

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
CAMPUS CAMPO MOURÃO - PARANÁ

NATARA FÁVARO TOSONI

**ENCAPSULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO DE  
FRAMBOESA (*Rubus idaeus*) PARA APLICAÇÃO COMO CORANTE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO  
2015

NATARA FÁVARO TOSONI

**ENCAPSULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO DE  
FRAMBOESA (*Rubus idaeus*) PARA APLICAÇÃO COMO CORANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos do Departamento Acadêmico de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Campo Mourão, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Manuel S. V. P. Oviedo  
Co-orientador: Prof. Dr. Wyrllen Everson de Souza

CAMPO MOURÃO  
2015

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus pela graça da vida e força em todos os momentos dessa longa caminhada.

Aos meus pais Ademir Tosoni (*In memorian*) e Solange Aparecida Fávoro pelo exemplo de persistência, trabalho e humildade, pelo amor e dedicação durante a vida toda. Em especial a minha mãe, pela força nesse último ano de graduação.

Ao meu irmão Gustavo Tosoni pelo companheirismo, amizade e amor. Pela compreensão nos momentos difíceis e risadas nos bons.

Aos meus avós Ivo Tosoni e Nair Tosoni, e Tios: José Tosoni e Sônia Lopes, Ângelo Benites e Sueli Tosoni, Marcelo Faváoro e Antônio Ragonha, Rosângela Fávoro, Rose Zani pela força concedida e suporte.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo pela paciência, atenção e conselhos. Pelos conhecimentos acadêmicos adquiridos além da pesquisa e do TCC. Pelas conversas de incentivo, oportunidades concedidas durante o curso. E principalmente pela amizade e compreensão.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Wyrllen Everson de Souza pela atenção, conhecimento e compreensão. Também pelos conselhos e conversas. Pela amizade e apoio.

Às minhas mães amigas da graduação Profa. Dra. Ailey Tanamati e Profa. Dra. Maria Josiane Sereia pelos puxões de orelha, pela confiança, atenção e dedicação. Pelo carinho, aprendizado acadêmico e pessoal. As levarei comigo sempre como exemplo de profissionais e seres humanos.

Aos professores doutores Odinei Hess Gonçalves, Fernanda Vitória Leimann, Karla Silva pelas conversas de incentivo e encorajamento nesta última fase do curso.

Aos meus amigos Adrielle Rodrigues dos Santos, Jeanyni Mendes, Katielle Viana, Natália Gimenes, Marcos Vieira, Vanessa Rodrigues, Débora França, Fernanda Barzotto, Aline Lima, Michel Rocha, Giseli Pante, Francielle Viell, Franciele Alves, Juliane Domeni, Bruno Santos e Rafael Sanches pelo companheirismo e amizade.

À Luana Ferracini pela parceria essencial para a conclusão deste projeto.

Ao meu namorado Pedro Yamamoto pelo carinho, apoio e atenção nos momentos difíceis.

À UTFPR, aos professores do Departamento Acadêmico de Alimentos e aos demais funcionários, que são responsáveis pela minha formação.

Aos membros da banca examinadora pelas correções e sugestões

apresentadas.

À todos que contribuíram, direta ou indiretamente, e que fizeram parte da minha vida acadêmica, os meus sinceros agradecimentos.

Muito Obrigada!



**Ministério da Educação**  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
**Departamento Acadêmico de Alimentos**



---

---

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**ENCAPSULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO DE FRAMBOESA (*Rubus idaeus*)  
PARA APLICAÇÃO COMO CORANTE**

POR

NATARA FÁVARO TOSONI

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 30-11-2015 às 15:30 como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. A candidata foi argüida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

---

Prof. Dr. Manuel S. V. P. Oviedo

Orientador

---

Prof. Dr. Wyrllen Everson de Souza

Co- Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fernanda Vitória Leimann

Membro da banca

---

Prof. Dr. Alexandre Azevedo

Membro da banca

---

**Nota:** O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da UTFPR *Campus* Campo Mourão.

## RESUMO

TOSONI, N. F. **Encapsulação e caracterização do extrato aquoso de framboesa (*Rubus idaeus*) para aplicação como corante**. 35. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão. 2015.

A indústria de alimentos demonstra interesse por estudos voltados ao desenvolvimento de produtos naturais. Em resposta os pigmentos naturais, estão sendo amplamente estudados, pois, participam do metabolismo biológico da planta atuando como antioxidantes celulares. O objetivo deste estudo foi extrair e microencapsular o extrato natural da framboesa (*Rubus idaeus*) por *spray dryer* usando goma arábica e maltodextrina como materiais de parede, caracterizar e avaliar a estabilidade de compostos bioativos dos materiais microencapsulados. Dos resultados obtidos, o teor de antocianinas monoméricas ( $15,8 \pm 0,8$  mg de cianidina-3-glucosídeo/100 g de extrato), flavonoides totais ( $1,1 \pm 0,2$  mg equivalente quercetina/100g) e compostos fenólicos totais ( $621,2 \pm 52,5$  mgEAG/100g) foram maiores para o extrato aquoso, porém foi a amostra com menor estabilidade. Ao longo dos 14 dias a amostra que utilizou a goma arábica foi a que menos perdeu compostos fenólicos. A estabilidade de cor dos três tratamentos foram iguais.

**Palavras-Chaves:** Corante. Framboesa. Encapsulação.

## ABSTRACT

TOSONI, N. F. **Encapsulation and characterization of aqueous extract of raspberry ( *Rubus idaeus* ) for use as dye.** 35. 2015. Term paper. Food Engineering. Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão. 2015.

The food industry shows the interest for studies aimed at the development of natural products. Thus, the natural pigments have been widely studied, because they take part of the biological metabolism of the plant, acting as an cellular antioxidant. The aim of this study was to extract and microencapsulate the natural extract of raspberry (*Rubus idaeus*) through spray dryer with maltodextrin and gum arabic as wall materials; characterize and evaluate the stability of the bioactive compounds of the microencapsulated materials. Comparing the obtained results, the level of monomeric anthocyanin ( $15,8 \pm 0,8$  mg of cyanidin-3-glucoside/100 g of extract), total flavonoids ( $1,1 \pm 0,2$  mg quercetin equivalent/100 g) and the total phenolic compounds ( $621,2 \pm 52,5$  mgEAG/100g) were greater for the aqueous extract, however it was the sample with less stability. Over the 14 days, the sample with gum Arabic was the one that lost less phenolic compounds. The color stability of the three treatments were the same.

**Keywords:** Dye. Raspberry. Encapsulation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estrutura química das antocianinas .....	14
Figura 2- Da esquerda para direita: 1) Extrato aquoso de framboesa; 2) Encapsulado com maltodextrina; 3) Encapsulado com goma arábica; .....	25
Figura 3 Microencapsulado com maltodextrina com alta umidade .....	28



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Umidade, rendimento e eficiência da encapsulação do extrato de framboesa encapsulada com goma arábica e maltodextrina. ....	25
<b>Tabela 2-</b> Antocianinas monoméricas (mg de cianidina-3-glucosídeo/100 g de extrato) do extrato de framboesa aquoso e encapsulada com goma arábica e maltodextrina. ....	27
<b>Tabela 3-</b> Médias e desvios padrão dos compostos fenólicos totais (mgEAG/100 g) do extrato aquoso de framboesa e dos corantes encapsulados com maltodextrina e goma arábica ao longo de 14 dias de armazenamento. ....	28
<b>Tabela 4-</b> Antioxidantes (%) do extrato aquoso de framboesa e encapsulada com goma arábica e maltodextrina. ....	29
<b>Tabela 5-</b> Flavonoides (mg equivalente quercetina/ 100 g) do extrato líquido de framboesa e encapsulada com goma arábica e maltodextrina. ....	30
<b>Tabela 6-</b> Alteração de cor sofrida no extrato aquoso e encapsulado durante o tempo de armazenamento de 14 dias .....	30

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.1	CORANTES.....	13
2.4	MICROENCAPSULAÇÃO E MATERIAIS DE PAREDES.....	14
3	OBJETIVOS.....	16
3.1	OBJETIVO GERAL.....	16
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4	MATERIAL E MÉTODOS .....	17
4.1	PREPARO DO EXTRATO.....	17
4.1.1	Extração.....	17
4.1.2	Microencapsulação .....	17
4.2	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO EXTRATO AQUOSO E MICROENCAPSULADAS .....	18
4.2.1	Umidade.....	18
4.2.2	Rendimento .....	18
4.2.3	Ruptura das cápsulas .....	18
4.2.4	Eficiência da encapsulação.....	19
4.2.5	Antocianinas .....	19
4.2.6	Compostos fenólicos totais .....	21
4.2.7	Atividade antioxidante.....	21
4.2.8	Perda total no período de estocagem .....	22
4.2.9	Flavonoides totais.....	22
4.3	ESTABILIDADE DA COR DOS EXTRATOS.....	23
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
5.1	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO EXTRATO AQUOSO E ENCAPSULADO .....	25
5.1.1	Umidade.....	25
5.1.2	Rendimento .....	26
5.1.3	Eficiência da encapsulação.....	26
5.1.4	Antocianinas .....	27

	11
5.1.5 Compostos fenólicos totais .....	28
5.1.6 Atividade antioxidante .....	29
5.1.7 Flavonoides .....	29
5.2 ESTABILIDADE DA COR DO EXTRATO AQUOSO E ENCAPSULADO .....	30
6 CONCLUSÃO .....	31
7 REFERÊNCIAS .....	32

## 1 INTRODUÇÃO

O progresso da qualidade de vida da população vem despertando o interesse na indústria alimentícia em desenvolver produtos com características físico-químicas e sensoriais diferenciadas e que causem efeitos potencialmente favoráveis aos consumidores, nutrindo-os, prevenindo-os de doenças e proporcionando-lhe saúde e bem estar (CORTE, 2008). Em resposta os pigmentos naturais, encontrados em frutas, hortaliças e verduras, estão sendo amplamente estudados, pois, participam do metabolismo biológico da planta atuando como antioxidantes celulares.

A busca por insumos capazes de melhorar, realçar ou padronizar a cor dos alimentos processados pela indústria aliado a preferência cada vez maior por corantes naturais deve-se principalmente à preocupação dos consumidores sobre os efeitos prejudiciais dos pigmentos sintéticos à saúde, além de limitações destes amparadas pela legislação (DUFOSSÉ et al, 2005; CAMPOS, 2010).

Dentre estes, estão a classe das antocianinas, cuja é responsável pela coloração de vários alimentos e flores. Sua faixa de coloração vai do vermelho ao azul, dependendo da antocianina utilizada e da faixa de pH. A intenção de utilizar esta classe de pigmentos está associada a uma enorme gama de benefícios, além de atuar como corante, as antocianinas, ajudam na estabilidade dos produtos, devido a sua propriedade antioxidante (MALLMANN, 2011).

Porém, sua utilização ainda é limitada, devido a instabilidade a diversas condições de armazenamento e extração, como exposição à luz, pH e temperatura (FAVARO-TRINDADE; PINHO; ROCHA, 2008). Em detrimento a estes inconvenientes, uma das alternativas é o uso da técnica de microencapsulação, que visa proteger o composto desejado através de uma parede de proteção que podem ser amido, proteína, gomas, etc.

A fim de proteger o pigmento de fatores externos propõe-se neste trabalho a microencapsulação por pulverização em *Spray Drier*. A técnica consiste em formar uma fina camada protetora envolvendo o composto desejado. Dentre as inúmeras vantagens da técnica, está o aumento da estabilidade, pois, serve como barreira ao calor, umidade, e outros agentes (TOSONI & RODRIGUES, 2013).

Pertencente ao gênero *Rubus*, a Framboesa (*Rubus Idaeus*), é uma das frutas de pequeno porte rica em antocianinas. Seu consumo cresceu ao passar do tempo devido aos grandes benefícios apontados em estudos; porém, é uma fruta

altamente perecível e dificulta a difusão desta em diversas regiões. Entretanto, a framboesa geralmente é disposta em forma de geleias, caldas, ou até mesmo congelada (BOWEN-FORBES; ZANG & NAIR, 2010; HAFFNER, K. et al, 2001) .

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 CORANTES**

Além de proporcionar maior atratividade, os corantes são utilizados para restaurar a cor perdida durante o processamento e armazenamento de produtos alimentícios; homogeneizar os pigmentos de produtos com matérias primas diferentes; e intensificar as cores já existentes (SOUZA, 2012).

Os corantes sempre foram utilizados, desde a antiguidade, onde eram utilizados pigmentos extraídos de plantas, flores, frutos, etc. Com o surgimento da revolução industrial foram desenvolvidos os corantes sintéticos, cujos são utilizados em larga escala até hoje. Porém, nos últimos anos houve uma queda significativa devido ao aumento da preocupação dos consumidores com seus efeitos prejudiciais à saúde, dando espaço as pesquisas que buscam resgatar e melhorar os corantes provenientes de matrizes naturais (DUFOSSÉ et al., 2005; CAMPOS, 2010; SOUZA, 2012).

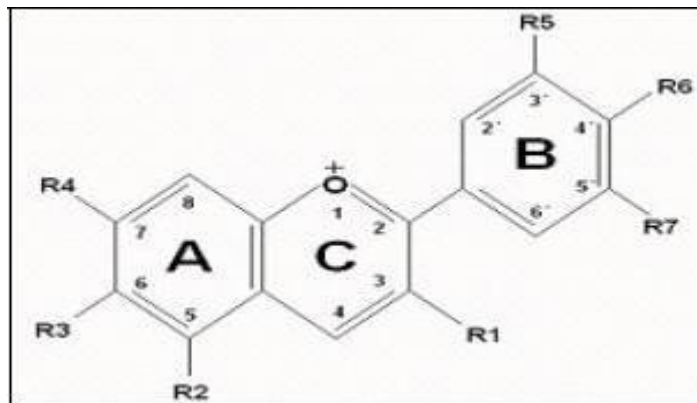
A aplicação de corantes artificiais nas indústrias de alimentos ainda é frequente, pois estes apresentam melhor poder de coloração, menor custo de produção, maior estabilidade, disponibilidade e uniformidade quando produzido em larga escala e comparados aos naturais (PRADO; GODOY, 2004).

Pela legislação (BRASIL, 1978) considera-se corante natural, o pigmento ou corante inócuo extraído de uma substância animal ou vegetal através de processo tecnológico adequado. Segundo Souza (2012) os mais conhecidos são carotenoides, clorofilas, antocianinas, betalainas e carmim.

Presente em abundância na natureza, a classe das antocianinas é o pigmento responsável pela faixa de coloração, que varia do azul ao vermelho, de diversas flores, frutos e outras matrizes vegetais. Pertencente ao grupo dos flavonoides, esse composto fenólico é um potencial substituto aos corantes sintéticos (LEIDENS, ;ABREU & FERREIRA., ).

As antocianinas estão presentes na natureza como glicosídeos de

antocianidinas e podem ser aciladas com ácidos orgânicos ou alifáticos, sua estrutura geral é derivada do cátion flavílico (Figura 1). As antocianinas possuem grupos hidroxilas nas posições 3, 5 e 7 onde uma ou mais hidroxilas estão ligados a açúcares como glicose, ramnose, xilose, galactose, arabinose e frutose, que ocorrem como mono, di e/ou triglicosídeos (FÁVARO, 2008; LEIDENS, 2011 ). Os glicosídeos conferem a sua estrutura maior estabilidade e solubilidade quando comparado com a estrutura das antocianidinas (VOLP et al, 2006 ).



**Figura 1-** Estrutura química das antocianinas

**Fonte:** Lopes et al. (2007)

A framboesa (*Rubus Idaeus*) é uma fruta de difícil manuseio quando madura, sendo comercializada geralmente em forma de geleias, sucos, polpa congelada, sorvetes, etc. Por ser uma fruta não-climatérica esta tem que ser colhida já nas condições ideais de consumo. Seu cultivo é bastante delicado, sendo cultivado geralmente em áreas frias. O país maior produtor de framboesa é a Rússia. No Brasil é cultivado na região de Campos do Jordão – SP (GUIMARÃES, 2012).

## 2.4 MICROENCAPSULAÇÃO E MATERIAIS DE PAREDES

É um processo contínuo, onde um líquido é convertido em produto seco, na forma de pó (RÉ, 1998). Consiste basicamente na incorporação de ingredientes alimentares, enzimas, células ou outros materiais em pequenas cápsulas, que agem como barreira contra o calor, umidade, pH, luz e oxigênio, aumentando sua estabilidade e viabilidade (GOUIN, 2004; FAVARO-TRINDADE; PINHO; ROCHA, 2008).

A maltodextrina e a goma arábica são materiais de parede frequentemente utilizados na encapsulação de ingredientes alimentares (TURCHIULI et al., 2005; FAVARO-TRINDADE; PINHO; ROCHA, 2008; KHAZAEI et al., 2014).

A maltodextrina é um hidrolisado enzimático de amido que possui custo relativamente baixo, sabor suave, alta solubilidade em água (até 75%), baixa viscosidade e em solução apresenta-se incolor (TURCHIULI et al., 2005).

Goma arábica, também conhecida por goma acácia, é uma substância produzida por exsudação natural de árvores de acácia. É um polissacarídeo altamente ramificado composto por açúcares simples (D-galactose, L-arabinose, L-ramnose), ácidos glucorônico (D-glucorônico e o 4-O-metil-D-ácido glucorônico) e ainda glicoproteínas (aproximadamente 2%) ligadas covalentemente no seu arranjo molecular. Possui elevada solubilidade em água e baixa viscosidade em soluções concentradas (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Extrair e microencapsular o extrato aquoso da framboesa (*Rubus idaeus*) por *spray dryer* usando goma arábica e maltodextrina como materiais de parede.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Obter o extrato aquoso da framboesa e caracterizá-los através da determinação de compostos bioativos (compostos fenólicos, flavonoides totais e antocianinas monoméricas) e atividade antioxidante;
- Preparar os microencapsulados do extrato de framboesa com maltodextrina e goma arábica, determinar a umidade e avaliar a estabilidade dos compostos bioativos;



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de framboesa foram adquiridas na central de abastecimento (CEASA) da cidade de Maringá - Paraná, armazenadas em congelador à -18 °C até o período de utilização. Dos agentes encapsulantes, utilizou-se maltodextrina de dextrose equivalente inferior a 20 (Cargill) e goma arábica pura (Vetec). Os demais reagentes foram cedidos pelo laboratório de pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão.

### 4.1 PREPARO DO EXTRATO

#### 4.1.1 Extração

O extrato foi preparado pela trituração da fruta, com adição de água, em liquidificador industrial até sua completa dissolução, conforme metodologia proposta por Oliveira (2014), com modificações. Posteriormente, foi centrifugada em centrífuga refrigerada a 4000 rpm por 10 minutos, envasada em frasco de vidro âmbar e tratada termicamente a temperatura de 90 °C por 10 minutos em banho-maria, sendo resfriada e armazenada em refrigerador a temperatura de 5 °C.

#### 4.1.2 Microencapsulação

O agente encapsulante foi disperso em 100 mL de água a 80 °C por 5 minutos com agitação mecânica a 4000 rpm. A dispersão foi resfriada até 30 °C, à polpa foi adicionada 3,5 partes de sólidos do agente encapsulante por 1 parte de sólidos da dispersão (3,5:1 m/m de sólidos) e agitada por mais 3 minutos (TOSONI; RODRIGUES, 2013).

A secagem por pulverização ocorreu em *spray dryer* com fluxo de ar de 50L/min, ar quente de 3600 L/min, alimentação de líquido de 0,550 L/h e temperatura de 150 °C. As amostras de pó obtidas foram armazenadas em frasco de vidro âmbar em congelador à -18 °C até posteriores análises.

Para os testes de estabilidade as amostras foram deixadas a temperatura ambiente, em placas de petri tampadas.

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO EXTRATO AQUOSO E MICROENCAPSULADAS

### 4.2.1 Umidade

A umidade do extrato aquoso microencapsulado foi determinada segundo Instituto Adolfo Lutz (2008) com modificações sugeridas por Oliveira (2014). Pesou-se 2 g das amostras, em triplicata, em cadinhos de porcelana previamente tarados e as mesmas foram levadas para estufa com circulação de ar a 70 °C por 24 horas. Ao final, o percentual (%) de umidade (U) foi determinado por meio da Equação 1.

$$U (\%) = \left( \frac{p_i - p_f}{p_i} \right) * 100 \quad (1)$$

Onde:

p<sub>i</sub>: Peso inicial;

p<sub>f</sub>: Peso final.

### 4.2.2 Rendimento

O rendimento no processo de encapsulação foi calculado conforme Souza (2013), pela relação entre a massa seca de pó obtida (m<sub>spó</sub>) e a massa de sólidos totais contidos na dispersão que alimentava o *spray dryer* (m<sub>mistura</sub>), expresso em porcentagem (%), de acordo com a Equação 2.

$$Rendimento = \frac{m_{spó}}{m_{mistura}} \cdot 100 \quad (2)$$

### 4.2.3 Ruptura das cápsulas

Para a realização das análises dos extratos microencapsulados, primeiramente executou-se a ruptura das cápsulas, segundo Souza (2013), onde, em tubos falcon, 0,5 g de cada amostra em pó foram diluídas com 20 mL de solução de metanol 80% acidificado (ácido clorídrico 0,2%), facilitando a separação dos agentes encapsulantes e extração dos compostos. Após, os tubos foram

depositados em banho ultrassônico por 15 minutos seguido de centrifugação a 3000 rpm por 5 minutos. O sobrenadante resultante foi utilizado na execução das análises de antocianinas, compostos fenólicos, atividade antioxidante e flavonoides.

#### 4.2.4 Eficiência da encapsulação

Foi considerada como eficiência da encapsulação a relação da quantidade de antocianinas contidas no interior e exterior das cápsulas.

Para avaliar o conteúdo de antocianinas no exterior das cápsulas utilizou-se a metodologia descrita por Tosoni e Rodrigues (2013), em que 0,5 g da polpa encapsulada foi dissolvida em 20 mL de etanol absoluto P.A. em tubos falcon. Posteriormente, os tubos foram colocados em banho ultrassônico por 15 minutos seguido de centrifugação a 3000 rpm por 5 minutos. O interior da cápsula foi rompido seguindo a metodologia descrita no item 4.2.3. O sobrenadante resultante foi utilizado na execução da análise de antocianinas, conforme descrito no item 4.2.5.

A eficiência da encapsulação (EF) foi calculada e expressa em porcentagem (%) aplicando a Equação 3, em que FT é a quantidade total (interior + exterior) de antocianinas da cápsula e FS do exterior.

$$EF = \frac{FT - FS}{FT} \cdot 100 \quad (3)$$

#### 4.2.5 Antocianinas

O conteúdo de antocianinas monoméricas foi obtido, em triplicata, em 1, 7 e 14 dias, pelo método do pH diferencial conforme Giusti e Wrolstad (2003).

Uma alíquota de 0,5 mL do extrato foi diluída em 9,5 mL de solução tampão cloreto de potássio (pH 1,0) e solução tampão acetato de sódio (pH 4,5). Para os extratos encapsulados a proporção utilizada foi 1 mL para 9 mL de tampão pH 1,0 e 4,5. O fator de diluição (FD) foi calculado de acordo com a Equação 4.

$$FD = \frac{V_T}{V_E} + 1 \quad (4)$$

Onde:

$V_T$ : Volume do tampão (mL);

$V_E$ : Volume de extrato (mL).

Após o preparo das amostras, em triplicata, foram feitas as leituras das absorvâncias em espectrofotômetro UV-VIS em dois comprimentos de onda: 510 e 700 nm, a fim de eliminar os interferentes da reação. A absorvância (A) foi calculada segundo a Equação 5.

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH1} - (A_{510} - A_{700})_{pH4,5} \quad (5)$$

Onde:

$A_{510}$ : Absorvância no comprimento de onda de 510 nm;

$A_{700}$ : Absorvância no comprimento de onda de 700 nm.

A concentração de antocianinas monoméricas (MA) final foi determinada de acordo com a Equação 6 e expressa em mg de cianidina-3-glucosídeo/100 g.

$$MA = \frac{A * M * FD * 100}{e * L} \quad (6)$$

Onde:

A: Absorvância calculada pela Equação 5;

FD: Fator de diluição;

M: Massa molar da cianidina-3-glucosídeo (449 g/mol);  $\epsilon$ : Coeficiente de extinção molar (26900 L/mol.cm);

L: Caminho óptico da cubeta (1 cm).

#### 4.2.6 Compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos totais dos extratos encapsulados e *in natura* foi avaliado em 1, 7, 14 dias de armazenamento, pelo método de Folin-Ciocalteu segundo metodologia proposta por Amerine e Ough (1976) com modificações sugeridas por Tosoni e Rodrigues (2013).

Para o extrato, uma alíquota de 0,1 mL da solução diluída contendo 1 mL da polpa em 50 mL de solução aquosa foi transferida para um tubo de ensaio protegido da luz, em triplicata. E para os extratos encapsulados, transferiu-se em triplicata para tubos de ensaio protegidos da luz, uma alíquota de 0,1 mL do sobrenadante proveniente do item 4.2.3. Em seguida, adicionou-se 3 mL de água destilada e 0,25 mL do reagente Folin-Ciocalteu. Após 3 minutos de repouso, pipetou-se 2 mL de solução de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 7,5% e os tubos foram incubados em banho maria a 37 °C por 30 minutos.

A absorbância das amostras foram obtidas em espectrofotômetro UV-VIS a 765 nm, contra o branco, cuja solução continha 0,25 mL de Folin-Ciocalteu, 2 mL de solução de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7,5% e 3,1 mL de água destilada.

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado utilizando a equação da reta (Equação 7), com  $R^2$  de 0,9982, obtida na curva de calibração construída empregando ácido gálico como padrão nas concentrações 100, 200, 700 e 1000 mg/L. Utilizou-se a variável  $y$  para determinar a concentração de compostos fenólicos totais expressos em mg equivalente de ácido gálico (EAG) /100 g e a variável  $x$  a absorbância.

$$Y = 0,0029619x - 0,0275 \quad (7)$$

#### 4.2.7 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada através do radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) aos 1, 7, 14 dias de armazenamento segundo método descrito por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995).

A amostra foi preparada pela adição de 3 mL de etanol absoluto P.A., 0,3 mL de solução de DPPH 0,3 mM e 0,5 mL da amostra. O branco foi obtido pela mistura

de 3,3 mL de etanol absoluto P.A. e 0,5 mL da amostra. O controle foi preparado com 3,5 mL de etanol absoluto P.A. e 0,3 mL de solução de DPPH 0,3 mM. Os tubos preparados, em triplicata, foram incubados na ausência de luz por 45 minutos a temperatura ambiente. As absorvâncias foram medidas no comprimento de onda de 517 nm e o percentual (%) de atividade antioxidante (AA) foi obtido pela fórmula de Mensor et al. (2001), apresentada na Equação 8.

$$AA = 100 - \frac{ABS_{amostra} - ABS_{branco}}{ABS_{controle}} * 100 \quad (8)$$

Onde:

Abs<sub>amostra</sub>: Absorvância da amostra;

Abs<sub>branco</sub>: Absorvância do branco;

Abs<sub>controle</sub>: Absorvância do controle.

#### 4.2.8 Perda total no período de estocagem

Foi calculada pela metodologia descrita por Souza (2013) o percentual (%) de perda total de antocianinas, atividade antioxidante e compostos fenólicos no período de estocagem através da relação entre a quantidade no último dia de armazenamento (C<sub>14</sub>), pela quantidade inicial (C<sub>1</sub>) conforme a Equação 9.

O último dia de armazenamento foi o dia 14. Após esse dia as amostras liquefizeram devido a alta temperatura nos dias de avaliação e alta umidade relativa do ar.

$$\text{Perda total} = 1 - \frac{C_{14}}{C_1} * 100 \quad (9)$$

#### 4.2.9 Flavonoides totais

O teor de flavonoides totais foi avaliado no primeiro dia segundo método proposto por Marques et al. (2012), em que 0,5 mL dos extratos foram pipetadas para balões volumétricos de 10 mL. Em seguida, transferiu-se 0,4 mL de solução metanólica de cloreto de alumínio (AlCl<sub>3</sub>) 5% e o volume foi completado com solução

metanólica de ácido acético 2,5%. Os balões permaneceram em repouso por 30 minutos a temperatura ambiente e na ausência da luz.

A leitura das absorvâncias foi realizada em espectrofotômetro UV-VIS no comprimento de onda de 408 nm contra um branco, preparado da mesma forma que a amostra, porém, sem a adição de solução metanólica de (AlCl<sub>3</sub>).

O resultado de flavonoides totais (FT) foi calculado como quercetina segundo a Equação 10 e expresso em mg equivalente quercetina/100g.

$$FT = \frac{Abs*FD}{m*E\%} \quad (10)$$

Onde:

Abs: Absorvância da amostra; FD: Fator de diluição;

V: Volume da amostra;

E%: Absorção específica do complexo quercetina - cloreto de alumínio.

#### 4.3 ESTABILIDADE DA COR DOS EXTRATOS

A estabilidade da cor foi obtida por meio de colorímetro portátil do sistema CieLab (Konika Minolta Inseng, modelo CR 400), aos 1, 7, 14 dias de armazenamento a temperatura ambiente.

As polpas foram colocadas em placas de Petri, em quantidade suficiente para cobrir a base da placa, sendo avaliadas as coordenadas L, a\* e b\*, em triplicata, onde L representa a luminosidade na escala de 0 a 100, indicando preto e branco, respectivamente, a\* representa a variação das cores verde e vermelho, onde valores negativos correspondem à intensidade da cor verde e os positivos da cor vermelha e b\* representa a variação das cores azul e amarelo, onde valores negativos correspondem à intensidade da cor azul e os positivos da cor amarela (ALVES et al., 2008).

Os valores das coordenadas L\*, a\* e b\* da avaliação inicial e os valores obtidos na avaliação final foram utilizados para calcular a alteração total da cor ( $\Delta E$ ) sofrida durante o período de armazenamento, conforme apresenta a Equação 12.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (12)$$

#### **4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

A análise estatística foi realizada utilizando o software STATISTICA 10.0 (Statsoft Inc. 2325 East 13th Street, Tulsa, OK, 74104, USA). Os dados foram avaliados por teste t com nível de significância de 5%



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO EXTRATO AQUOSO E ENCAPSULADO

O extrato aquoso de framboesa e as amostras em pó resultantes da secagem no *spray dryer* podem ser observados na Figura 2.



**Figura 2-** Da esquerda para direita: 1) Extrato aquoso de framboesa; 2) Encapsulado com maltodextrina; 3) Encapsulado com goma arábica;

Na Tabela 1 são apresentados resultados de umidade, rendimento e eficiência da encapsulação do extrato.

**Tabela 1-** Umidade, rendimento e eficiência da encapsulação do extrato de framboesa encapsulada com goma arábica e maltodextrina.

Extrato	Umidade (%)	Rendimento (%)	Eficiência (%)
Extrato + MD	7,3 <sup>a</sup> ± 0,2	30,6	57,0 <sup>a</sup> ± 1,0
Extrato + GA	8,0 <sup>a</sup> ± 0,7	21,1	64,2 <sup>b</sup> ± 1,3

MD: Maltodextrina

GA: Goma arábica

Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que as médias não diferem ao nível de 5 % na mesma coluna.

#### 5.1.1 Umidade

O teor de umidade do extrato encapsulado com goma arábica e maltodextrina apresentaram-se elevados, 7,3% e 8,0%, respectivamente, e ao nível de 5% de significância não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ). Visto que a umidade ótima de microencapsulados estaria entre (1-5%). Tosoni e Rodrigues (2013) ao encapsular

propólis encontraram valores próximos aos encontrados neste trabalho para maltodextrina, 7,5%, e para goma arábica o valor foi inferior com 5,6%, quando aplicado temperatura de 130 °C.

Ersus & Yurdagel (2006) ao secar cenoura preta com maltodextrina (DE variando de 28~31) em diferentes níveis de temperatura de entrada (160°C, 180°C e 200°C) observou que com o aumento da temperatura de secagem a umidade das partículas caem. Porém, não são indicadas temperaturas superiores a 180 °C para secagem de antocianinas, devido a perda de compostos.

Os resultados apresentados para umidade neste trabalho foram superiores ao encontrados em outros experimentos. Justificados pela temperatura de entrada do secador que foi 150°C, pois em temperaturas maiores resultam na maior taxa de transferência de calor para as partículas, ocorrendo maior evaporação de água, que resulta em cápsulas com umidade mais baixa (FERRARI; RIBEIRO; AGUIRRE, 2012).

### **5.1.2 Rendimento**

Segundo os resultados apresentados na Tabela 1 o menor rendimento de encapsulação obtido foi para a goma arábica com 21,1% e maior para a maltodextrina, 30,6%. Resultados similares foram encontrados por Tosoni & Rodrigues (2013) e Pante (2014) ao microencapsular própolis e polpa de amora preta.

O rendimento pode ser influenciado pelas condições de secagem no *spray dryer*, como temperatura do ar de secagem de entrada, concentração dos compostos de interesse e tipo de agente encapsulante, vazão da alimentação da mistura, vazão de ar comprimido e vazão do ar de secagem (GOULA; ADAMOPOULOS, 2005; TONON; BRABET; HUBINGER, 2008; FAZAELI et al., 2012).

### **5.1.3 Eficiência da encapsulação**

A eficiência do processo de encapsulação foi maior para goma arábica (64,2% ± 1,3) e menor (57,0%± 1,0) para maltodextrina, apresentando diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Valores similares aos encontrados por Rosa (2012) na

encapsulação de extratos fenólicos de amora-preta com  $\beta$ -ciclodextrina e hidrogel, respectivamente, 52% e 46,5%. Mendes (2012) obteve eficiência de 46,14% ao encapsular urucum com goma arábica e Barbosa, Borsarelli e Mercadante (2005) reportaram eficiência de 54% para bixina encapsulada com maltodextrina.

#### 5.1.4 Antocianinas

Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos ao longo de 14 dias para o teor de antocianinas no extrato aquoso e encapsulados.

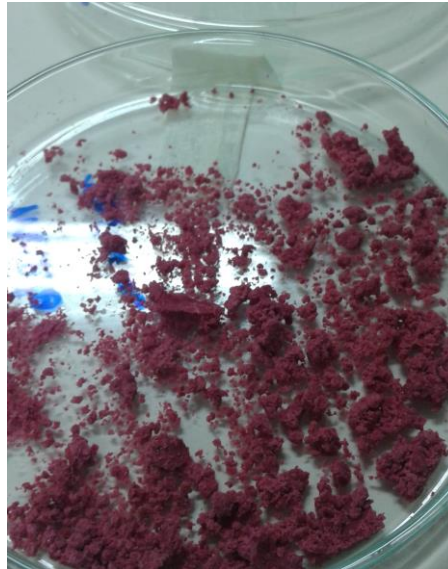
**Tabela 2-** Antocianinas monoméricas (mg de cianidina-3-glucosídeo/100 g de extrato) do extrato de framboesa aquoso e encapsulada com goma arábica e maltodextrina.(obs: dividir por 0,2222)

Dia	Extrato Aquoso	Goma Arábica	Maltodextrina
1	15,8 <sup>a</sup> $\pm$ 0,8	2,2 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,1	2,2 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,1
7	-	2,1 <sup>aAB</sup> $\pm$ 0,0	1,9 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,1
14	-	2,1 <sup>aB</sup> $\pm$ 0,1	1,2 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,1
<b>% Perda</b>	-	3,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,7	44,8 <sup>b</sup> $\pm$ 4,3

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que as médias não diferem ao nível de 5 % ( $p > 0,05$ )  
 Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que as médias não diferem ao nível de 5 % ( $p > 0,05$ )

Os teores de antocianinas observados no primeiro dia foram maiores para o extrato aquoso (15,8  $\pm$  0,8) que diferiu significativamente das amostras microencapsuladas com goma arábica (2,2  $\pm$  0,1) e maltodextrina (2,2  $\pm$  0,1). Porém, com 7 dias houve fermentação do extrato aquoso *in natura* (temperatura ambiente) e não foi possível quantificar os compostos.

Observa-se através da porcentagem de perda durante o período de estocagem diferença significativa entre o conteúdo de antocianinas no microencapsulado com goma arábica e a maltodextrina. Onde a perda foi muito maior para a maltodextrina (44,8214  $\pm$  4,291). Como observa-se na Figura 3 o encapsulado com maltodextrina formou grumos durante o armazenamento devido alta absorção de água, dificultando a liberação dos compostos através da ruptura das microcápsulas.



**Figura 3** Microencapsulado com maltodextrina com alta umidade

### 5.1.5 Compostos fenólicos totais

Na Tabela 3 são apresentados os teores de compostos fenólicos obtidos ao longo de 14 dias para o extrato aquoso e microencapsulado.

**Tabela 3-** Médias e desvios padrão dos compostos fenólicos totais (mgEAG/100 g) do extrato aquoso de framboesa e dos corantes microencapsulados com maltodextrina e goma arábica ao longo de 14 dias de armazenamento.

<b>Dia</b>	<b>Extrato Aquoso</b>	<b>Goma Arábica</b>	<b>Maltodextrina</b>
<b>1</b>	621,2 <sup>a</sup> ± 52,5	426,4 <sup>bA</sup> ± 54,6	230,6 <sup>cA</sup> ± 19,9
<b>7</b>	-	279,1 <sup>aB</sup> ± 21,2	188,2 <sup>bA</sup> ± 6,6
<b>14</b>	-	322,1 <sup>aB</sup> ± 44,2	78,5 <sup>bB</sup> ± 23,4
<b>% Perda</b>	-	34,71 <sup>a</sup> ± 3,2	65,2 <sup>b</sup> ± 13,7

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que as médias não diferem ao nível de 5 % ( $p > 0,05$ )  
 Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que as médias não diferem ao nível de 5 % ( $p > 0,05$ )

No dia 1 observou-se diferença significativa entre as amostras, onde o tratamento com a maior concentração foi o extrato aquoso (621,2 ± 52,5) seguido da goma arábica (426,4 ± 54,6) e maltodextrina (230,6 ± 19,9).

Durante o período de estocagem a porcentagem de perda foi maior para a maltodextrina (65,2 ± 13,7).

Apesar da queda da concentração dos compostos presentes, ainda sim os tratamentos apresentaram resultados próximos aos encontrados na literatura. Como 241,70 (FERREIRA, 2008), 682 a 1056 mg equivalente de ácido gálico/100 g (SIRIWOHARN; WROLSTAD, 2004) e 1938,70 a 1505,02 mg EAG/100 g

(JACQUES, 2009).

### 5.1.6 Atividade antioxidante

Os resultados obtidos para atividade antioxidante do extrato aquoso e encapsuladas no período de 14 dias estão descritos na Tabela 4.

**Tabela 4-** Antioxidantes (%) do extrato aquoso de framboesa e encapsulada com goma arábica e maltodextrina.

<b>Dia</b>	<b>Extrato Aquoso</b>	<b>Goma Arábica</b>	<b>Maltodextrina</b>
<b>0</b>	72,6 <sup>a</sup> ± 1,2	57,8 <sup>bA</sup> ± 1,9	78,6 <sup>cA</sup> ± 1,6
<b>7</b>	-	47,5 <sup>aB</sup> ± 1,4	75,4 <sup>bB</sup> ± 1,4
<b>14</b>	-	66,0 <sup>bC</sup> ± 3,1	66,0 <sup>bC</sup> ± 0,9
<b>% Perda</b>	-	22,4 <sup>a</sup> ± 2,7	16,0 <sup>b</sup> ± 2,3

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que as médias não diferem ao nível de 5 % ( $p > 0,05$ )  
Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que as médias não diferem ao nível de 5 % ( $p > 0,05$ )

Os encapsulados apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si no decorrer dos dias avaliados, assim como a porcentagem de perda. No dia 1 observou-se diferença significativa entre o extrato aquoso ( $72,6 \pm 1,2$ ), o microencapsulado com goma ( $57,8 \pm 1,9$ ) e maltodextrina ( $78,6 \pm 1,6$ ).

Nesta análise, a maltodextrina se mostrou mais eficiente na proteção de compostos antioxidantes e menor perda do percentual durante a estocagem.

Quando comparados com outros trabalhos a porcentagem de atividade antioxidante é baixa, porém ainda sim é significativa.

Rosa (2012) obteve maior atividade antioxidante no extrato de amora-preta *in natura*, igual a 93,07%, em comparação as amostras encapsuladas com  $\beta$ -ciclodextrina, quitosana, xantana e hidrogel, respectivamente, 84,43, 80,38, 90,75 e 70,21%. O autor sugere que a atividade antioxidante menor para os corantes encapsulados tenha ocorrido em razão da extração, isto é, ruptura incompleta das cápsulas, ou também pela temperatura de armazenamento dos microencapsulados.

### 5.1.7 Flavonoides

**Tabela 5-** Flavonoides (mg equivalente quercetina/ 100 g) do extrato líquido de framboesa e encapsulada com goma arábica e maltodextrina.

<b>Amostra</b>	<b>Flavonoides (mg/100 g)</b>
Extrato	1,1310 <sup>a</sup> ± 0,2062
Maltodextrina	0,1511 <sup>b</sup> ± 0,7021
Goma	0,2107 <sup>b</sup> ± 0,0823

Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que as médias não diferem ao nível de 5 % ( $p > 0,05$ )

O teor de flavonoides apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o extrato e os encapsulados, sendo que o maior resultado obtido foi para o extrato aquoso (1,1310 ± 0,2062), seguido do encapsulado com goma arábica (0,2107 ± 0,0823) e maltodextrina (0,1511 ± 0,7021).

Os valores de flavonoides encontrados neste trabalho após a encapsulação dos extratos são inferiores aos encontrados por Oliveira (2014) ao encapsular mirtilo e Pante (2014) ao encapsular amora-preta, e próximos aos resultados encontrados por Tosoni e Rodrigues (2013).

## 5.2 ESTABILIDADE DA COR DO EXTRATO AQUOSO E ENCAPSULADO

A alteração de cor ( $\Delta E$ ) sofrida durante o período de armazenamento para os o extrato aquoso e encapsulado descrita na Tabela 6.

**Tabela 6-** Alteração de cor sofrida no extrato aquoso e encapsulado durante o tempo de armazenamento de 14 dias

	<b>Extrato Aquoso</b>	<b>Goma</b>	<b>Maltodextrina</b>
<b><math>\Delta E</math></b>	13.3904 <sup>a</sup> ± 2.9569	13.2218 <sup>a</sup> ± 3.5401	14.9156 <sup>a</sup> ± 5.7602

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si ( $p > 0,05$ ).

A variação de cor das amostras não demonstraram diferença significativa ao nível de 5%. Os resultados assemelham-se aos encontrados por Oliveira (2014) para polpa de mirtilo *in natura* 12,16. Para os encapsulados Oliveira (2014) sofreu maior alteração de cor, 25,28.

Com base nos resultados obtidos, foi possível verificar que a alteração de cor sofrida no período de armazenamento foi elevada.

## 6 CONCLUSÃO

A framboesa apresenta grande potencial de aplicação como corante natural, em razão dos compostos bioativos encontrados em grandes quantidades, principalmente de compostos fenólicos, porém, verifica-se a necessidade da realização de novos estudos a fim de avaliar a influência das condições de secagem pela técnica de *spray dryer*, em relação a elevada umidade que as amostras apresentaram, e também a aplicação das amostras em alimentos para verificar o poder de coloração.

Com relação a quantidade de água absorvida durante o armazenamento, sugere-se o emprego de embalagens herméticas com barreira de vapor d'água.

A amostra encapsulada com goma arábica apresentou melhor estabilidade frente aos compostos bioativos e atividade antioxidante. Ao avaliar a estabilidade de cor dos três tratamentos, observou-se que não houve diferença significativa, porém o extrato aquoso sofreu fermentação e não se indica a utilização deste.

A grande porcentagem de perda dos compostos da maltodextrina durante o armazenamento deve-se à vários motivos, sugere-se então maiores estudos para determinação das variáveis de controle.

## 7 REFERÊNCIAS

- ALVES, C. C. O.; RESENDE, J. V.; CRUVINEL, R. S. R.; PRADO, M. E. T. Estabilidade da microestrutura e do teor de carotenoides de pós obtidos da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense*) liofilizada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p.830-839, 2008.
- AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Análisis de vinos y mostos**. Zaragoza, 1976.
- BARBOSA, M. I. M. J.; BORSARELLI, C. D.; MERCADANTE, A. Z. Light stability of spray-dried bix encapsulated with different edible polysaccharide preparations. **Food Research International**, v. 38, p. 989-994, 2005.
- BRASIL. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA). **Resolução RDC nº 44, de 01 de fevereiro de 1978**, que estabelece as condições gerais de elaboração, classificação, apresentação, designação, composição e fatores essenciais de qualidade dos corantes empregados na produção de alimentos e bebidas.
- CAMPOS, M. V. **Corantes naturais em alimentos**. Attachée de Presse: São Paulo, 2010.
- CORTE, F. F. D. **Desenvolvimento de frozen yogurt com propriedades funcionais**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Artmed, 2010.
- DUFOSSÉ, L.; GALAUP, P.; YARON, A.; ARAD, S. M.; BLANC, P.; MURTHY, K. N. C.; RAVISHANKAR, G. A. Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: a scientific oddity or an industrial reality. **Trends in Food Science e Technolgy**, v. 16, p. 389-406, 2005.
- ERSUS, S.; YURDAGEL, U. Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus carota* L.) by spray drier. **Journal of Food Engineering**, v. 80, p. 805-812, 2007.
- FAVARO-TRINDADE, C. S.; PINHO, S. C.; ROCHA, G. A. Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 2, p. 103-112, 2008.
- FAZAEI, M.; EMAM-DJOMEH, ZAHRA; ASHTARI, A. K; OMID, M. Effect of spray drying conditions and feel composition on the physical properties of black mulberry juice powder. **Food and Bioproducts Processing**, v. 90, p. 667-675, 2012.
- FERRARI, C. C.; RIBEIRO, C. P.; AGUIRRE, J. M. Secagem por atomização de polpa de amora-preta usando maltodextrina como agente carreador. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 157-165, abr./jun., 2012.



- FERREIRA, D. S. **Compostos bioativos em amora-preta e encapsulação do seu extrato antocianico por gelificação térmica com curdlana**. 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- FERREIRA, D. S.; ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Compostos bioativos presentes em amora-preta (*Rubus spp.*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 664-674, 2010.
- GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. **Biochemical Engineering Journal**, v. 14, n. 3, p. 217-225, 2003.
- GOUIN, S. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. **Trends in Food Science and Technology**, v. 15, p. 330-347, 2004.
- GOULA, A. M.; ADAMOPOULOS, K. G. Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: 1. The effect on product recovery. **Journal of Food Engineering**, v. 66, p. 25-34, 2005.
- GUIMARÃES, I. C. **Tecnologias para conservação e processamento de framboesa (*Rubus Ideaus*)**. 2012. 159 f. Dissertação (Mestrado em ciências dos alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- JACQUES, A. C. **Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*rubus fruticosus*) cv.Tupy**. 2009. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.
- KHAZAEI, K. M.; JAFARI, S. M.; GHORBANI, M.; KAKHKI, A. M. Application of maltodextrin and gum Arabic in microencapsulation of saffron petal's anthocyanins and evaluating their storage stability and color. **Carbohydrate Polymers**, v. 105, p. 57-62, 2014.
- LONGO, G. **Influência da adição de lactase na produção de iogurtes**. 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira da Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 291-297, 2007.
- MARQUES, G. S.; MONTEIRO, R. P. M.; LEÃO, W. F.; LYRA, M. A. M.; PEIXOTO, M. S.; ROLIM-NETO, P. J.; XAVIER, H. S.; SOARES, L. A. L. Avaliação de procedimentos para quantificação espectrofotométrica de flavonoides totais em folhas de *Bauhinia forficata* link. **Química Nova**, v. 35, n. 3, p. 517-522, 2012.

MENDES, L. G. **Microencapsulação do corante natural de urucum: uma análise da eficiência da goma do cajueiro como material de parede.** 2012. 132 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytother Research**, v. 15, p. 127-130, 2001.

OLIVEIRA, R. R.; SEREIA, M. J.; OLIVEIRA, T. P.; AZEVEDO, A. S. Aspectos físico-químicos e sensoriais de frozens yogurt elaborados com culturas probióticas e diferentes proporções de mel. **Anais do 4º Simpósio de Tecnologia e Engenharia de Alimentos.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012.

OLIVEIRA, R. R. **Desenvolvimento de frozen yogurt funcionais linha clean label adicionados de corantes naturais de betalaina e bixina.** 2013. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

OLIVEIRA, T. P. **Mirtilo: caracterização e aplicação da polpa e da fruta em pó em frozen yogurt funcional linha clean label.** 2014. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

PANTE, G. C. Desenvolvimento, encapsulação e caracterização da polpa integral de amora-preta (*Rubus* sp.) aplicada em frozen yogurt. 52 f. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão. 2014.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos. **Química Nova**, v. 14, n. 2, p. 237-250, 2003.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Determinação de corantes artificiais por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em pó para gelatina. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 22-26, 2004.

RÉ, M. I. Microencapsulation by spray drying. **Drying Technology**, v. 16, n. 6, p. 1995-1236, 1998.

RODRIGUES, L. M. **Aplicação da vitamina C encapsulada em microesferas de albumina e colágeno em frozen yogurt funcional.** 2014. 46 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

ROSA, C. G. **Microencapsulação de extratos metanólicos de amora-preta (*Rubus Fruticosus*) e ácido gálico.** 2012. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

SIRIWOHARN, T.; WROLSTAD, R. E. Polyphenolic composition of marion and evergreen blackberries. **Journal of Food Science**, v. 69, n. 4, p. 233-240, 2004.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia em Alimentos**, v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

SOUZA, J. C. **Análise da estabilidade de cor e microdureza de uma resina composta extraclara fotoativada com diferentes fontes de luz**. 2006. 123 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, 2006.

SOUZA, R. M. **Corantes naturais alimentícios e seus benefícios à saúde**. 2012. 65 f. Trabalho de conclusão de curso (Farmácia), Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2012.

SOUZA, V. B. **Aproveitamento dos subprodutos de vinificação de uva Bordô (*Vitis labrusca*) para obtenção de pigmentos com propriedades funcionais**. 2013. 123 f. Dissertação (Mestrado Ciências da Engenharia de Alimentos), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; SILVA, T. L. T.; LIMA, L. C. O.; PIO, R.; QUEIROZ, F. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. **Food Chemistry**, v. 156, p. 362-368, 2014.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influence of process conditions on the physicochemical properties of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced by spray drying. **Journal of Food Engineering**, v. 88, p. 411-418, 2008.

TOSONI, S. F.; RODRIGUES, V. C. **Características físico-químicas e antioxidantes de própolis microencapsulada com diferentes tipos de materiais de parede**. 2013. 37 f. Trabalho de Curso (Tecnologia em Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

TURCHIULI, C.; FUCHS, M.; BOHIN, M.; CUVELIER, M. E.; ORDONNAUD, C.; PEYRAT-MAILLARD, M. N.; DUMOULIN, E. Oil encapsulation by spray drying and fluidised bed agglomeration. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 6, n.1, p. 29-35, 2005.