

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

HELOISA MORAIS GONÇALVES

**RESÍDUO DE UVA ISABEL (*Vitis labrusca*) – ENCAPSULAÇÃO,
AVALIAÇÃO E APLICAÇÃO DO CORANTE EM *FROZEN YOGURT*.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2015

HELOISA MORAIS GONÇALVES

**RESÍDUO DE UVA ISABEL (*Vitis labrusca*) –ENCAPSULAÇÃO, AVALIAÇÃO
E APLICAÇÃO DO CORANTE EM *FROZEN YOGURT*.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos, do Departamento de Alimentos – DALIM– da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Alimentos.

Orientador: Prof. Dra. Maria Josiane Sereia

Co-orientador: Prof. Dr. Diogo Heron Macowski

CAMPO MOURÃO
2015



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná

Departamento Acadêmico de Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

RESÍDUO DE UVA ISABEL (*Vitis labrusca*) –ENCAPSULAÇÃO, AVALIAÇÃO
E APLICAÇÃO DO CORANTE EM *FROZEN YOGURT*.

POR

HELOISA MORAIS GONÇALVES

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 02 de junho de 2015 às 10:30 como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho 10:30 hrs.

Prof^a. Dr^a. Maria Josiane Sereia
Orientador

Prof. Dr. Diogo Heron Macowski
Co - Orientador

Prof. Dr. Augusto Tanamati
Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Karla Silva
Banca Examinadora

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me possibilitado estar aqui, por me guiar e iluminar meu caminho tantos nos momentos felizes quanto nos difíceis. Não teria conseguido sem sua luz por toda a minha trajetória.

Agradeço aos meus pais Tânia Aparecida de Moraes e Vanderlei da Silva Gonçalves pelos conselhos, apoio e confiança e por não me deixarem desistir nunca.

À minha orientadora Dra. Maria Josiane Sereia e meu co-orientador professor Dr. Diogo Heron pelas orientações, conhecimentos compartilhados, dedicação, apoio, e pelas valiosas contribuições durante a realização desta pesquisa. Sou imensamente grata.

Agradeço ao meu namorado Lucas Roman Pamboukian por todo amor, dedicação e companheirismo, aos meus irmãos Beatriz Moraes e Daniel Moraes e a minha avó Luzia Mendes por estarem presentes sempre.

Às minhas amigas Juliana Martins, Carina Teodoro, Kézia Rithássia, Jacqueline Fiorio, Adenilson Rudke, Gisele Pante e aos professores Manuel Oviedo Plata, Renata Fuchs e Jaqueline Aparecida Campos pelas contribuições durante a realização deste trabalho.

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

Muito obrigada!

RESUMO

GONÇALVES, H. M. **RESÍDUO DE UVA ISABEL (*Vitis labrusca*) – ENCAPSULAÇÃO, AVALIAÇÃO E APLICAÇÃO DO CORANTE EM FROZEN YOGURT**. 55 f. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão. 2015.

As vinícolas que processam uva no Brasil consideram como resíduo o bagaço, composto por cascas e sementes, um subproduto. Este ganha destaque pela elevada quantidade produzida e por ser rico em compostos bioativos, em especial, as antocianinas. O presente trabalho teve por objetivo encapsular e caracterizar o corante extraído do bagaço de uva Isabel e aplicá-lo em *frozen yogurt* para avaliar sua aceitação e funcionalidade. Depois de extraído, o extrato líquido de uva Isabel foi encapsulado com maltodextrina e goma arábica em *spray dryer*. Foram avaliados os teores de antocianinas, compostos fenólicos e flavonóides totais durante o período de 36 dias de armazenamento utilizando o extrato líquido como controle. Os tratamentos estudados foram: *frozens yogurt* elaborados com corantes de uva Isabel encapsulado com maltodextrina, encapsulados com goma arábica e elaborado com corante artificial vinho bordô, utilizado como controle. Os *frozens* foram avaliados: pH, overrun, derretimento, aceitação, intenção de compra e a sobrevivência da cultura probiótica. Dos corantes avaliados, o teor de antocianinas, compostos fenólicos e flavonóides totais foram maiores para os corantes encapsulados sem diferença significativa para os dois carreadores. Foi observado que o corante de uva Isabel encapsulado com maltodextrina e aplicado em *frozen* foi mais bem aceito pelos provadores em relação aos corantes encapsulados e apresentou menor estabilidade da cor, enquanto que o corante de uva Isabel encapsulado com goma arábica apresentou-se menos aceito pelos provadores e maior estabilidade da cor. Os microrganismos apresentaram resistência, obtendo contagens maiores no *frozens yogurt* adicionados de corante encapsulado com maltodextrina.

Palavras-Chaves: Antocianinas. Compostos fenólicos. Flavonóides. Alimentos funcionais.

ABSTRACT

GONÇALVES, H. M. **ISABEL GRAPE RESIDUE (*Vitis labrusca*) – ENCAPSULATION, EVALUATION AND APPLICATION OF DYE IN FROZEN YOGURT**. 55 f. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão. 2015.

The wineries that process grapes in Brazil consider as residue the bagasse, composed by peels and seeds, a by-product. This one achieves prominence by the high amount produced and to be rich in bioactive compounds, especially, anthocyanins. This study aimed to encapsulate and characterize the extracted dye from Isabel grape bagasse and apply it in *frozen* yogurt to evaluate its acceptance and functionality. After extracted, the liquid extract from Isabel grape was encapsulated with maltodextrin and Arabic gum in a spray dryer. The anthocyanins, phenolics compounds and flavonoids total levels were evaluated during the 36 days storage using the liquid extract as control. The treatments studies were: frozen yogurt made with Isabel grape dyes encapsulated with maltodextrin, encapsulated with Arabic gum and prepared with artificial burgundy wine dye, used as control. The *frozen* were evaluated: pH, overrun, melting, acceptance, purchase intent and the survival of probiotic culture. From the evaluated dyes, the anthocyanins, phenolic compounds and total flavonoids levels were higher for the encapsulated dyes with no significant difference for the two carriers. It was observed that the Isabel grape dye encapsulated with maltodextrin and applied on frozen was better accepted by the tasters towards to encapsulated dyes in this study and it showed less color stability, while the Isabel grape dye encapsulated with Arabic gum was less accepted by the tasters and had higher color stability. The microorganisms showed resistance, obtaining higher scores in *frozen yogurt* added dye encapsulated with maltodextrin.

Key-words: Anthocyanins. Phenolic Compounds. Flavonoids. Functional foods.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura química das antocianinas.....	16
Figura 2: Ficha sensorial aplicada no teste de aceitação.....	30
Figura 3: Ficha sensorial aplicada no teste de intenção de compra	30
Figura 4: <i>Spray dryer</i> utilizado nos ensaios de secagem.....	32
Figura 5: Extratos do resíduo de uva Isabel (<i>Vitis labrusca</i>): a) extrato líquido; b) corante encapsulado com maltodextrina; c) corante encapsulado com goma arábica.....	32
Figura 6: Derretimento das formulações de <i>frozen yogurt</i> : com corante artificial vinho bordô e com os corantes de uva Isabel encapsulados com maltodextrina e goma arábica.....	40
Figura 7: Escala utilizada na interpretação dos valores de ΔE	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Médias e desvios padrão das análises dos corantes do extrato de uva Isabel (<i>Vitis labrusca</i>) encapsulados com maltodextrina e goma arábica.....	33
Tabela 2: Médias e desvios padrão dos teores de antocianinas (mg de cianidina-3-glucosídeo/100g) do extrato líquido de uva Isabel (<i>Vitis labrusca</i>) e dos corantes encapsulados com maltodextrina e goma arábica ao longo de 36 dias de armazenamento.....	35
Tabela 3: Médias e desvios dos teores de compostos fenólicos totais (mgEAG/100g) do extrato líquido de uva Isabel (<i>Vitis labrusca</i>) e dos corantes encapsulados com maltodextrina e goma arábica ao longo de 36 dias de armazenamento.....	37
Tabela 4: Médias e desvios das análises físico-químicas das formulações de <i>frozen yogurt</i> : com corante artificial vinho bordô e com os corantes de uva Isabel (<i>Vitis labrusca</i>) encapsulados com maltodextrina e goma arábica ao longo de 36 dias de armazenamento.....	39
Tabela 5: Regressão linear para determinação do tempo de derretimento das formulações de <i>frozen yogurt</i> : com corante artificial vinho bordô e com os corantes de uva Isabel (<i>Vitis labrusca</i>) encapsulados com maltodextrina e goma arábica.....	41
Tabela 6: Contagem de <i>Lactobacillus sp</i> (UFC/g) nas formulações de <i>frozen yogurt</i> : com corante artificial vinho bordô e com os corantes de uva Isabel (<i>Vitis labrusca</i>) encapsulados com maltodextrina e goma arábica.....	42
Tabela 7: Notas obtidas no teste de aceitação e intenção de compra das formulações de <i>frozen yogurt</i> : com corante artificial vinho bordô e com os corantes de uva Isabel (<i>Vitis labrusca</i>) encapsulados com maltodextrina e goma arábica.....	43
Tabela 8: Alteração da cor dos <i>frozen yogurt</i> elaborados com corante artificial vinho bordô, corante de uva Isabel encapsulados com maltodextrina e goma arábica.....	45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	13
2.1. ALIMENTOS FUNCIONAIS	13
2.2. FROOZEN YOGURT	14
2.2.1. Agentes adoçantes	14
2.2.2. Emulsificante	14
2.2.3. Estabilizante	15
2.2.4. Água e ar	15
2.2.5. Cultura Láctea.....	15
2.3. ANTOCIANINAS	15
2.4. ENCAPSULAÇÃO.....	17
2.4.1. Maltodextrina	17
2.4.2. Goma arábica	17
3. OBJETIVOS.....	19
3.1 OBJETIVO GERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1. PREPARO DOS EXTRATOS.....	20
4.1.1. Secagem do bagaço e extração	20
4.1.2. Encapsulação	20
4.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO EXTRATO LÍQUIDO E DOS CORANTES ENCAPSULADOS COM MALTODEXTRINA E GOMA ARÁBICA	21
4.2.1. Umidade (g/100g)	21
4.2.2. Higroscopicidade (g/100g)	21
4.2.3. Rendimento (%).....	21
4.2.4. Ruptura das cápsulas	22
4.2.5. Eficiência da encapsulação (%).....	22
4.2.6. Antocianinas (mg de cianidina-3-glucosídeo/100g)	23
4.2.7. Compostos fenólicos totais (mg equivalente de ácido gálico/100g)	24
4.2.8. Perda total no período de estocagem (%)	25
4.2.9. Flavonóides totais (mg equivalente quercetina/100g).....	25

4.4. CARACTERIZAÇÃO DOS FROZENS YOGURT ELABORADOS COM CORANTE ARTIFICIAL VINHO BORDÔ E CORANTES DE UVA ISABEL ENCAPSULADOS COM MALTODEXTRINA E GOMA ARÁBICA.....	27
4.4.1. pH	27
4.4.2. Overrun (%)	27
4.4.4. Enumeração de coliformes totais e termotolerantes (NMP/g).....	28
4.4.5. Enumeração de microrganismos probióticos (UFC/g)	28
4.4.6. Análise sensorial.....	29
4.5. ESTABILIDADE DA COR DOS FROZENS YOGURT ELABORADOS COM CORANTE ARTIFICIAL VINHO BORDÔ E CORANTES DE UVA ISABEL ENCAPSULADOS COM MALTODEXTRINA E GOMA ARÁBICA.....	30
4.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO LÍQUIDO E DOS CORANTES DE UVA ISABEL ENCAPSULADOS COM MALTODEXTRINA E GOMA ARÁBICA	32
5.1.1. Umidade	33
5.1.2. Higroscopicidade	33
5.1.3. Rendimento	34
5.1.4. Eficiência da encapsulação	34
5.1.5 Antocianinas	35
5.1.6. Compostos fenólicos.....	37
5.1.7. Flavonóides (mg equivalente quercetina/100g)	38
5.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FROZENS YOGURT ELABORADOS COM CORANTE ARTIFICIAL VINHO BORDÔ E CORANTES DE UVA ISABEL ENCAPSULADOS COM MALTODEXTRINA E GOMA ARÁBICA	38
5.2.1. pH	39
5.2.2. Overrun.....	39
5.2.3. Teste de derretimento.....	40
5.2.4. Enumeração de coliformes totais e termotolerantes	42
5.2.5. Enumeração de microrganismos probióticos	42
5.2.6. Análise sensorial.....	43
5.3. ESTABILIDADE DA COR DOS <i>FROZENS YOGURT ELABORADOS</i> COM CORANTE ARTIFICIAL VINHO BORDÔ E CORANTES DE UVA ISABEL ENCAPSULADOS COM MALTODEXTRINA E GOMA ARÁBICA ..	45

6 CONCLUSÃO.....	48
7 REFERÊNCIAS.....	49

1. INTRODUÇÃO

O papel da dieta é além de fornecer micro e macro nutrientes, incorporar compostos químicos que favoreçam a manutenção biológica do organismo. Estes compostos são chamados de bioativos e podem ser encontrados em alimentos de origem vegetal e desempenham importantes benefícios à saúde humana (SAAD, 2006).

A suplementação da dieta através da incorporação destes compostos é benéfica. Estudos demonstram que o consumo destes compostos é capaz de exercer influência na redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas como doenças cardiovasculares e câncer. Além disso, dentre esses compostos, os polifenóis demonstram aumento da capacidade antioxidante quando administrados na dieta.

De origem americana, a uva Isabel - *Vitis labrusca* foi introduzida no Brasil pelos italianos no século XIX. É uma das espécies de uvas mais versáteis e utilizadas para o desenvolvimento de vinhos de diferentes qualidades, vinagres, sucos e matéria prima de diferentes tipos de doces e geleias. Apresenta ainda facilidade no seu cultivo e resistência a diversos tipos de pragas (PERUZZO, 2014).

O bagaço, subproduto gerado na fabricação de derivados desta uva, apresenta elevado teor de sais minerais, compostos fenólicos e antocianinas que podem variar de acordo com processos de cultivo, colheita e processamento/extração do suco (SOUZA, 2013). Industrialmente, a produção do bagaço de uva Isabel - *Vitis labrusca*, representa 10 milhões de toneladas de resíduos de vinícolas em todo o mundo (LOPES, 2013), e ainda segundo Melo *et al.* (2011) o resíduo totaliza cerca de 30% do volume de uvas utilizadas para a produção vinícola.

O reaproveitamento deste bagaço é de suma importância para diferentes indústrias, por ser uma alternativa barata para extração de pigmentos naturais vermelhos (LEIDENS, 2011), por possuírem quantidades significativas de compostos bioativos (SOUZA, 2006) e por serem inócuos à saúde de crianças e adultos (JOHANN *et al.*, 2014).

Devido ao aumento da utilização dos corantes artificiais, a legislação brasileira, como medida preventiva teve banir alguns corantes elaborados a partir de pigmentos sintéticos e, para outros, estabelecer regras disciplinares para seu uso (DUFOSSE, 2005; CAMPOS, 2010 PENHA, 2011). Estes corantes apresentam estabilidade a luz, oxigênio, calor e pH, enquanto que os corantes naturais necessitam de alternativas que melhorem sua estabilidade perante às reações de oxidação (ALBARELLI *et al.*, 2009).

É considerado corante natural aquele extraído de uma substância animal ou vegetal através de um processo tecnológico adequado (BRASIL, 1978). Os mais conhecidos são carotenoides, clorofilas, antocianinas, Betalaína e carmim.

A técnica de microencapsulação consiste em formar uma “capa”, ou microcápsula comestível, protegendo o material encapsulado de diferentes fatores ambientais com auxílio de um agente encapsulante (MOREIRA, 2007). Esta técnica pode ajudar a resolver alguns dos problemas associados com os corantes naturais, pois oferece solubilidade melhorada e produtos estáveis à oxidação (VALDUGA *et al.*, 2008).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi encapsular e caracterizar o corante extraído do bagaço de uva Isabel e aplicá-lo em *frozen yogurt* para avaliar sua aceitação e funcionalidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1. ALIMENTOS FUNCIONAIS

Os alimentos funcionais são aqueles que produzem efeitos fisiológicos ou metabólicos, através do desempenho de algum nutriente, na manutenção das funções do organismo humano. O termo funcional aplicado ao alimento assume a conotação de proporcionar um benefício fisiológico adicional, além de satisfazer as necessidades básicas (BASHO *et al.*, 2010).

Vale ressaltar que esses tipos de alimentos não curam doenças, apenas previnem seu aparecimento, e caso isso aconteça auxiliam o organismo a se proteger. É interessante a incorporação deste tipo de alimento á dieta, ajudando o organismo á se fortalecer e trazendo bem estar, disposição e energia ao consumidor (VIDAL *et al.*, 2012).

Os probióticos são microrganismos vivos, que quando administrados em quantidade adequada, conferem benefícios á saúde do hospedeiro, promovendo o balanço da microbiota intestinal. A influência na microbiota intestinal dá-se por fatores antagônicos, de competição e efeitos imunológicos (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

A utilização deste tipo de cultura favorece a multiplicação de bactérias benéficas que reforçam a resistência por bactérias prejudiciais, como as patogênicas. Bactérias pertencentes aos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* e, em menor escala, *Enterococcus faecium*, são mais frequentemente empregadas como suplementos probióticos para alimentos (SAAD, 2006).

A literatura cita que o número probióticos no alimento para que o aproveitamento das suas características seja máximo deve ser maior que 10^6 UFC/g (DAVE *et al.*, 1998). A legislação brasileira estabelece contagens entre 10^8 e 10^9 UFC/g (BRASIL, 2002).

2.2. FROOZEN YOGURT

O *frozen yogurt*, ou sorvete de iogurte, é um produto obtido a partir da fermentação realizada pela ação dos microrganismos, onde parte dos açúcares é transformada em ácido láctico. Uma vez finalizada esta fermentação, se procede à adição do restante dos ingredientes, o batimento, e o congelamento, adquirindo consistência cremosa, suave e agradável ao paladar (GONÇALVES *et al.*, 2008).

Durante a fermentação, a proteína, a gordura e a lactose do leite sofrem hidrólise parcial, facilitando a digestão do produto, sendo considerado agente regulador das funções digestivas, principalmente em indivíduos intolerantes (LONGO, 2006). O produto traz consigo inúmeras características positivas dentre elas baixo teor de gordura, sabor refrescante do sorvete com sabor tradicional do iogurte, vida útil maior que sua matéria prima e suplementação com bactérias probióticas benéficas ao organismo (FERREIRA, 2011).

2.2.1. Agentes adoçantes

O açúcar no sorvete possui duas funções principais: a primeira função é de aumentar a doçura, e a segunda é a de aumentar a viscosidade e o total de sólidos, melhorando a textura. Com a adição deste ocorre a diminuição do ponto de congelamento e do tamanho dos cristais de gelo, dando maciez ao produto (LOPES, 2011).

2.2.2. Emulsificante

A adição deste componente tem o objetivo de reduzir a tensão superficial na interface de duas fases, normalmente imiscíveis que posteriormente vão formar uma emulsão, além de desestabilizar o glóbulo de gordura durante o congelamento. Melhoram características desejáveis em sorvetes, como a redução do tempo de batadura, melhora da resistência á fusão e redução do crescimento de cristais de gelo (BAER *et al.*, 1997).

2.2.3. Estabilizante

Este aditivo melhora a estabilidade da emulsão e o corpo, e influencia na velocidade e temperatura de fusão da mistura auxiliando no aumento da estabilidade durante o armazenamento, tornando mais demorado o crescimento dos cristais de gelo e lactose (ABREU, 2014).

2.2.4. Água e ar

Overrun é definido como incorporação de ar no sorvete. O ar é incorporado na mistura para adicionar volume e influencia significativa no corpo, textura e paladar. Já a água existente nos elementos líquidos da mistura, passa do estado líquido para um estado parcialmente sólido causando o endurecimento (formação de cristais de gelo) (COSTA, 2009). Para alcançar os resultados esperados em relação à textura, é necessário balanceamento e forma de processamento adequado e ainda, batimento e processo de congelamento concomitantemente. Os dois componentes citados influenciam diretamente no rendimento e qualidade do *frozen yogurt* (FERREIRA, 2011).

2.2.5. Cultura Láctea

As culturas lácteas desempenham a função de acidificar o meio pela fermentação da lactose em ácido láctico, o que diminui o pH, melhora a textura e desenvolve no produto final o sabor característico de iogurte (PANTE, 2014).

2.3. ANTOCIANINAS

As antocianinas são responsáveis pela cor vermelha, roxa e azul de diferentes tipos de vegetais e estão presentes nas seivas das plantas. Apesar disso, seu uso é bastante limitado em função da disponibilidade da matéria prima produtora de pigmentos na quantidade e qualidade requerida, a dificuldade de sua purificação, o poder requerido quando comparada aos corantes sintéticos e

principalmente à baixa estabilidade apresentada (STRIGUETHA *et al.*, 2002). Atuam como um componente funcional da dieta, por possuírem propriedades fitoterápicas que previnem e tratam doenças como pirexia, hipertensão e doenças do fígado, sendo incorporadas cada vez mais na alimentação (SHIPP *et al.*, 2010). A estrutura química básica das antocianinas é baseada numa estrutura policíclica de quinze carbonos, mostrada na figura 1.

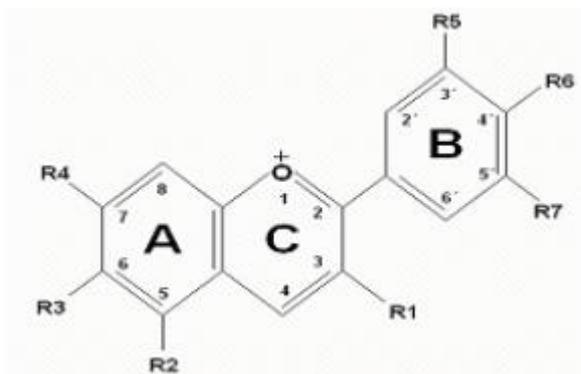


Figura 1: Estrutura química das antocianinas (LOPES *et al.*, 2007)

A variação de sua cor depende do pH e ocorre quando um íon de hidrogênio é adicionado ou removido da molécula. A estabilidade destes compostos está relacionada à temperatura de extração e armazenamento, pH, luz, oxigênio e ação de agentes oxidantes (FAVARO, 2008). Há necessidade de utilização de técnicas para aumentar a estabilidade deste composto para aplicação em diferentes tipos de produtos. Lopes (2007) aponta a variação do pH como o principal fator de estabilidade das antocianinas, afetando a cor e a estabilidade química. Em soluções ácidas a antocianina é vermelha, mas com aumento do pH, a intensidade da cor diminui e em solução alcalina a cor é obtida porém é instável.

A uva Isabel é uma das principais cultivares de *Vitis labrusca*, espécie originária do sul dos Estados Unidos, de onde foi difundida para outras regiões. Apresenta características como cachos médios a grandes, aglomerados e bem formados, bagas pretas, polpa mole e sucosa, de sabor suave, que agrada o gosto brasileiro e sabor atraente, porém a casca grossa gera características indesejáveis em mesa. Além disso, apresenta em sua composição compostos bioativos como compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas (SOUZA, 2013).

2.4. ENCAPSULAÇÃO

Encapsulação significa envolvimento ou captura de uma substância por outra. O material encapsulado (núcleo) pode ser um líquido ou um sólido, e o material encapsulante (cobertura, parede ou matriz) é geralmente um polissacarídeo. Uma capsula consiste, em geral, em uma camada que atua como filme protetor isolando a substância ativa e evitando os efeitos de sua exposição inadequada (MOREIRA, 2007).

O principal objetivo da encapsulação é proteger o material do núcleo de condições adversas, tais com efeitos indesejados de luz, umidade e oxigênio, contribuindo assim para o aumento de vida de prateleira o produto podendo promover, além disto, uma liberação controlada deste (KECHINSKI, 2011).

2.4.1. Maltodextrina

As maltodextrinas são produtos parcialmente hidrolisados do amido, formado de cadeias D-glicose conectadas por ligações α -1,4. São produzidas por hidrólise ácida, enzimática ou ainda, pela combinação de ambos os processos sobre o amido. Não apresentam sabor doce e são amplamente utilizados para aumentar a viscosidade dos alimentos ou no processo de secagem por atomização, devido às suas características físicas, como solubilidade elevada e baixa viscosidade, mesmo quando se encontram em elevada concentração de sólidos (COSTA, 2013).

2.4.2. Goma arábica

A goma arábica ou goma acácia é um produto obtido da dessecação espontânea dos troncos e dos ramos da *Acácia senegal* (Linne). É um polissacarídeo de estrutura ramificada cuja cadeia principal é formada por

unidades de D-galactopiranosose unidas por ligações glicosídicas β -D (1,3). É amplamente utilizada devido a sua característica de solubilidade e água, propriedades tenso ativas e produz soluções com baixa viscosidade em altas concentrações de sólidos. Suas características tem facilitado seu grande uso como matriz encapsulante para retenção e proteção, por outro lado tem alto custo e problemas de disponibilidade (MENDES, 2012).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Encapsular *em spray dryer* e caracterizar o pigmento vegetal natural extraído do bagaço de uva Isabel (*Vitis labrusca*) utilizando como materiais carreadores a maltodextrina e goma arábica.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Secar o bagaço de uva Isabel (*Vitis Labrusca*) e extrair o pigmento;
- Encapsular *em spray dryer* o extrato usando como material de parede a maltodextrina e a goma arábica;
- Determinar nos corantes encapsulados: umidade, higroscopicidade, rendimento, eficiência da encapsulação, estabilidade da cor, teores de antocianinas, compostos fenólicos e flavonóides;
- Elaborar três formulações: *frozens yogurt* elaborados com corantes de uva Isabel encapsulado com maltodextrina, encapsulados goma arábica e elaborado com corante artificial vinho bordô (controle);
- Determinar nas formulações de *frozen yogurt* o pH, a estabilidade da cor, o overrun e o teste de derretimento;
- Avaliar a qualidade microbiológica dos *frozens yogurt* e a sobrevivência da cultura probiótica;
- Avaliar o perfil sensorial, aceitação e intenção de compra dos *frozens* elaborados com corante de uva Isabel encapsulados com maltodextrina e goma arábica, utilizando *frozen yogurt* elaborado com corante artificial vinho bordô, como controle.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O bagaço de uva Isabel foi adquirido diretamente da Cooperativa Agropecuária de produtores de Corumbataí do sul (COAPROCOR), localizada em Corumbataí do Sul, entre novembro e dezembro de 2014. As amostras foram armazenadas em freezer a -18 °C até o período de utilização. Realizou-se o descongelamento e homogeneização.

Dos agentes carreadores, utilizou-se maltodextrina e goma arábica pura (Vetec). Os demais reagentes e meios de cultura foram cedidos pelo laboratório de pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão para realização das análises físico químicas.

4.1. PREPARO DOS EXTRATOS

4.1.1. Secagem do bagaço e extração

A secagem do bagaço foi realizada em estufa de circulação de ar a 40°C por 48 horas, e em seguida, triturado em moinho de facas, embalado e armazenado em freezer horizontal. A extração foi conduzida pelo método de extração com etanol acidulado 0,25%, seguindo a metodologia descrita por Asolini *et al.* (2006) com modificações no solvente utilizado - substituição de metanol por etanol.

4.1.2. Encapsulação

Foram desenvolvidas duas amostras, uma das amostras tendo maltodextrina como agente encapsulante e a outra utilizando a goma arábica. Cada agente encapsulante foi disperso em 100 mL de água a 80 °C por cinco minutos com agitação mecânica a 4000 rpm. A dispersão foi resfriada até 30 °C, o extrato foi adicionada na proporção 1:3,5 (m/m) e agitada por mais três minutos (TOSONI; RODRIGUES, 2013). A secagem por pulverização ocorreu em *spray*

dryer com fluxo de ar de 50L /min, ar quente de 3,6 m³/min, alimentação de líquido de 550 ml/h e temperatura de 150 °C. Os corantes foram acondicionados em frasco de vidro âmbar em freezer à -18 °C.

4.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO EXTRATO LÍQUIDO E DOS CORANTES ENCAPSULADOS COM MALTODEXTRINA E GOMA ARÁBICA

4.2.1. Umidade (g /100g)

A umidade dos corantes foi determinada segundo Instituto Adolfo Lutz (2008) com modificações sugeridas por Oliveira (2014). Pesou-se 2,000 g das amostras, 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, em que Pi é o peso inicial e Pf é o peso final.

$$U = \frac{p_i - p_f}{p_i} \cdot 100 \quad (1)$$

4.2.2. Higroscopicidade (g/100g)

A higroscopicidade dos corantes foi determinada segundo Cay e Corke (2000) com modificações. Amostras de 1,000 g de amostra foram dispostas em cadinhos de porcelana previamente tarados e armazenados por uma semana em frasco de vidro contendo solução saturada de cloreto de sódio (NaCl umidade relativa=75,3%). O resultado foi obtido pela massa de água adsorvida pela amostra e expressa em g de água adsorvida/100 g de matéria seca.

4.2.3. Rendimento (%)

O rendimento no processo de encapsulação foi calculado conforme Souza (2013), pela relação entre a massa seca de pó obtida ($m_{spó}$) e a massa

líquida da mistura alimentada no *spray dryer* ($ml_{mistura}$), expresso em porcentagem (%), de acordo com a Equação 2.

$$Rendimento = \frac{mspó}{mlmistura} \cdot 100 \quad (2)$$

4.2.4. Ruptura das cápsulas

Para a realização das análises antocianinas, flavonóides e compostos fenólicos, foi utilizado a metodologia descrita por Souza (2013), onde, em tubos falcon, 0,5 g de corantes foram diluídas com 20 mL de solução de metanol 80% acidificado com ácido clorídrico 0,2%, facilitando a separação dos agentes carreadores e extração dos compostos. Posteriormente os tubos foram depositados em sonificador ultrassônico por 15 minutos seguido de centrifugação a 3000 rpm por cinco minutos. O sobrenadante resultante foi utilizado na execução das análises de antocianinas, compostos fenólicos, atividade antioxidante e flavonóides.

4.2.5. 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 do corante foi dissolvidos em 20 mL de etanol absoluto P.A. em tubos falcon. Posteriormente, os tubos foram colocados em sonificador 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 4.2.6. e o sobrenadante resultante foi utilizado na execução da análise de antocianinas. 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.

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

4.2.6. Antocianinas (mg de cianidina-3-glucosídeo/100g)

O conteúdo de antocianinas foi obtido, em 1, 7, 14, 21, 28 e 36 dias, pelo método do pH diferencial conforme Giusti e Wrolstad (2003). Uma alíquota de 0,5 mL do extrato líquido foi diluído em 9,5 mL de solução tampão cloreto de potássio (pH 1,0) e solução tampão acetato de sódio (pH 4,5). Para os corantes 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, em que VT é o volume do tampão (mL) e VE é o volume do extrato (mL).

$$FD = \frac{VT}{VE} + 1 \quad (4)$$

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

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

Onde:

A_{510} : Absorbância no comprimento de onda de 510 nm;

A_{700} : Absorbância 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: Absorbância calculada pela Equação 5;

FD: Fator de diluição;

M: Massa molar da cianidina-3-glucosídeo (449 g/mol);

ϵ : Coeficiente de extinção molar (26900 L/mol.cm);

L: Caminho óptico da cubeta (1 cm).

4.2.7. Compostos fenólicos totais (mg equivalente de ácido gálico/100g)

Os teores de compostos fenólicos totais dos corantes e do extrato líquido foram avaliados em 1, 7, 14, 21, 28 e 36 dias, pelo método de Folin-Ciocalteu segundo metodologia proposta por Amerine e Ough (1976) com modificações sugeridas por Tosoni e Rodrigues (2013). Para o extrato líquido, uma alíquota de 0,1 mL da solução diluída contendo 0,5 mL do extrato líquido e 9,5 mL de água destilada foi transferida para um tubo de ensaio protegido da luz. E para os corantes, transferiu-se para tubos de ensaio protegidos da luz, uma alíquota de 0,1 mL da solução diluída contendo 1 mL dos corantes com a capsula rompida e 9 mL de água destilada. Em seguida, adicionou-se 3 mL de água destilada e 0,25 mL do reagente Folin-Ciocalteu. Após três minutos de repouso, pipetou-se 2 mL de solução de carbonato de sódio (Na_2CO_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 Na_2CO_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 $R^2 = 0,992$, obtida na curva de calibração construída empregando ácido gálico como padrão nas concentrações 100, 200, 700 e 1000 mg/L. Utilizou-se y para determinar a concentração de compostos fenólicos totais expressos em mg equivalente de ácido gálico/100 g e x a absorbância.

$$Y = 0,0029619x - 0,0201 \quad (7)$$

4.2.8. Perda total no período de estocagem (%)

Foi calculada pela metodologia descrita por Souza (2013) o percentual (%) de perda total de antocianinas, flavonóides e compostos fenólicos no período de estocagem através da relação entre a quantidade no último dia de armazenamento (C_{36}), pela quantidade inicial (C_1) conforme a Equação 8.

$$\text{Perda total} = 1 - \frac{C_{36}}{C_1} * 100 \quad (8)$$

4.2.9. Flavonóides totais (mg equivalente quercetina/100g)

O teor de flavonóides totais foi avaliado no primeiro dia segundo método proposto por Marques *et al.* (2012), em que 0,5 mL do extrato líquido/corantes com a capsula rompida foram pipetadas para balões volumétricos de 10 mL. Em seguida, transferiu-se 0,4 mL de solução metanólica de cloreto de alumínio ($AlCl_3$) 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 absorbâncias 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 ($AlCl_3$). O resultado de flavonóides totais (FT) foi calculado como quercetina segundo a Equação 10 e expresso em mg equivalente quercetina/100g.

$$FT = \frac{Abs * FD}{m * E\%} \quad (9)$$

Onde:

Abs: Absorbância da amostra;

FD: Fator de diluição;

v M = massa seca (g);

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

4.3 ELABORAÇÃO DE FROZENS YOGURT COM CORANTE ARTIFICIAL VINHO BORDÔ E CORANTES DE UVA ISABEL ENCAPSULADO COM MALTODEXTRINA E GOMA ARÁBICA

Foram elaborados três *frozens yogurt*: *frozen yogurt* com corante artificial vinho bordô, *frozen yogurt* com corante de uva Isabel encapsulado com maltodextrina; *frozen yogurt* com corante de uva Isabel encapsulado com goma arábica.

O preparo das formulações constituiu-se por três etapas, seguindo metodologia proposta por Oliveira *et al.* (2012) e Oliveira (2014). Inicialmente, realizou-se a pré-ativação da cultura probiótica a partir da alíquota de 5 g de cultura de *Lactobacillus acidophilus* e *L. casei* dissolvida assepticamente em 1 L de leite desnatado UHT e incubada em estufa a 40 °C por 12 horas.

Na segunda etapa, preparou-se a base, onde foram pesados e homogeneizados no leite desnatado UHT os ingredientes sólidos: 5 % de leite em pó desnatado, 1 % de soro em pó, 1 % de espessante, 1 % de amido modificado e 10 % de açúcar. Em seguida, a mistura foi tratada termicamente em banho-maria, com agitação manual intermitente até atingir 90 °C, permanecendo em repouso por 10 minutos e resfriado a 40 °C para adição de 2 % da cultura probiótica ativada.

A mistura permaneceu incubada em estufa a 40 °C por 12 horas. Posteriormente, a base foi armazenada em refrigerador a 10 °C.

A última etapa constituiu-se do preparo da calda, onde em liquidificador industrial foi homogeneizado por 10 minutos a base fermentada com 5 % de xarope de glicose e 1 % de emulsificante. As formulações diferenciaram-se quanto ao tipo e quantidade de corante adicionado, sendo que a formulação (A) recebeu 1 g de corante artificial vinho bordô, a formulação (B) recebeu 170 g do corante encapsulado com maltodextrina e a formulação (C) recebeu 220g do corante encapsulado com goma arábica. Por último, a mistura foi congelada em sorveteira vertical e as amostras resultantes foram acondicionadas em potes plásticos com tampa, identificadas e armazenadas em freezer a -18 °C.

4.4. CARACTERIZAÇÃO DOS FROZENS YOGURT ELABORADOS COM CORANTE ARTIFICIAL VINHO BORDÔ E CORANTES DE UVA ISABEL ENCAPSULADOS COM MALTODEXTRINA E GOMA ARÁBICA

4.4.1. pH

O pH foi determinado em potenciômetro previamente calibrado segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), onde 10 g das amostras de cada formulação de *frozen yogurt* foram dissolvidas em 100 mL de água destilada antes das análises.

4.4.2. Overrun (%)

O overrun, ou o, percentual (%) da incorporação de ar sofrida durante o congelamento da calda de *frozen yogurt* foi obtido pela Equação 11, onde os volumes inicial (V_i) e final (V_f) foram medidos em provetas conforme metodologia descrita por Oliveira *et al.* (2012).

$$\text{Overrun} = \frac{V_f \text{ frozen} - V_{\text{calda}}}{V_i \text{ calda}} * 100 \quad (11)$$

4.4.3. Teste de derretimento (mL/min)

O teste de derretimento foi avaliado de acordo com o procedimento descrito por Correia *et al.* (2008), com modificações. As amostras de *frozen yogurt* foram colocadas sobre uma tela metálica com abertura de 0,5 cm, suportada por funil, á temperatura ambiente. O volume drenado foi registrado em intervalos de cinco minutos no período de 80 minutos. A partir dos dados, foram construídos gráficos do tempo (min) *versus* volume derretido (mL) e utilizada regressão linear para determinar o tempo inicial de derretimento.

4.4.4. Enumeração de coliformes totais e termotolerantes (NMP/g)

A contagem foi realizada pela técnica do Número Mais Provável (NMP/g) descrita por Lanara (1981). Em ambiente asséptico, pesou-se 25 g da amostra e diluiu-se em 225 mL de solução salina peptonada 0,1%. Após completa homogeneização obteve-se a diluição 10^{-1} . A partir desta inoculou-se 1 mL em três tubos contendo Lauril Sulfato Tryptose simples (LST) e um tubo contendo salina 0,1 % resultando na diluição 10^{-2} . Alíquotas de 1 mL da diluição 10^{-2} foram adicionados à segunda série de tubos contendo LST simples e um tubo contendo salina 0,1 % obtendo-se a diluição 10^{-3} . Por fim, foram inoculados 1 mL da diluição 10^{-3} em três tubos contendo LST simples. Em seguida, incubaram-se os tubos identificados com suas respectivas diluições e codificação da amostra em estufa a 35 °C por 48 horas. Após o período de incubação, verificou-se se houve a formação de gás e turvação do meio, indicativo de provável contaminação de coliformes na amostra.

4.4.5. Enumeração de microrganismos probióticos (UFC/g)

A contagem de microrganismos probióticos foi realizada nos dias 0, 7, 14, 21, 28 e 36 segundo Vinderola e Reinheimer (2003), onde para cada formulação, prepararam-se diluições seriadas de 10^{-1} até 10^{-8} em solução salina peptonada 0,1 %. Posteriormente, utilizando a técnica de semeadura em

profundidade, semeou-se em placas de Petri auto clavadas 1 mL das diluições 10^{-6} , 10^{-7} e 10^{-8} , em duplicata e em seguida verteu-se 15 mL de ágar de Man, Rogos e Sharpe (MRS) previamente esterilizado e liquefeito a temperatura de 40 °C. As placas foram incubadas na ausência de oxigênio pelo emprego de sachet e jarra de anaerobiose a temperatura de 36 °C por 72 horas.

4.4.6. Análise sensorial

Para aplicação dos testes sensoriais de aceitação e intenção de compra segundo, o trabalho foi submetido ao Conselho Nacional de Saúde e Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), com o número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 02027012.3.0000.0092.

A aceitação das amostras foi avaliada pela aplicação da escala hedônica de nove pontos, onde os provadores foram orientados a avaliar os atributos aparência, cor, textura, aroma, sabor e avaliação global, conforme apresentado na Figura 2. Enquanto que para a intenção de compra foi utilizada uma escala de cinco pontos, ilustrada na Figura 3. Os provadores receberam individualmente 10 g de cada amostra, na temperatura de consumo, em copos plásticos codificados com números aleatórios de três dígitos. Foram necessários 50 provadores.

Estamos avaliando aceitação de *frozens yogurt* coloridos com corantes naturais em substituição de corantes sintéticos, comumente utilizados pela indústria de alimentos. Avalie a amostra codificada e utilize a escala hedônica abaixo para indicar o quanto gostou ou desgostou da amostra.

Código da amostra _____

9-Gostei muitíssimo

Aparência: _____

8- Gostei muito

Cor: _____

7-Gostei moderadamente

Textura: _____

6-Gostei ligeiramente

Aroma: _____

5-Nem gostei/Nem desgostei

Sabor: _____

4-Desgostei ligeiramente

Avaliação Global: _____

3-Desgostei moderadamente

2-Desgostei muito

1-Desgostei muitíssimo

Figura 2: Ficha sensorial aplicada no teste de aceitação

Estamos avaliando a intenção de compra de *frozens yogurt* coloridos com corantes naturais em substituição á corantes sintéticos comumente utilizados na indústria de alimentos. Avalie a amostra codificada e utilize a escala hedônica abaixo para indicar a intenção de compra da amostra.

Código da amostra _____

5-Certamente compraria

4-Provavelmente compraria

3-Tenho duvida se compraria

2-Provavelmente não compraria

1- Certamente não compraria

Intenção de compra: _____

Figura 3: Ficha sensorial aplicada no teste de intenção de compra

4.5. ESTABILIDADE DA COR DOS FROZENS YOGURT ELABORADOS COM CORANTE ARTIFICIAL VINHO BORDÔ E CORANTES DE UVA ISABEL ENCAPSULADOS COM MALTODEXTRINA E GOMA ARÁBICA

A estabilidade da cor foi obtida por meio de colorímetro portátil do sistema CieLab (Konika Minolta Inseng, modelo CR 400), aos 1, 7, 14, 21, 28 e

36 dias de armazenamento. O extrato foi colocado em placa de Petri, em quantidade suficiente para cobrir a base da placa, e os *frozens yogurt* em recipientes plásticos com capacidade de 200 mL, sendo avaliadas as coordenadas L, a* e b*, 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 (ΔE) 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 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A análise estatística foi realizada utilizando o software Biostat 5.1. Os dados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO LÍQUIDO E DOS CORANTES DE UVA ISABEL ENCAPSULADOS COM MALTODEXTRINA E GOMA ARÁBICA

Na etapa de secagem em estufa utilizou-se 2,20 Kg de bagaço úmido, que resultaram em 1,16 Kg de matéria seca. Na extração com etanol, foi obtido 3,16 l de extrato líquido, que após roto evaporação resultou em 1,60 l de extrato líquido. As figuras 4 e 5 apresentam o equipamento utilizado nos ensaios de secagem, extrato do bagaço de uva Isabel (*Vitis labrusca*) e os corantes encapsulados com maltodextrina e goma arábica, respectivamente. Utilizou-se para encapsulação 440 g de ambos os carreadores.



Figura 4: *Spray dryer* utilizado nos ensaios de secagem.



Figura 5: Extrato do bagaço de uva Isabel (*Vitis labrusca*): (a) Extrato líquido (b) Corante de uva Isabel encapsulado com maltodextrina e (c) Corante de uva Isabel encapsulado com goma arábica.

A tabela 1 apresenta as médias e o desvio padrão das análises dos corantes de uva Isabel (*Vitis labrusca*) encapsulados com maltodextrina e goma arábica.

Tabela 1: Médias e desvios padrão das análises realizadas nos corantes de uva Isabel (*Vitis labrusca*) encapsulados com maltodextrina e goma arábica.

Extrato	Umidade (g/100 g)	Higroscopicidade (g/100 g)	Rendimento (%)	Eficiência (%)
Extrato + MD	3,55 ^a ± 0,72	32,86 ^a ± 4,06	39,9	35,64 ^a ± 3,61
Extrato + GA	4,58 ^a ± 0,54	34,23 ^a ± 3,33	38,8	41,00 ^b ± 0,13

MD: Maltodextrina

GA: Goma arábica

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

5.1.1. Umidade

O teor de umidade dos corantes de uva Isabel (*Vitis labrusca*) encapsulado com maltodextrina e goma arábica (tabela 1) não apresentou diferença significativa nos dois tratamentos estudados ($p < 0,05$). Valduga (2008) em seu trabalho de extração, secagem por atomização e encapsulamento de antocianinas do bagaço de uva Isabel (*Vitis labrusca*) obteve o resultado de 5 % ao utilizar a temperatura de 180 °C. Tosoni e Rodrigues (2013) caracterizando própolis encapsulada com diversos materiais de parede e temperatura menor (130°C) obtiveram 7,51 % para maltodextrina e 5,63 % para goma arábica.

Souza (2013), em seu estudo sobre aproveitamento dos subprodutos de vinificação de uva Bordô (*Vitis labrusca*) para obtenção de pigmentos com propriedades funcionais obteve umidade entre 2,96 a 4,94 % para os corantes utilizando *spray dryer* á diferentes temperaturas (130, 150 e 170 °C), e como agente carreador maltodextrina. Segundo o mesmo estudo, os valores decrescentes de umidade a medida que se aumenta a temperatura do ar de secagem. Isto se deve a temperaturas de ar de entrada mais altas onde a velocidade de transferência de calor para partícula é maior, proporcionando uma maior força de condução, para evaporação da água reduzindo assim o conteúdo de umidade dos corantes.

5.1.2. Higroscopicidade

Cai & Corke (2000) em seu estudo de secagem de pigmentos de amarantho por *spray dryer*, observaram que as amostras com maior higroscopicidade apresentam maior retenção das betacianinas por absorverem mais água e estarem mais suscetível as reações de degradação. O conteúdo de umidade decresce com a temperatura a um mesmo valor a atividade de água, indica que as cápsulas se tornam menos higroscópicas com aumento da temperatura.

O teor de higroscopicidade não apresentou diferença significativa ao nível de 5 % (tabela 1). Oliveira (2013) ao encapsular Bixina com maltodextrina obteve 9,02 g/100 g e Pante (2014) ao encapsular amora preta obteve 8,91 g/100 g com goma arábica como encapsulante e 9,75 g/100 g com maltodextrina, ambos em *spray dryer* na temperatura de 150°C, resultados inferiores aos obtidos neste trabalho. Tosoni e Rodrigues (2013) caracterizando própolis encapsulada com diversas matérias de parede encontraram os teores de 20,75 g/100 g para goma arábica e 10,45 g/100 g para maltodextrina comum.

5.1.3. Rendimento

O rendimento aproximou-se com o encontrado na literatura (tabela 1). De acordo com Junior (2012), o rendimento do processo depende do estudo e domínio da técnica de encapsulação aplicada, que possibilita a obtenção de produtos com formulação equilibrada e melhor rendimento do processo, além das condições aplicadas como temperatura do ar e tipo de encapsulante. Pante (2014), ao encapsular amora preta obteve 32,09 % e 28,70 %, ao encapsular com goma arábica e maltodextrina, respectivamente.

5.1.4. Eficiência da encapsulação

A eficiência de encapsulação diferiu significativamente ao nível 5% (tabela 1). Peruzzo (2014) obteve eficiência de 73 % em seu estudo sobre extração, purificação, identificação e encapsulação de compostos bioativos

provenientes do resíduo do processamento da indústria vinícola utilizando emulsificação/gelificação com proteínas do soro do leite.

5.1.5 Antocianinas

A tabela 2 apresenta as médias e desvios padrão dos teores de antocianinas (mg de cianidina-3-glucosídeo/100 g) no extrato líquido de uva Isabel (*Vitis labrusca*) e dos corantes encapsulados com maltodextrina e goma arábica durante 36 dias de observação.

Tabela 2: Médias e desvios padrão dos teores de antocianinas (mg de cianidina-3-glucosídeo/100 g) no extrato líquido de uva Isabel (*Vitis labrusca*) e dos corantes encapsulados com maltodextrina e goma arábica durante 36 dias de armazenamento.

Dia	Extrato líquido	Maltodextrina	Goma Arábica
0	6,272 ^{aA} ± 0,842	18,257 ^{bD} ± 0,771	18,480 ^{bA} ± 1,681
7	3,767 ^{aB} ± 0,527	13,915 ^{bA} ± 0,768	14,695 ^{bAB} ± 2,408
14	3,555 ^{aB} ± 0,680	10,464 ^{bAB} ± 1,020	9,574 ^{bBC} ± 1,336
21	3,449 ^{aB} ± 0,516	8,238 ^{bBC} ± 2,700	6,012 ^{aBD} ± 2,041
28	3,003 ^{aB} ± 0,455	6,680 ^{aBC} ± 2,314	7,348 ^{aCD} ± 2,314
36	2,473 ^{aB} ± 0,267	4,898 ^{aC} ± 0,386	5,121 ^{aD} ± 4,026
% Perda	60,62	73,21	72,34

Letras minúsculas diferentes numa mesma linha indicam que as médias diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

Letras maiúsculas diferentes numa mesma coluna indicam que as médias diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

O teor de antocianinas no extrato líquido foi menor em relação ao encapsulado e apresentou menor porcentagem de perda. O teor de antocianinas nos corantes encapsulados apresentou diferença significativa ao longo dos 36 dias, enquanto que no extrato líquido, a perda apresentou diferença significativa apenas na segunda semana ($p < 0,05$).

Os teores de antocianinas nos corantes apresentaram aumento significativo quando comparado ao extrato líquido ($p < 0,05$). Leidens (2008) em seu trabalho sobre extração, purificação e fracionamento do bagaço de uva Isabel (*Vitis labrusca*), encontrou o teor de 57,48 ± 3,25 mg cianidina-3-glucosídeo/100g. Valduga (2008) encontrou concentração máxima de antocianinas de 300 mg/100 g variando volume de etanol (100-250 mL),

temperatura de extração (15-35 °C), pH (1-2) e tempo de extração (3-7 h) utilizando a fruta fresca em seu estudo.

Neste trabalho, os corantes não foram extraídos imediatamente após a obtenção do bagaço o que possivelmente tenha influenciado na redução da concentração de antocianinas no extrato líquido obtido. Hager *et al.* (2007) ao estudar o conteúdo de antocianinas no suco de framboesa, constatou que após 6 meses de armazenagem, haviam apenas 25 % de antocianinas totais originais. Coelho (2011) em seu estudo sobre degradação térmica de antocianinas de jabuticaba e uva aponta muito fatores interferentes na estabilidade de antocianinas como: pH, ação de oxigênio, enzimas, variação da temperatura e incidência de luz e concluiu que a estabilidade dos extratos de uva está relacionada com a temperatura de armazenamento dos extratos, associada com a diminuição de atividade enzimática e velocidade das reações a temperaturas baixas.

Os teores de antocianinas para o corante encapsulado com maltodextrina e para o corante encapsulado com goma arábica não apresentaram diferença de retenção estatisticamente e ainda que, a concentração de compostos antocianínicos no extrato líquido diferenciou dos corantes encapsulados com maltodextrina e goma arábica ($p < 0,05\%$). Avaliando individualmente, a concentração de antocianinas com corante encapsulado com goma arábica e com maltodextrina apresentou diferenças significativas ao longo dos 36 dias de armazenamento, enquanto que a concentração de antocianinas no extrato líquido não apresentou diferença significativa.

Ferreira (2011) trabalhando com secagem de polpa de amora preta por atomização usando maltodextrina como agente carreador em diferentes temperaturas, teores de $77,90 \pm 2,10$ mg de cianidina-3-glucosídeo/100 g na polpa *in natura* e de $129,33 \pm 0,28$ á $433,32 \pm 9,03$ mg de cianidina-3-glucosídeo/100g para polpa encapsulada, evidenciando a concentração de antocianinas no pó. Atribuiu as altas concentrações de antocianinas obtidas na polpa encapsulada ao menor valor de temperatura empregada (160 °C). Pante (2014) ao observar comportamento similar sugeriu que o processo de encapsulação, não tenha sido efetivo no seu objetivo de proteção destes compostos e que, ao invés da proteção pode ter facilitado sua degradação.

5.1.6. Compostos fenólicos

A tabela 3 apresenta as médias e desvios padrão dos compostos fenólicos totais (mgEAG/100 g) do extrato líquido de uva Isabel (*Vitis labrusca*) e dos corantes encapsulados com maltodextrina e goma arábica ao longo de 36 dias de observação.

Tabela 3: Médias e desvios padrão dos compostos fenólicos totais (mgEAG/100 g) do extrato líquido de uva Isabel (*Vitis labrusca*) e dos corantes encapsulados com maltodextrina e goma arábica ao longo de 36 dias de armazenamento.

Dia	Extrato líquido	Maltodextrina	Goma Arábica
0	420,87 ^{aA} ± 24,16	910,68 ^{bA} ± 33,99	874,66 ^{bA} ± 54,58
7	417,65 ^{aA} ± 13,40	856,66 ^{bAB} ± 20,63	852,16 ^{bAB} ± 13,50
14	389,76 ^{aA} ± 20,10	825,15 ^{bBC} ± 13,50	793,63 ^{bAB} ± 31,19
21	308,23 ^{aB} ± 38,67	771,13 ^{bC} ± 23,39	762,12 ^{bB} ± 41,26
28	295,35 ^{aB} ± 4,92	613,57 ^{bD} ± 20,63	600,07 ^{bC} ± 20,63
36	266,38 ^{aB} ± 11,30	568,55 ^{bD} ± 20,01	547,40 ^{bC} ± 18,92
% Perda	36,8	37,57	37,42

Letras minúsculas diferentes numa mesma linha indicam que as medias diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

Letras maiúsculas diferentes numa mesma coluna indicam que as médias diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

O teor de compostos fenólicos no extrato líquido apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em comparação com corantes encapsulados com maltodextrina e goma arábica, enquanto que os dois corantes entre si não apresentaram diferença ($p > 0,05$). Individualmente, o extrato líquido apresentou diferença no seu teor de compostos fenólicos a partir da terceira semana, enquanto que os corantes encapsulado apresentaram diferença significativa diminuindo estes compostos ao longo do tempo de armazenamento, mostrando que a encapsulação não foi efetiva para retenção destes compostos.

Os teores de compostos fenólicos encontrados neste trabalho foram próximos aos observados por Silva (2010) estudando a estabilidade de corante da casca de jabuticaba ($636,23 \pm 0,28$ mgEAG/100 g). Soares *et al.* (2008) avaliando o teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante de uva Niágara e Isabel encontrou valores de $219,56 \pm 6,10$ á $1026,59 \pm 88,59$ mgEAG/100 g. Sales *et al.* (2012) avaliando capacidade antioxidante de extratos hidro alcóolicos do bagaço de uva tinta encontrou o teor de 473,85 mgEAG/100 g.

5.1.7. Flavonóides (mg equivalente quercetina/100 g)

O teor de flavonóides apresentou diferença significativa entre as três amostras estudadas ($p < 0,05$). Para o extrato líquido, o teor encontrado foi de 0,55 mg equivalente quercetina/100 g, seguido do corante encapsulado com maltodextrina 2,15 mg equivalente quercetina/100 g e corante encapsulado com goma arábica com 2,45 mg equivalente quercetina/100 g Soares *et al.* (2008) ao avaliar compostos fenólicos na uva Niágara e Isabel, cita o teor de $100,04 \pm 11,57$ mg equivalente quercetina/100 g, porém são teores obtidos na fruta fresca. Oliveira (2014) ao encapsular mirtilo com maltodextrina obteve na polpa em pó o teor de 25,53 mg/ g de flavonóides e atribuiu o resultado á temperatura empregada que causou redução do teor inicial.

5.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FROZENS YOGURT ELABORADOS COM CORANTE ARTIFICIAL VINHO BORDÔ E CORANTES DE UVA ISABEL ENCAPSULADOS COM MALTODEXTRINA E GOMA ARÁBICA

A tabela 4 apresenta as médias e desvio padrão das análises físico-químicas realizadas nos *frozens yogurt elaborados* com corante artificial vinho bordô e corantes de uva Isabel encapsulados com maltodextrina e goma arábica.

Tabela 4. Médias e desvios padrão das análises físico-químicas realizadas nos *frozens yogurt elaborados* com corante artificial vinho bordô e corantes de uva Isabel encapsulados com maltodextrina e goma arábica.

Análise	Extrato líquido	Maltodextrina	Goma Arábica
pH	4,81 ^a ±0,02	4,52 ^b ±0,01	4,54 ^b ±0,01
Overrun (%)	28,47 ^a ±0,25	29,07 ^b ±0,28	27,90 ^c ±0,09

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

5.2.1. pH

O pH dos corantes encapsulados não diferiu significativamente entre si ($p > 0,05$), porém diferiram do pH do extrato líquido ao nível de 5%. Oliveira (2013) encontrou pH do *frozen yogurt* em torno de 4,20 a 4,50 em seu trabalho de desenvolvimento de *frozens yogurt* elaborados de corante naturais de Betaláina e Bixina. Pante (2014) encontrou pH de 4,42 para polpa de amora encapsulada com maltodextrina e pH de 4,49 para polpa encapsulada com goma arábica em seu trabalho de desenvolvimento, encapsulação e caracterização da polpa integral de amora preta. Afirma que quanto menor o pH, maior a acidez e menor será o teor de ácido láctico em decorrência das bactérias fermentativas.

Na legislação nacional não existe padrões de identidade para o *frozen yogurt*. Segundo Stringuetha (2002) em seu estudo sobre copigmentação de antocianinas, cita que as antocianinas mantêm coloração estável numa faixa de pH entre 2,0 e 4,0 e apresentam coloração vermelha quando em pH abaixo de 3. Porém quando o pH é aumentado na faixa de 4,0 e 5,0 a coloração vermelha tende desaparecer.

5.2.2. Overrun

A quantidade de ar incorporada (Overrun) em cada formulação de *frozen yogurt* desenvolvida diferiu estatisticamente ao nível de 5%. A legislação estabelece 20% como valor mínimo para sorvetes. Oliveira (2014) ao aplicar mirtilo em *frozen yogurt* encontrou valores de 29,07 a 29,89%. Pinto (2012) encontrou valores de 30 a 37,29% estudando efeito da adição de *Bifidobacterium BB-12* sobre *frozen yogurt*, variando os teores de 10 a 20% de LDR e Linulina. Gonçalves *et al.* (2008) em sua pesquisa sobre *frozen yogurt*

com bactérias probióticas relata que *frozens yogurt* com valores baixos de overrun apresentam-se pesados, enquanto que para valores maiores obtém-se *frozens yogurt* mais leves e suaves.

5.2.3. Teste de derretimento

O tempo inicial de derretimento do *frozen yogurt* encapsulado e o controle (Tabela 5), foram obtidos através da equação da reta do gráfico (Figura 6) plotando volume (mL) em função do tempo (min).

A figura 6 apresenta a velocidade de derretimento dos *frozens yogurt* elaborados com corante artificial vinho bordô e corantes de uva Isabel encapsulados com maltodextrina e goma arábica.

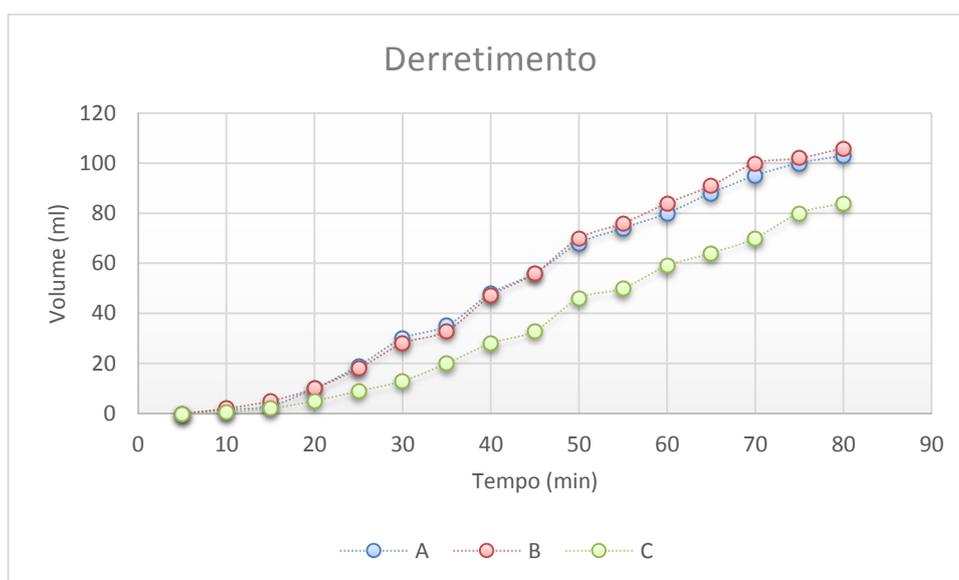


Figura 6: Derretimento dos *frozens yogurt* - (A): *frozen yogurt* elaborado com corante encapsulado com maltodextrina; (B): *frozen yogurt* elaborado com corante de uva Isabel encapsulado com goma arábica; (C): *frozen yogurt* elaborado com corante artificial vinho bordô.

A tabela 5 apresenta a regressão linear para determinação do tempo de derretimento das formulações de *frozens yogurt* elaborados com corante artificial vinho bordô e corantes de uva Isabel (*Vitis labrusca*) encapsulados com maltodextrina e goma arábica.

Tabela 5: Regressão linear para determinação do tempo de derretimento das formulações de *frozens yogurt elaborados com corante artificial vinho bordô e corantes de uva Isabel (Vitis labrusca)* encapsulados com maltodextrina e goma arábica.

Formulações do Frozen	Teste de derretimento		
	Equação	R ²	Tempo Inicial de derretimento (min)
A	Y =1,2325x- 17,163	0,9741	13,925 ^a
B	Y =1,5569x- 15,513	0,9884	9,96 ^b
C	Y =1,6135x- 16,825	0,9846	10,427 ^c

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$). *Frozens yogurt*: (A): *frozen yogurt elaborado com corante artificial vinho bordô*; (B): *frozen yogurt elaborado com corante encapsulado com maltodextrina*; (C): *frozen yogurt elaborado com corante de uva Isabel encapsulado com goma arábica*.

A regressão linear mostrou que a incorporação de ar dos *frozens yogurt* elaborados com corantes encapsulados apresentou diminuição no ponto de derretimento ($p < 0,05$) para o tempo inicial em relação ao *frozen yogurt* elaborado com corante artificial vinho bordô, sendo que o *frozen yogurt* com elaborado com corante encapsulado com maltodextrina apresentou menor tempo de derretimento.

Pante (2014) observou resultados de 10,08 minutos para o *frozen yogurt* elaborado com corante da polpa de amora encapsulada com maltodextrina, 10,67 minutos para o *frozen yogurt* elaborado com corante da polpa de amora encapsulada com goma arábica e 10,90 minutos o *frozen yogurt* elaborado com corante vermelho de Bordeaux, resultados similares aos encontrados neste estudo. Conforme Gon (2014) estudando a viabilidade de bactérias probióticas micro encapsuladas em *frozen yogurt*, observou mudanças na formulação ou nas condições de processamento do sorvete podem provocar modificações em seus aspectos estruturais. Romano (2012) afirma que o derretimento do sorvete influencia no comportamento crítico do produto. Um sorvete de alta qualidade deve mostrar resistência limitada ao derretimento quando exposto à temperatura ambiente.

5.2.4. Enumeração de coliformes totais e termotolerantes

As formulações de *frozen yogurt* não apresentaram contaminação microbiológica por coliformes totais e termotolerantes, comprovando condições higiênico-sanitárias satisfatórias e garantindo segurança alimentar ao provador durante a realização da análise sensorial.

5.2.5. Enumeração de microrganismos probióticos

As contagens de *Lactobacillus sp.* observadas nas amostras de *frozens yogurt elaborados* com corante artificial vinho bordô e corantes de uva Isabel encapsulado com maltodextrina e goma arábica durante 36 dias de armazenamento estão apresentadas na tabela 6.

Tabela 6. Contagem de *Lactobacillus sp.* (UFC/ g) nas amostras de *frozens yogurt elaborados* com corante artificial vinho bordô e s corantes de uva Isabel (*Vitis labrusca*) encapsulado com maltodextrina e goma arábica durante 36 dias de armazenamento em freezer -18 °C.

Dia	A	B	C
1	1,19 x 10 ^{8aA}	1,23 x 10 ^{8aA}	1,17 x 10 ^{8aA}
7	9,7 x 10 ^{7aB}	8,9 x 10 ^{7bB}	1,01 x 10 ^{8Aa}
14	9,2 x 10 ^{7aB}	8,5 x 10 ^{7bB}	9,4 x 10 ^{7aB}
21	7,0 X 10 ^{7aB}	3,5 X 10 ^{7bC}	6,8 X 10 ^{7aC}
28	5,6 x 10 ^{7aC}	1,9 x 10 ^{7bD}	5,2 x 10 ^{7aD}
36	5,1 x 10 ^{7aC}	1,6 x 10 ^{7bD}	4,5 x 10 ^{7cD}

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

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$).

Formulação: (A): *frozen yogurt* elaborado com corante encapsulado com maltodextrina; (B): *frozen yogurt* elaborado com corante de uva Isabel encapsulado com goma arábica; (C): *frozen yogurt* elaborado com corante artificial vinho bordô.

A contagem do primeiro dia atendeu o padrão exigido pela legislação brasileira, apresentando resultados entre 10^8 e 10^{10} UFC/ g. Em relação às demais determinações 7, 14, 21, 28 e 36 dias de fabricação, observou diferença

significativa entre as amostras ($p \leq 0,05$). O *frozen yogurt* com corante de uva Isabel encapsulado com maltodextrina não diferiu em relação ao encapsulado com corante vinho bordô, enquanto que o corante encapsulado com goma arábica mostrou-se diferente em relação às duas formulações.

A cultura probiótica apresentou boa resistência ao congelamento no período de armazenamento avaliado para os *frozens yogurt* com corantes encapsulados e as maiores contagens obtidas foram no corante encapsulado com maltodextrina. Pode-se dizer que o corante encapsulado com maltodextrina influenciou positivamente o crescimento dos microrganismos.

Pante (2014) encapsulando polpa de amora preta com maltodextrina e goma arábica encontrou menores contagens para o *frozen yogurt* adicionado de corante encapsulado com goma arábica.

Oliveira (2014) em seu trabalho de caracterização da polpa *in natura* e encapsulada de mirtilo encontrou contagem de $8,3 \times 10^9$ e $1,2 \times 10^9$ UFC/ g, respectivamente ao longo de 36 dias. Antunes *et al.* (2007) desenvolvendo *butter milk* probiótico observou que microrganismos probióticos quando adicionadas de agentes de cor e aromatizantes tenderam a apresentar menores contagens durante o armazenamento, utilizando corantes artificiais. Lombardi *et al.* (2011) encontrou contagens de 10^7 a 10^6 UFC/ g em seu estudo de viabilidade dos microrganismos probióticos em *frozen yogurt* enriquecido com proteína de soja, não classificando seu produto com probiótico.

5.2.6. Análise sensorial

Os dados referentes ao teste de aceitação e intenção de compra das amostras de *frozens yogurt: elaborados* com corante artificial vinho bordô e corantes de uva Isabel encapsulados com maltodextrina e goma arábica estão apresentados na tabela 7.

Tabela 7: Notas obtidas no teste de aceitação e intenção de compra das amostras de *frozens yogurt* elaborados com corante artificial vinho bordô e corantes de uva Isabel encapsulados com maltodextrina e goma arábica.

Atributo	A	B	C
Aparência	7,02 ^b	6,62 ^a	6,04 ^a
Cor	7,24 ^b	6,75 ^a	6,53 ^a
Textura	7,17 ^a	7,38 ^a	7,04 ^a
Aroma	7,08 ^b	6,73 ^b	6,26 ^a
Sabor	7,12 ^b	6,35 ^a	6,21 ^a
Avaliação Global	7,26 ^b	6,26 ^a	6,01 ^a
Intenção de compra	4,63 ^a	4,56 ^a	3,13 ^b

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$). Formulação: (A): *frozen yogurt elaborado com corante artificial vinho bordô*; (B): *frozen yogurt elaborado com corante encapsulado com maltodextrina*; (C): *frozen yogurt elaborado com corante de uva Isabel encapsulado com goma arábica*.

Os *frozens* foram avaliados por 50 provadores. Para os *frozens* elaborados com corantes encapsulados, os atributos de aparência e cor foram próximos à seis (gostei ligeiramente). O atributo textura obteve nota próxima a sete, correspondendo a gostei moderadamente. Já em relação ao aroma, sabor e avaliação global, os resultados foram próximos a seis (gostei ligeiramente).

Para o *frozen yogurt* elaborado com corante artificial vinho bordô, os resultados foram próximos a sete (gostei moderadamente) para todos os quesitos, não demonstrando diferença entre as amostras. Foi observado que em relação à todos os atributos citados, os corantes encapsulados com maltodextrina e goma arábica não obtiveram diferença ($p > 0,05$), porém em relação ao controle somente o atributo textura obteve igualdade significativa com os corantes encapsulados ao nível de 5 %.

Em relação à intenção de compra, o *frozen yogurt* elaborado com corante artificial vinho bordô recebeu nota média de quatro (provavelmente compraria). Os *frozens yogurt* elaborado com corante encapsulado com maltodextrina e goma arábica receberam notas médias próximas de quatro (provavelmente compraria) e três (tenho dúvida se compraria).

Oliveira (2013) desenvolvendo *frozens yogurt* funcionais adicionados de corantes naturais de Betalaína e Bixina encontrou aceitação de 6,3 a 8,0, que correspondem á “gostei ligeiramente” a “gostei muito” e a intenção de compra ficou provavelmente compraria para as formulações. Corte (2008) em sua pesquisa sobre desenvolvimento de frozen com propriedades funcionais, obteve sabor, aroma, consistência, cor e impressão global a media sete e descreve que um dos aspectos fundamentais na qualidade e aceitabilidade do produto refere-se a cor que é obtida através de pigmentos naturais existentes no alimento ou corantes artificiais. O *frozen yogurt* adicionado de extratos encapsulados não apresentou cor característica ao *frozen* controle.

A primeira impressão que o alimento passa é visual, desta forma o atributo aparência é um dos aspectos fundamentais na qualidade e aceitação do produto (MIGUEL, 2009). Segundo Araújo (2011) avaliando a aceitação de frozen sabor frutos do cerrado, o sabor e aroma dependem diretamente da cultura láctea empregada. Quando há presença de odores ou sabores estranhos isso é resultado da fermentação não realizada de forma correta.

5.3. ESTABILIDADE DA COR DOS FROZENS YOGURT ELABORADOS COM CORANTE ARTIFICIAL VINHO BORDÔ E CORANTES DE UVA ISABEL ENCAPSULADOS COM MALTODEXTRINA E GOMA ARÁBICA

A alteração de cor (ΔE) sofrida durante o período de armazenamento do extrato líquido de uva Isabel (*Vitis labrusca*) e das formulações de *frozen yogurt* elaborados com corante artificial vinho bordô (controle) e *frozens yogurt* elaborados com corantes encapsulados com maltodextrina e goma arábica está apresentada na Tabela 8.

Tabela 8: Alteração da cor dos frozens yogurt elaborados com corante artificial vinho bordô, corante de uva Isabel encapsulados com maltodextrina e goma arábica.

Extrato	Frozen yogurt		
Líquido	A	B	C
1,35±0,05	19,75±0,11 ^a	15,31±0,03 ^b	2,88±0,21 ^c

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

Formulação: (A): *Frozen yogurt* elaborado com corante artificial vinho bordô. (B): *frozen yogurt* elaborado com corante de uva Isabel encapsulado com maltodextrina; (C): *frozen yogurt* elaborado com corante de uva Isabel encapsulado com goma arábica.

No extrato líquido foi observada variação perceptível de cor ($p > 0,05$) de acordo com a escala utilizada (figura 7) proposta por Souza (2006), que para variações abaixo 1,5 unidades interpreta a variação como visualmente perceptível.

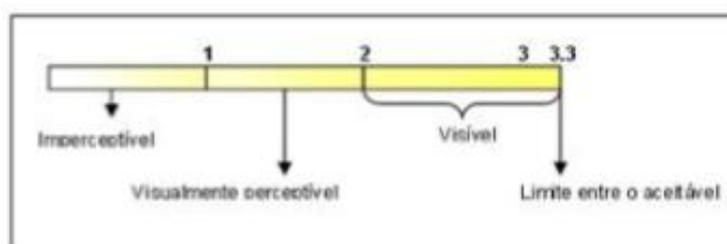


Figura 7: Escala utilizada na interpretação dos valores de ΔE
Fonte: Souza (2006)

Os *frozens yogurt* elaborados com corante artificial e com corantes encapsulados com maltodextrina e goma arábica mostraram diferença significativa ($p < 0,05$). Foi observado que a alteração de cor sofrida durante o armazenamento foi elevada, exceto para a formulação C que se manteve dentro do limite aceitável que se encontra até 3.3 unidades de acordo com a escala proposta (figura 7).

Pante (2014) encapsulando polpa integral de amora preta com maltodextrina e goma arábica encontrou variação de 8,49 para a polpa integral, 6,36 para o frozen com corante artificial, 2,86 para o frozen com polpa encapsulada com maltodextrina e 7,96 para o frozen com polpa encapsulada com goma arábica, mostrando menor alteração na cor para os frozens com os materiais encapsulados e maior alteração para o frozen com corante artificial.

Silva (2002) aplicando corante de açaí encapsulado com maltodextrina em iogurte, queijo e bebida isotônica obteve alteração de cor de 1,76 de variação para o corante quando aplicado em iogurte, 0,38 de variação para o corante quando aplicado em queijo e 48,03 de variação para o corante quando aplicado em bebida isotônica e afirmou que a variação de cor para antocianinas se faz menor em produtos mais ácidos como demonstrado no iogurte, que de acordo com o valor na escala mostra-se visualmente imperceptível.

Oliveira (2014) encontrou alteração inaceitável nas polpas e nos frozens durante o tempo de armazenamento uma vez que ultrapassaram o limite aceitável (3,3). Para as polpas in natura e em pó, 12,16 e 25,28, respectivamente e para os frozens com polpa in natura e em pó, 5,24 e 5,27, respectivamente.

6 CONCLUSÃO

Nas condições estudadas, o processo de encapsulação mostrou-se pouco efetivo na proteção dos compostos bioativos. Independente do tipo de agente carreador, os teores reduziram durante o tempo de armazenamento.

O pH do *frozen* influenciou negativamente sobre os corantes encapsulados e as antocianinas contidas nas capsulas não assumiram cor característica de uva neste produto.

A adição do corante encapsulado diminuiu o tempo de derretimento devido ao aumento de sólidos na base.

O *frozen yogurt* elaborado com corante de uva Isabel (*Vitis labrusca*) encapsulado com maltodextrina demonstrou menor estabilidade de cor mostrando que este agente propiciou maior exposição do pigmento às condições do meio, ao invés de protegê-lo.

O corante de uva Isabel encapsulado com maltodextrina e aplicado em *frozen yogurt* foi mais bem aceito pelos provadores e apresentou menor estabilidade da cor, enquanto que o corante de uva Isabel encapsulado com goma arábica apresentou-se mais estável, porém mais efetivo na proteção dos compostos bioativos.

A contagem de microrganismos probióticos foi menor para o corante de uva Isabel encapsulado com goma arábica demonstrando que este material de parede influencia no crescimento dos microrganismos, porém a cultura apresentou resistência e constância em todos os *frozens yogurt* adicionados de corante artificial e encapsulados.

O resíduo de uva Isabel encapsulado apresenta grande potencial de aplicação como corante natural devido aos compostos quantificados, porém, novos estudos são necessários para definir técnicas de extração, obtenção e armazenamento deste tipo de resíduo a fim de evitar perdas de pigmentos e o melhor aproveitamento deste resíduo como corante.

7 REFERÊNCIAS

ALBARELLI, J. Q.; MACUMOTO, A.; CARVALHO, L. C.; SANTOS, D. T.; MEIRELES, M. A.; BEPPU, M. M.. **Encapsulação de corantes funcionais em matriz de alginato puro ou recoberto por bi polímeros.** - Faculdade de Engenharia Química, Universidade estadual de Campinas, Campinas, 2009.

ABREU, E.D.; **Desenvolvimento e caracterização de frozen yogurt a partir de yogurt em pó de leite de ovelha.** Dissertação (Mestrado em tecnologia de alimentos) - Departamento de ciências Agrárias, Universidade regional Integrada do alto do Uruguai, Erechim, dez. 2014.

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**, Campinas, v. 28, p.830-839, jan. 2008.

AMERINE, M. A; OUGH, C. S. **Análisis de vinos y mostos.** Zaragoza, 1976.

ANTUNES, A. E. C. MARASCAS, E. T. G. MORENO, I. DOURADO, F. M. RODRIGUES, L. G. LERAYER, A. L. S. Desenvolvimento de buttermilk probiótico. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v.27, n.1, p. 52-56, mar. 2007

ARAUJO, A. L.. **Elaboração e aceitação de frozen sabor frutos do cerrado.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso Superior de Química industrial. Universidade Federal de Goiás. Anápolis, 2011.

ASOLINI, F. C.; TEDESCO, A. M.; CARPES S. T. Atividade antioxidante e antibacteriana dos compostos fenólicos dos extratos de plantas usadas como chás. **Brazilian Journal of food technology.** v. 9, n. 3, p. 209-215, jun. 2006.

BAER, R. J.; WOLKOW, M. D.; KASPERSON, K. M. **Effect of Emulsifiers on the Body and Texture of Low Fat Ice Cream.** Journal of Dairy Science, Minnesota South, v.80, n.12, p. 3123–3132, 1997.

BASHO, S. M.; BIN, M. C.. Propriedades de alimentos funcionais e seu papel na prevenção e controle da hipertensão e diabetes. **Revista Interbio.** Dourados, v.4 n.1., 2010

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.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002**, que aprova o regulamento técnico de substâncias ativo e probióticos isolados com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde.

CAMPOS, M. V. **Corantes naturais em alimentos**. Attaché de Presse Comunicação Integrada: São Paulo, 2010.

CAY, Y. Z.; CORKE, H. Production and properties of spray-dried *Amaranthus* betacyanin pigments. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 6, 2000.

COELHO, A.G. **Estudo da degradação térmica de antocianinas de extratos de Uva (*Vitis vinifera* L. 'Brasil') e Jaboticaba (*Myrciaria Cauliflora*)**. Dissertação (Mestrado em química na área analítica) - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2011.

CORREIA, R. T. P.; MAGALHÃES, M. M. A.; PEDRINI, M. R. S.; CRUZ, A. V. F.; CLEMENTINO, I. Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Revista de Ciência Agronômica**, v.39, n. 2, p. 251-256, 2008.

CORTE, F. F. D. **Desenvolvimento de *frozens* com propriedades funcionais**. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia dos alimentos) - Universidade federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2008.

COSTA, E. **Cuidados com o Sorvete. Sindicato das Indústrias de Sorvetes do Ceará**, 2009. Disponível em: <<http://www.sindsorvetes.com.br/modules/news/article.php?storyid=26>>. Acesso em fev, 2014.

COSTA, J.M.G. **Eficiência de diferentes encapsulante em condições operacionais de secagem por atomização na produção e aplicação de micropartículas de bio aroma de queijo suíço**. Dissertação (Mestrado em ciência dos alimentos) - Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2013.

DAVE, R. I.; SHAH, N. P. Ingredient supplementation effects on viability of probiotic bacteria in yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 2804-2816, 1998.

DUFOSSÉ, L.; GALAUP, P.; YARON, A.; ARAD, S. M.; BLANC, P.; MURTHY, K. N. C.; DUTCOSKI, S. D. **Análise sensorial de Alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2007.

FAVARO, M. M. A. **Extração, estabilidade e quantificação de antocianinas de frutas típicas brasileiras para aplicação industrial como corantes**. Dissertação (Mestrado em tecnologia de alimentos) - Instituto de Química, Universidade Estadual de campinas – UNICAMP, Campinas, 2008.

FERREIRA, A.G.L. **Caracterização física química do frozen sabor Cajá-Manga**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto de ciências exatas, Universidade Estadual de Goiás. Anápolis – GO, jul. 2011.

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.

GON, R. L. R. **Aplicação e Viabilidade de *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* e *S. thermophilus* micro encapsulados em frozen yogurt de Soja**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação). Departamento de Engenharia e tecnologia de

Alimentos. Universidade tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Campo Mourão, 2012.

GONÇALVES, A.A.; EBERLE, I.R. Frozen yogurt com bactérias probióticas. **Alimentos e nutrição**, Araraquara. v.19, n.3, p. 291-297, jul./set. 2008.

HAGER, A.; HOWARD, L.R.; PRIOR, R.L.; BROWMILLER, C.. Processin and storage effects and monomeric anthocyanin's, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed black raspberry products. **Journal of food science**. v.73, 2007.

LANARA: Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**. I: Métodos microbiológicos. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981.

LEIDENS, N. **Extração, purificação e fracionamento das antocianinas do bagaço de uva**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS. Porto Alegre, 2011.

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 estabilidade - Revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Agrociencia**, Pelotas, v.13, n.3, p. 291-297, 2007.

LOPES, A.G.L.; **Caracterização físico química de frozen yogurt Cajá- manga**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Coordenação do curso de química industrial, Universidade estadual de Goiás, Anápolis, 2011.

LUTZ, A. - Normas Analíticas; métodos químicos e físicos para a análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto **Adolfo Lutz**, 2008.

JOHANN, A.; GRAFF, T. B. A.. Preferência e aceitação de gelatinas destinadas ao publico infantil, fabricadas com corantes, artificiais, naturais e extratos vegetais. **Revista destaques acadêmicos**. v. 6, n. 3, 2014 .

JUNIOR, W. T.; **Estudo das modificações no processo de encapsulação de óleo de alho por *spray drying***. Dissertação (Mestrado em engenharia de processos) - Faculdade de Engenharia, Universidade da região de Joinville – UNINVILL, Joinville, 2012.

KECHINSKI, C. P. **Estudos de diferentes formas de processamento de mirtilo visando a preservação de compostos antocianinicos**. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

LOMBARDI, E.;CARVALHO, C.; GOMES, R.G.; **Viabilidade dos microrganismos probióticos em frozen yogurt enriquecidos com proteína de soja**. 26º Congresso Brasileiro de Microbiologia. Foz do Iguaçu, 2011.

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*. **Química Nova**, v. 35, n. 3, p. 517-522, 2012.

MELO, P.S.; BERGAMASCHI, K.B.; TIVERON, A.P.; MASSARIOLI, A.P.; OLDONI, T.L.C., ZANUS, M.C.; PEREIRA, G.E.; ALENCAR, S.M. Composição fenólica e atividade antioxidante em resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.6, 2011.

MENDES, L.G. **Microencapsulação do corante natural de Urucum: Uma análise da eficiência da goma do cajueiro como material de parede**. Dissertação (Mestrado em ciências dos alimentos) - Coordenação de pós-graduação em ciência e tecnologia dos alimentos, Universidade Federal do Ceara, Fortaleza, 2012.

MIGUEL, D. P.. **Desenvolvimento de sorvete de “iogurte” simbiótico à base de extrato aquoso de soja e de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) fermentado com *Lactobacillus acidophilus* CRL 1014**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos alimentos) – Faculdade de Ciências farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2009.

MOREIRA, G. E.G. **Obtenção e caracterização de extrato micro encapsulado de resíduo agroindustrial de acerola**. (Dissertação (Mestrado em tecnologia de alimentos) - Departamento de Engenharia Química, Universidade estadual do Rio Grande do Norte), Natal, 2007.

OLIVEIRA, M. N., SIVIERI, K., ALEGRO, J. H. A., SAAD, S. M. I.. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas** – Universidade Estadual de São Paulo. vol. 38, n. 1, jan./mar. São Paulo/ 2002

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 betalaína e bixina**. 2013. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Departamento de Engenharia e Tecnologia 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 (Graduação) - Departamento de Engenharia e Tecnologia 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**. Trabalho de

conclusão de curso (Graduação) - Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão. Dez, 2014.

PERUZZO, L.C.; **Extração, purificação, identificação e encapsulação de compostos bioativos provenientes do resíduo do processamento da indústria vinícola.** Tese (Doutorado em Engenharia química) - Centro tecnológico. Programa de pós-graduação em Engenharia química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

PINTO, S. S. **Efeito da adição de Bifidobacterium BB-12 micro encapsulada sobre as propriedades de frozen iogurte.** 2012. 145f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

ROMANO, C.C. **Influência da inulina nas características químicas, sensoriais e sobrevivência do *L. acidophilus* em frozen yogurt simbiótico com teor reduzido de lactose.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Departamento de Engenharia e tecnologia de Alimentos, Universidade tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão, 2012.

SAAD, S.M.I. Probióticos: O estado da arte. Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, jan./mar., 2006

SALES, N. F. F.; CRUZ, A. P. G.; CABRAL, L. M. C.; TORRES, A. G.. Capacidade antioxidante de extratos hidro alcóolicos do bagaço de uva tinta. **Xix Congresso Brasileiro de Engenharia química.** Búzios, 2012.

SHIPP, J. ABDEL-AAL, E.S.M. Food Applications and Physiological Effects of Anthocyanins as Functional Food Ingredients. .4, p.7-22 **The Open Food Science Journal**, 2010.

SILVA, A.G.; CONSTANT, P. B. L., STRINGHETA, P. C.. **Aplicação do corante de açaí (*Euterpe Oleracea*, M) em sistemas alimentícios.** Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Bahia, 2002.

SILVA, G. J. F. ; CONSTANT, P. B. L. ; FIGUEIREDO, R. W. ; MOURA, S. M.. Formulação e estabilidade de corantes de antocianinas extraídas de casca de jaboticaba (*Myrciaria ssp.*). **Revista alimentos e nutrição.** v. 21, n. 3, p. 429-436. Araraquara, 2010

SOARES, M., WELTER, L., KUSKOSKI, E. M., GONZAGA, L., FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura.** v.30 n.1 Jaboticabal Mar. 2008

SOUZA, J. C. **Análise da estabilidade de cor e micro dureza de uma resina composta extra clara foto ativada com diferentes fontes de luz.** Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, 2006.

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

STRINGUETHA, P. C. BOBBIO, P.A. Copigmentação de antocianinas. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, 2002.

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

VALDUGA, E. Extração, secagem por atomização e micro encapsulamento de antocianinas do bagaço de uva "Isabel" (*Vitis labrusca*), **Ciência e Agro tecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1568-1574, 2008.

VIDAL, A.M.; DIAS, D.O.; MARTINS, E.S.M.; OLIVEIRA, R.S. **A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para diminuição da incidência de Doenças.** Caderno de Graduação – Ciências Biológicas e Saúde. Aracaju, v.1, n.15, p.43-45. 2012.

VINDEROLA, C. G.; REINHEIMER, J. A. Lactic acid starter and probiotic bacteria: a comparative in vitro study of probiotic characteristics and biological barrier resistance. **Food Research Internacional**, v. 36, p. 895-904, 2003.