2014)	(HA)- $1452,000 \pm 56,347$
	Cultivar Nonante	3046,86		(GA)- $2003,667 \pm 7,638$
	Cultivar Mattos	2981,25		(MD)- $1948,667 \pm 33,292$
				(AC)- $1850,333 \pm 23,629$
<b>DPPH</b> (μmol TEAC* g <sup>-1</sup> )	Extrato etanólico (40:60 v/v) de folhas secas de jumbo-vermelho	3159,0	PRASNIEWSKI et al., (2017)	(HA)- $32,455 \pm 1,286$ mmol TEAC g <sup>-1</sup>
	Extrato de bagaço de uva com acetato de etila.	2101	KARLING et al. (2017)	(MD)- $30,636 \pm 1,286$ mmol TEAC g <sup>-1</sup>
	Extrato etanólico de bagaço de uva	714,7		(GA)- $24,424 \pm 0,214$ mmol TEAC g <sup>-1</sup>

\*TEAC: capacidade antioxidante equivalente a trolox. (HA) Extrato hidroalcoólico; (AC) Extrato com acetona; (MD) amostra 1 com maltodextrina; (GA) amostra 2 com goma arábica.

Para esse mesmo método (ABTS) BENINCÁ (2014) encontrou nas cultivares Nonante (3046,86 mmol TEAC g<sup>-1</sup> de ms) e Mattos (2981,25 mmol TEAC g<sup>-1</sup> de ms) valores maiores que aos encontrados na amostra 2 (2003,667 ± 7,638 mmol TEAC g<sup>-1</sup>) e amostra 1 (1948,667 ± 33,292 mmol TEAC g<sup>-1</sup>) microencapsuladas e no extrato com acetona (1850,333 ± 23,629 mmol TEAC g<sup>-1</sup>) isso pode ser explicado pelos diferentes métodos de extração, pelas partes do material vegetal analisado como já foi mencionado, também pelo motivo que BENINCÁ, (2014) secou o material analisado em estufa de circulação forçada de ar, durante sete dias, a 40 ± 5 °C, até peso constante.

O acesso 2316 (com potencial para lançamento como cultivar) estudado por BENINCÁ (2014) apresentou 1464,77 mmol TEAC g<sup>-1</sup> de ms com a extração alcoólica de metanol e acetona, que é um valor bem próximo ao encontrado no extrato hidroalcoólico da polpa de feijoa (1452,000 ± 56,347 mmol TEAC g<sup>-1</sup>) devido ser uma extração com solventes semelhantes e menor que o encontrado no extrato aquoso (1548,667 ± 20,817 mmol TEAC g<sup>-1</sup>).

Para o DPPH (Tabela 3) o extrato hidroalcoólico apresentou maior atividade (32,455 ± 1,286 mmol de Trolox g<sup>-1</sup>), seguido das amostras microencapsuladas, amostra 1 (30,636 ± 1,286 mmol de Trolox g<sup>-1</sup>) e amostra 2 (24,424 ± 0,214 mmol de Trolox g<sup>-1</sup>) e os extratos com acetona (19,879 ± 2,786 mmol de Trolox g<sup>-1</sup>) e água (19,879 ± 2,786 mmol de Trolox g<sup>-1</sup>) não tiveram diferença entre si, apresentando a mesma atividade.

Estudo realizado com folhas secas de jambo-vermelho (pertencente à família das Myrtaceae) em extrato etanólico (40:60 v/v), a capacidade antioxidante pelo método DPPH foi 3159,0 ± 435 µmol TEAC g<sup>-1</sup> (PRASNIEWSKI et al., 2017), valor menor do que o encontrado na polpa da feijoa (32,455 ± 1,286 mmol TEAC g<sup>-1</sup>) em extrato hidroalcoólico (tabela 4).

KARLING et al. (2017) estudaram o potencial antioxidante pelo método DPPH em bagaço de uva utilizando técnica de fracionamento líquido-líquido, obtendo valores na fração com acetato de etila (2101 ± 47,9 µmol TEAC g<sup>-1</sup>), no extrato etanólico do bagaço de uva (714,7 ± 25,09 µmol TEAC g<sup>-1</sup>) os quais foram valores menores que na polpa da feijoa *in natura* e nas amostras microencapsulada, isso deve se ao diferente material analisado, métodos de extração entres outros fatores (tabela 4).

Na análise de FRAP (Tabela 3) o extrato hidroalcoólico também apresentou maior atividade (66,528 ± 0,396 mmol Fe<sup>+2</sup> g<sup>-1</sup>), seguido das amostras microencapsuladas,



amostra 2 ( $63,408 \pm 1,867 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$ ) e amostra 1 ( $58,448 \pm 0,057 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$ ), o extrato com água ( $44,208 \pm 0,057 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$ ) e o extrato com acetona foi o que expressou menor poder de redução do ferro ( $28,088 \text{ mmol} \pm 0,226 \text{ Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$ ).

Tabela 5- Comparação dos resultados da análise de antioxidantes da polpa de feijoa pelo método FRAP com dados da literatura.

Análise	Amostras	Resultados	Referencias	Resultado da polpa de feijoa Alcântara
FRAP	Extrato etanólico de coprodutos gerados a partir do processamento de suco de goiaba.	$5,15 \pm 0,57 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$		(HA)- $66,528 \pm 0,396 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$
	Extrato etanólico de coprodutos gerados a partir do processamento de suco de cereja de Barbados.	$24,90 \pm 0,17 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$	ARAUJO et al. (2014)	(AC)- $28,088 \pm 0,226 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$
	Extrato etanólico de coprodutos gerados a partir do processamento de suco de manga.	$26,80 \pm 0,63 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$	PRASNIEWSKI et al., (2017)	(EA)- $44,208 \pm 0,057 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$ (MD)- $58,448 \pm 0,057 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$
	Extrato etanólico (40:60 v/v) de folhas secas de jambo-vermelho.	$7490,5 \pm 141 \mu\text{mol Fe}_2\text{SO}_4 \text{ g}^{-1}$		(GA)- $63,408 \pm 1,867 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$

(HA) Extrato hidroalcoólico; (AC) Extrato com acetona; (EA) Extrato com água; (MD) amostra 1 com maltodextrina; (GA) amostra 2 com goma arábica.

Estudo realizado por ARAUJO et al. (2014) com coprodutos gerados a partir do processamento de suco de goiaba, manga e cereja de Barbados, submetidos a extração etanólica (Tabela 5), apresentaram a capacidade antioxidante pelo método FRAP no coproduto de goiaba ( $5,15 \pm 0,57 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$  de extrato) sendo esta da mesma família botânica da feijoa (Myrtaceae) mostrou valores menores do que os encontrados na feijoa com a extração hidroalcoólica ( $66,528 \pm 0,396 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$ ). O extrato de acetona da feijoa ( $28,088 \pm 0,226 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$ ) apresentou valor próximo ao encontrado no coproduto de suco de manga ( $26,80 \pm 0,63 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$  de extrato) e no coproduto de cereja de Barbados ( $24,90 \pm 0,17 \text{ mmol Fe}^{+2} \text{ g}^{-1}$  de extrato) (ARAUJO et al., 2014).

PRASNIEWSKI et al.(2017) investigaram a capacidade antioxidante em extrato etanólico das folhas secas de jambo-vermelho (Tabela 5), pelo método FRAP

apresentando  $7490,5 \pm 141 \mu\text{mol Fe}_2\text{SO}_4 \text{ g}^{-1}$ , valor menor do que os encontrados nos diferentes extratos da polpa de feijoa *in natura* e microencapsulada (Tabela 3).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A polpa de feijoa apresentou características físicas e químicas específicas do fruto estudado.

A polpa de *Acca sellowiana* foi microencapsulada em *spray dryer* com dois agentes encapsulantes (maltodextrina e goma arábica). Os compostos fenólicos totais das microcápsulas foram utilizados como indicador para determinar a eficiência de encapsulamento, os quais apresentaram eficiência de encapsulação de 95,72% na amostra 2 e 96,75% na amostra 1, mostrando a maior eficiência da proteção de encapsulamento na amostra com maltodextrina como material de parede, e que essa técnica de microencapsulação pelo *spray dryer* de polpas de frutos é uma boa alternativa para a pós colheita.

Tanto a polpa de feijoa *in natura* quanto na microencapsulada apresentaram atividade antioxidante nos métodos avaliados ABTS, DPPH e FRAP. Os resultados de atividade antioxidante mostraram-se instigantes, especialmente nos testes DPPH e FRAP os quais apresentaram valores expressivos quando comparados com estudos semelhantes.

## 7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Jacqueline de Florio. **Atividade antioxidante e microencapsulação de extrato etanólico de tomilho (*Thymus vulgaris* L.)**. 2013. 70 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2170>>. Acesso em: 11 fev. 2018

ALMEIDA, J. DE F. et al. Atividade Antioxidante in vitro e Microencapsulação por spray drying de extrato hidroalcoólico de Sálvia (*Salvia officinalis* L.). **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 5, n. 2, p. 41–49, 2014.

AMARANTE, C. V. T. DO et al. Qualidade e Potencial de Conservação Pós-Colheita dos Frutos em Cultivares Brasileiras de Goiabeira-Serrana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 990–999, dez. 2013.

AMARANTE, C. V. T. DO et al. Phenolic content and antioxidant activity of fruit of Brazilian genotypes of feijoa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 12, p. 1223–1230, 2017.

AMARANTE, C. V. T. DO; SANTOS, K. L. DOS. Goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 1–2, 2011.

ARAUJO, K. L. G. V. et al. Antioxidant activity of co-products from guava, mango and barbados cherry produced in the Brazilian northeast. **Molecules**, v. 19, n. 3, p. 3110–3119, 2014.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis. , 14 ed., 1985

AZEREDO, H. M. C. DE. Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, p. 89–97, 2005.

BARBOSA, S. J. **Qualidade de suco em pó de mistura de frutas obtido por spray drying**. Janaúba: Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, 2010.

BENINCÁ, T. D. T. **Pós-colheita de Goiabeira serrana: enzimas ligadas ao escurecimento de polpa, revestimentos comestíveis e compostos bioativos**. [s.l.] Universidade do Estado de Santa Catarina, 2014.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The Ferric Reducing Ability of Plasma ( FRAP ) as a Measure of “ Antioxidant Power ”: The FRAP Assay. **Analytical Biochemistry**, v. 76, p. 70–76, 1996.

BIANCHI, Ana Paula. **Avaliação do potencial antioxidante de extratos encapsulados de mirtilo**. 2017. 125 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017. Disponível em: <<http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/1285>>. Acesso em: 02 abr. 2018

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 30, p. 25–30, 1995.

CANO-CHAUCA, M. et al. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 6, n. 4, p. 420–428, dez. 2005.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades Antioxidantes de Compostos Fenólicos. **Visão Acadêmica, Curitiba**, v. 5, n. 1, p. 33–40, 2004.

DEGENHARDT, J. et al. Morfologia floral da goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*) e suas implicações na polinização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 1, p. 718–721, dez. 2001.

ESEMANN-QUADROS, K. et al. Estudo anatômico do crescimento do fruto em *Acca sellowiana* Berg. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 296–302, jun. 2008.

FANTINEL, V. S. et al. Detecção de Fungos em Sementes de *Acca sellowiana* (Berg) Burret. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 17 ago. 2017.

GHARSALLAOUI, A. et al. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. **Food Research International**, v. 40, n. 9, p. 1107–1121, 2007.

HFG SHOPPING. **In season May: Feijoas**. Disponível em: <<https://www.healthyfood.co.nz/articles/2010/may/in-season-may-feijoas>>. Acesso em: 26 out. 2017.

HOFFMAN, A. et al. Influência da Temperatura e do Polietileno no Armazenamento de Frutos de Goiabeira Serrana (*Feijoa sollowiana* Berg.). **Scientia Agricola**, v. 51, n. 3, p. 563–568, 1994.

IELER, J. et al. Qualidade de Frutos em Diferentes Cruzamentos de Goiaba Serrana na Região do Alto Vale do Itajaí, SC. **Agroecol**, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo: Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz., 2008.

KARLING, M. et al. Estudo do potencial antioxidante do bagaço de uva utilizando técnica de fracionamento líquido-líquido. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 12, p. 88–93, 2017.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 1390–1393, 1997.

LIMA, V. R. DE; RIOS, A. DE O. **Caracterização físico-química em frutos de**

**goiabeira-serrana [Acça sellowiana (berg.) Burret].** Farroupilha: SIC - XXVIII SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS, 2016

MACIEL, C. E. P. et al. **Goiaba E Acerola Para Elaboração De Doce Cremoso Diet.** 2016 Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/1615.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2018

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S. **Processamento de sucos de frutas tropicais.** Fortaleza: Editora UFC, 2007.

MELO, E. A. et al. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 2, p. 193–201, 2008.

MENDES, L. G. **Microencapsulação do Corante Natural de Urucum: Uma Análise da Eficiência da Goma do Cajueiro como Material de Parede.** [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2012.

MOREIRA, Germano Eder Gadelha. **Obtenção e caracterização de extrato microencapsulado de resíduo agroindustrial de acerola.** 2007. 86 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Química)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007. Disponível em: <<http://ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/GermanoEGM.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2017.

NORI, M. P. et al. Microencapsulation of propolis extract by complex coacervation. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n. 2, p. 429–435, mar. 2011.

NUNES, G. L. Microencapsulação por spray drying do extrato crioconcentrado de erva mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill) empregando a maltodextrina como agente encapsulante. p. 92, 2014.

PEREIRA, Daiane. **Desenvolvimento de Microcápsulas Bioativas de Coprodutos de Suco e Vinho da Uva Visando sua Aplicação como Antioxidante Natural em**

**Patê de Carne de Frango.** 2015. 135 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/browse?type=author&value=Pereira%2C+Daiane>>. Acesso em: 22 nov. 2017.

PRASNIEWSKI, A. et al. **In Vitro and Ex Vivo Antioxidant Activity of Syzygium malaccense Leaves.** Vitória: 6th BCNP - Brazilian Conference on Natural Products, 2017

QUEK, S. Y.; CHOK, N. K.; SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, v. 46, n. 5, p. 386–392, maio 2007.

RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free radical biology & medicine**, v. 26, n. 9–10, p. 1231–7, maio 1999.

RUFINO, M. DO S. M. et al. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). **Embrapa**, p. 3–6, dez. 2006.

RUFINO, M. DO S. M. et al. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS. **Embrapa**, p. 3–6, jul. 2007a.

RUFINO, M. DO S. M. et al. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. **Embrapa**, p. 0–3, jul. 2007b.

SANTOS, M. D. F. G. DOS et al. QUALITY CHARACTERISTICS OF FRUITS AND OILS OF PALMS NATIVE TO THE BRAZILIAN AMAZON. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. spe, 2017.



SCHAFROTH, N. et al. Nano and microparticle engineering of water insoluble drugs using a novel spray-drying process. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 90, n. 1, p. 8–15, 2012.

SELAMAT, S. N.; MUHAMAD, I. I.; SARMIDI, M. R. Encapsulation of Tocopherol and Tocotrienol in Vitamin-E Using Spray Drying Technique. **The 3rd South East 33 Asian Technical University Consortium (SEATUC) Symposium, 2009.**, p. 143–147, 2009.

SHAHIDI, F. Functional Foods: Their Role in Health Promotion and Disease Prevention. **Journal of Food Science**, v. 69, n. 5, p. 146–149, 2004.

SILVA, Letícia Dangui da. **Atividade antioxidante e antimicrobiana de extratos microencapsulados de ervas aromáticas**. 2016. 61 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5580/1/PB\\_DAQUI\\_2016\\_1\\_3.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5580/1/PB_DAQUI_2016_1_3.pdf)>. Acesso em: 06 nov. 2017.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. 2,6-di-tert-butyl-4-hydroxytoluene. **Methods in enzymology**, v. 299, n. 1974, p. 152–178, 1999.

SOUZA, Alexandra Goede de. **Caracterização física, química, nutricional e antioxidante em frutos e flores de genótipos de goiabeira serrana [Acca sellowiana (Berg.) Burret]**. 2015. 168 p. Tese (Programa de Pós- Graduação em Ciências Agrárias do Centro de Ciências Agroveterinárias)- Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015. Disponível em: <[http://www.cav.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/731/tese\\_alexandra\\_goede\\_de\\_souza.pdf](http://www.cav.udesc.br/arquivos/id_submenu/731/tese_alexandra_goede_de_souza.pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2017.

SOUZA, A. L. R. DE et al. Microencapsulação de Sucos e Polpas de Frutas por Spray Drying: Uma Revisão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, n. 3, p. 327–338, fev. 2015.

SOUZA, R. S. et al. Caracterização dos frutos de genótipos de goiabeira-serrana em sistema orgânico. **Revista da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa**, p. 1–8, set. 2017.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed ed. Porto Alegre: UFRGS/Departamento de Solos, 1995.

VASCONCELOS, T. B. et al. Radicais Livres e Antioxidantes: Proteção ou Perigo? **Revista UNOPAR Científica**, v. 16, n. 3, p. 213–219, 2 jul. 2014.

VIDAL, A. M. et al. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. **Cadernos de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 1, n. 15, p. 43–52, 2012.

**Viveiro do Bagé**. Disponível em: <<http://www.viveirodobage.com.br/goiabaserrana.html>>. Acesso em: 26 out. 2017.

WANG, L. et al. Complex enzyme-assisted extraction releases antioxidative phenolic compositions from guava leaves. **Molecules**, v. 22, n. 10, 2017.

WESTON, R. J. Bioactive products from fruit of the feijoa (*Feijoa sellowiana*, Myrtaceae): A review. **Food Chemistry**, v. 121, p. 923–926, 2010.