

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

GISELI CRISTINA PANTE

**DESENVOLVIMENTO, ENCAPSULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA POLPA
INTEGRAL DE AMORA-PRETA (*Rubus* sp.) APLICADA EM *FROZEN YOGURT***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2014

GISELI CRISTINA PANTE

**DESENVOLVIMENTO, ENCAPSULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA POLPA
INTEGRAL DE AMORA-PRETA (*Rubus* sp.) APLICADA EM *FROZEN YOGURT***

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

Orientadora: Profa. Dra. Maria Josiane Sereia
Co-orientador: Prof. Dr. Manuel S. V. P. Oviedo

CAMPO MOURÃO
2014



TERMO DE APROVAÇÃO

DESENVOLVIMENTO, ENCAPSULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA POLPA INTEGRAL DE AMORA-PRETA (*Rubus sp.*) APLICADA EM FROZEN YOGURT

por

GISELI CRISTINA PANTE

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 19/12/2014 às 09:00 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Profa. Dra. Maria Josiane Sereia

Orientadora

Prof. Dr. Bogdan Demczuk Junior

Membro da banca

Profa. Msc. Mirian Sousdaleff Laczkowski

Membro da banca

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se no Departamento Acadêmico de Alimentos da UTFPR campus Campo Mourão.

AGRADECIMENTOS

À Deus acima tudo, por me iluminar e abençoar minha trajetória, pois nada seria sem sua graça.

Aos meus pais Maurilio Pante e Sueli Casemiro Pante, exemplos de vida, que se dedicaram incansavelmente para que eu tivesse as oportunidades que eles não tiveram.

Ao meu namorado Paulo Henrique Santos de Oliveira e minha irmã Giovana Pante, pelo incentivo, força e companheirismo.

À minha orientadora Profa. Dra. Maria Josiane Sereia pela sua dedicação, apoio, confiança e atenção demonstrados, e acima de tudo, pela amizade conquistada, com quem pude dividir momentos e experiências inesquecíveis que levarei pela vida toda.

Aos professores Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo e Renata Hernandez Barros Fuchs pela colaboração neste trabalho.

À Adrielle Rodrigues dos Santos, Carina Theodoro, Juliana Martins, Natara Fávaro Tosoni, Rafaela Turola Barbi e Thaise Pascoato. Em especial, à Franciele Leila Giopato Viell, que sempre esteve ao meu lado dando apoio e me auxiliando no que eu precisasse.

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!

RESUMO

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.

A indústria de alimentos demonstra interesse por estudos voltados ao desenvolvimento de produtos naturais, visto que os consumidores optam cada vez mais por uma alimentação saudável que valorize a qualidade de vida. O presente trabalho teve por objetivo avaliar as características físico-químicas da polpa integral e em pó de amora-preta (*Rubus* sp.) e aplicá-la em *frozen yogurt*, avaliando neste produto as características físico-químicas, sensoriais e a sobrevivência da cultura probiótica, em comparação ao corante artificial vermelho de Bordeaux. Os tratamentos encapsulados foram preparados utilizando maltodextrina e goma arábica como agentes carreadores. As formulações compreenderam *frozen* adicionado de polpa integral, de corante artificial vermelho de Bordeaux, de polpa encapsulada com maltodextrina e goma arábica. Dos resultados obtidos, o teor de antocianinas monoméricas, flavonoides totais, atividade antioxidante e compostos fenólicos totais foram maiores para a polpa integral. Das análises realizadas nos *frozens*, a maior contagem de microrganismos probióticos foi obtida para a formulação adicionada da polpa integral, as melhores notas dos testes sensoriais foram observadas nas formulações elaboradas com polpa integral de amora-preta e com corante artificial vermelho de Bordeaux e a formulação aplicada de polpa encapsulada com maltodextrina apresentou maior estabilidade de cor.

Palavras-Chaves: Corante. Amora-preta. Encapsulação. *Frozen yogurt*.

ABSTRACT

PANTE, G. C. **Development, encapsulation and characterization of pulp of blackberry (*Rubus sp.*) applied to frozen yogurt.** 52 f. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão. 2014.

The food industry has a great interest in studies aimed at the development of natural products, as consumers are increasingly opting for a healthy diet that enhances quality of life. The study aimed to evaluate the physical and chemical characteristics of fresh and powdered blackberry (*Rubus sp.*) pulp and the application in frozen yogurt, evaluating this product physico-chemical characteristics, sensory and cultural survival probiotic compared to red artificial dye Bordeaux. The encapsulated treatments were prepared using maltodextrin and gum arabic as carrier agents. The formulations comprised frozen added whole pulp, red artificial coloring of Bordeaux, of encapsulated pulp with maltodextrin and gum arabic. From the results, the monomeric anthocyanin content, total flavonoids, antioxidant activity and phenolic compounds were higher for the whole pulp. The analyzes in frozens, the highest score of probiotic microorganisms was obtained for the formulation added the whole pulp, the best grades of sensory tests were observed in the formulations prepared with fresh blackberry pulp and red artificial coloring of Bordeaux and the formulation applied pulp encapsulated with maltodextrin showed higher color stability.

Keywords: Dye. Blackberry. Encapsulation. Frozen yogurt.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura química das antocianinas	16
Figura 2: Ficha sensorial aplicada no teste de aceitação	29
Figura 3: Ficha sensorial aplicada no teste de intenção de compra	29
Figura 4: <i>Spray dryer</i> piloto utilizado nos ensaios de secagem realizados neste trabalho	31
Figura 5: Polpas de amora-preta utilizadas neste trabalho: A) polpa integral; B) polpa encapsulada com maltodextrina; C) polpa encapsulada com goma arábica ...	31
Figura 6: Derretimento das formulações de <i>frozen yogurt</i>	39
Figura 7: Escala utilizada na interpretação dos valores de ΔE	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Umidade, higroscopicidade, rendimento e eficiência da encapsulação da polpa de amora-preta encapsulada com goma arábica e maltodextrina	32
Tabela 2: Antocianinas monoméricas (mg de cianidina-3-glucosídeo/100 g de extrato) da polpa de amora-preta integral e encapsulada com goma arábica e maltodextrina.....	34
Tabela 3: Compostos fenólicos totais (mg EAG/100g) da polpa de amora-preta integral e encapsulada com goma arábica e maltodextrina	35
Tabela 4: Antioxidantes (%) da polpa de amora-preta integral e encapsulada com goma arábica e maltodextrina	36
Tabela 5: pH, overrun (%) e tempo inicial de derretimento (min.) das formulações de <i>frozen yogurt</i>	38
Tabela 6: Contagem de <i>Lactobacillus</i> sp. (UFC/g) nas formulações de <i>frozen yogurt</i>	40
Tabela 7: Notas obtidas no teste de aceitação e intenção de compra das formulações de <i>frozen yogurt</i>	41
Tabela 8: Alteração de cor sofrida nas polpas e nos <i>frozens</i> durante o tempo de armazenamento	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 ALIMENTOS FUNCIONAIS.....	13
2.1.1 Probióticos	13
2.2 <i>FROZEN YOGURT</i>	14
2.2.1 Ingredientes	14
2.3 CORANTES NATURAIS	15
2.3.1 Antocianinas.....	16
2.4 ENCAPSULAÇÃO.....	18
2.4.1 Maltodextrina.....	18
2.4.2 Goma Arábica	18
3 OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1 PREPARO DAS POLPAS	20
4.1.1 Extração	20
4.1.2 Encapsulação.....	20
4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS POLPAS INTEGRAL E ENCAPSULADAS	21
4.2.1 Umidade.....	21
4.2.2 Higroscopicidade.....	21
4.2.3 Rendimento.....	21
4.2.4 Ruptura das cápsulas.....	22
4.2.5 Eficiência da encapsulação.....	22
4.2.6 Antocianinas.....	23
4.2.7 Compostos fenólicos totais	24
4.2.8 Atividade antioxidante	24
4.2.9 Perda total no período de estocagem	25
4.2.10 Flavonoides totais	25
4.3 ELABORAÇÃO DAS FORMULAÇÕES DE <i>FROZEN YOGURT</i>	26

4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FORMULAÇÕES DE <i>FROZEN YOGURT</i>	27
4.4.1 pH.....	27
4.4.2 <i>Overrun</i>	27
4.4.3 Teste de derretimento.....	28
4.4.4 Enumeração de coliformes totais e termotolerantes.....	28
4.4.5 Enumeração de microrganismos probióticos.....	28
4.4.6 Análise sensorial.....	29
4.5 ESTABILIDADE DA COR DAS POLPAS E DAS FORMULAÇÕES DE <i>FROZEN YOGURT</i>	30
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS POLPAS INTEGRAL E ENCAPSULADAS.....	31
5.1.1 Umidade.....	32
5.1.2 Higroscopicidade.....	32
5.1.3 Rendimento.....	33
5.1.4 Eficiência da encapsulação.....	33
5.1.5 Antocianinas.....	33
5.1.6 Compostos fenólicos totais.....	35
5.1.7 Atividade antioxidante.....	36
5.1.8 Flavonoides.....	37
5.2 CARACTERIZAÇÃO DAS FORMULAÇÕES DE <i>FROZEN YOGURT</i>	38
5.2.1 pH.....	38
5.2.2 <i>Overrun</i>	38
5.2.3 Teste de derretimento.....	39
5.2.4 Enumeração de coliformes totais e termotolerantes.....	39
5.2.5 Enumeração de microrganismos probióticos.....	40
5.2.6 Análise sensorial.....	40
5.3 ESTABILIDADE DA COR DAS POLPAS E DAS FORMULAÇÕES DE <i>FROZEN YOGURT</i>	42
6 CONCLUSÃO.....	44
7 REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, observa-se um aumento no consumo por alimentos naturais que proporcionem benefícios à saúde (MUNARETTO, 2008), devido à preocupação da população com a qualidade de vida (VENTURA, 2010). A exemplo disso encontram-se os produtos *clean label*, que surgiram como alternativa no desenvolvimento de produtos mais saudáveis, sem adição de corantes e aromas artificiais, com valores calóricos reduzidos e mantendo suas características sensoriais originais (MUNARETTO, 2008). Dentre a linha *clean label* destaca-se os fermentados, que são considerados agentes reguladores das funções digestivas, pois durante a fermentação, as proteínas, as gorduras e a lactose do leite sofrem hidrólise parcial, facilitando a digestão do produto (LONGO, 2006). O *frozen yogurt* é um gelado comestível funcional obtido a partir da fermentação láctica do leite pela ação de microrganismos probióticos como *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* sp. e *Lactobacillus casei* (BRASIL, 2005).

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 à saúde (DUFOSSÉ et al., 2005; CAMPOS, 2010), desde simples alergias, passando por asma, reações imunológicas, *déficit* de atenção e aumento de hiperatividade em crianças, chegando até ao câncer em animais de laboratório (PRADO; GODOY, 2003).

Segundo Wiczowski, Topolska e Honke (2014), a utilização de antocianinas como pigmentos naturais está em constante desenvolvimento. A amora-preta (*Rubus* sp.), fruta que tem uma importante finalidade econômica e médica na Europa e na América do Norte (CHEN et al., 2012), exibe um alto teor de antocianinas, além de outros compostos bioativos, como compostos fenólicos, flavonoides e carotenoides (SOUZA et al., 2014). Porém, em sistemas alimentares as antocianinas são altamente instáveis a diversas condições de processamento e armazenamento e são suscetíveis à degradação (GIUSTI; WROLSTAD, 2003).

A encapsulação representa uma maneira eficaz de proteger as antocianinas contra degradação (SANTOS et al., 2013). 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).

Baseado no descrito, observa-se o interesse pela procura de produtos com adição de corantes naturais, em substituição aos aditivos e que apresentem características funcionais. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar físico-quimicamente a polpa de amora-preta (*Rubus* sp.) e aplicá-la em *frozen yogurt* linha *clean label*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ALIMENTOS FUNCIONAIS

O termo alimentos funcionais surgiu no Japão em meados da década de 80 (ROBERFROID, 2002), como resultado da necessidade da redução dos gastos com saúde pública, levando em consideração a elevada expectativa de vida naquele país. São importantes para o bem-estar e utilizados como parte de uma dieta normal, que além de cumprir com as funções nutricionais básicas, trazem benefícios fisiológicos e/ou reduzem o risco de doenças (COSTA; ROSA, 2010) como hipertensão, diabetes, câncer e osteoporose (SOUZA; SOUZA NETO; MAIA, 2003). Moraes e Colla (2006) definem as classes de funcionais como probióticos, prebióticos, vitaminas antioxidantes, compostos fenólicos, fibras, ácidos graxos poliinsaturados e alimentos sulfurados e nitrogenados.

2.1.1 Probióticos

Caracterizam-se por conter número suficiente de microrganismos vivos capazes de resistir a condições de pH baixo, aos sais biliares e aos fatores antimicrobianos presentes no trato gastrointestinal (FERREIRA, 1998), favorecendo o equilíbrio da microbiota intestinal, promovendo resistência gastrintestinal à colonização por patógenos, estimulando o sistema imune, aumentando a absorção de minerais e a digestão da lactose em indivíduos intolerantes (SAAD; CRUZ; FARIA, 2011).

Dave e Shah (1998) relatam que para se aproveitar ao máximo as vantagens dos probióticos é preciso que os mesmos estejam disponíveis em concentrações maiores que 10^6 UFC/g. Para a Federação Internacional de Leite o produto final deve conter no mínimo 10^7 UFC/g (HEKMAT; MCMAHON, 1992). A legislação brasileira estabelece contagens entre 10^8 e 10^9 UFC/g (BRASIL, 2002).

Dentre os probióticos mais estudados e empregados como ingredientes funcionais, destacam-se as bactérias lácticas, em especial as dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (SAAD; CRUZ; FARIA, 2011).

2.2 FROZEN YOGURT

O *frozen yogurt* é um gelado comestível obtido a partir do leite submetido à fermentação láctica por microrganismos probióticos como *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* sp. e *L. casei*, com ou sem a adição de outras substâncias alimentícias, sendo posteriormente aerado e congelado (BRASIL, 2005). Originário do Canadá foi lançado no mercado em 1970, como uma nova opção de derivados lácteos e desde então vem conquistando cada vez mais novos consumidores (LASSUS; SELITZER, 1977; KNUPP, 1979). No Brasil, começou a ser difundido em aproximadamente 1991, nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Porto Alegre (CORTE, 2008).

O *frozen yogurt* pode ser processado nos mesmos equipamentos utilizados para produção de sorvete (MIGUEL, 2009). As etapas envolvidas são pré-ativação da cultura probiótica, preparo da base, fermentação, preparo da calda e congelamento (OLIVEIRA et al., 2012; OLIVEIRA, 2014). Ao final, obtêm-se um produto com teor de sólidos entre 24,6 a 32,2% (MIGUEL, 2009) e sabor leve, resultado do baixo teor de gordura em relação ao sorvete convencional (ALVES et al., 2009).

2.2.1 Ingredientes

2.2.1.1 Água e ar

Os cristais de gelo são indispensáveis para conferir consistência e sensação de frescor ao *frozen yogurt*, entretanto, não devem ser em tamanho superior a 50 µm de diâmetro, para evitar o defeito de sensação de arenosidade na boca (PEREDA et al., 2005).

Segundo Corte (2008) o ar constitui 50% em volume no *frozen* congelado. Quando armazenado no congelador, o ar se divide em pequenas bolhas, que são envolvidas pelos glóbulos de gordura. Caso o produto sofra derretimento, o ar pode escapar, diminuindo o volume e deixando-o com aspecto desagradável.

A incorporação de ar na massa durante o congelamento, conhecido como *overrun*, é o indicador de rendimento. Quanto maior o *overrun*, mais leve e suave torna-se o *frozen* (TAMIME; ROBINSON, 2007).

2.2.1.2 Emulsificante

Apresenta-se na forma de pasta, aspecto gorduroso e odor adstringente. Sua dosagem deve ser controlada, pois em excesso provoca sabor desagradável ao produto final (HACBARTH et al., 2006). Tem como função melhorar a capacidade de batimento da calda e a absorção de ar, proporcionar corpo e textura mais suaves, melhorar a resistência a variações de temperatura e retardar o derretimento (SOUZA et al., 2010).

2.2.1.3 Estabilizante

O estabilizante é responsável pela suavidade e textura, por meio da distribuição do ar, água e gordura. Além disso, retarda ou reduz o crescimento de cristais de gelo, diminui o movimento dos glóbulos de gordura e retarda o derretimento. Os mais utilizados são goma guar, alginato de sódio, carragena e carboximetilcelulose (SOUZA et al., 2010).

2.2.1.4 Açúcar

Segundo Hacbarth e colaboradores (2006), o açúcar reduz o ponto de congelamento da mistura e diminui o tamanho de cristais de gelo no congelamento, permitindo a obtenção de um produto macio e cremoso, agradável ao paladar.

2.2.1.5 Cultura láctica

As culturas lácteas desempenham a função de acidificar, pela fermentação da lactose em ácido láctico, o que diminui o pH do meio, melhora a textura e desenvolve no produto final o sabor característico de iogurte (EARLY, 1998).

2.3 CORANTES NATURAIS

A aplicação de corantes artificiais nas indústrias de alimentos 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). Por outro lado, as pesquisas que buscam desenvolver corantes naturais têm crescido devido à preocupação dos consumidores com os efeitos prejudiciais dos pigmentos sintéticos à saúde (DUFOSSÉ et al., 2005; CAMPOS, 2010).

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, betalaínas e carmim.

2.3.1 Antocianinas

As antocianinas são pigmentos naturais encontrados em raízes, folhas, frutos e flores de plantas (KHAZAEI et al., 2014). Pertencem ao grupo de flavonoides e são o maior grupo de pigmentos solúveis em água do reino vegetal, sendo responsáveis pela grande variedade de cores presentes nas plantas, como azul, roxo, violeta, vermelho e laranja (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). A Figura 1 mostra a estrutura química básica das antocianinas, composta por uma cadeia policíclica de quinze carbonos, derivada do cátion flavílico.

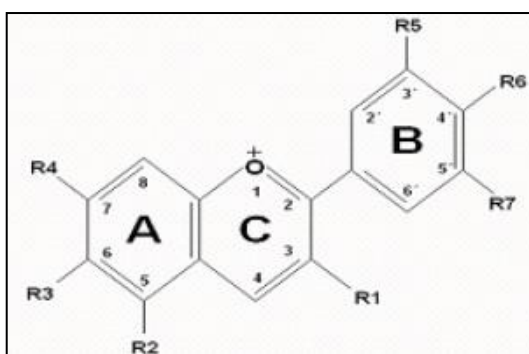


Figura 1: Estrutura química das antocianinas
Fonte: Lopes et al. (2007)

Além de conferir cor, estudos científicos apontam os benefícios proporcionados à saúde pelas antocianinas. Murray (1997) e Scharrer e Ober (1981) apontam o uso das antocianinas para controle da pressão arterial e como agente contra o diabetes. Outros estudos indicam ação na prevenção de colesterol (KADAR et al., 1979), prevenção de doenças degenerativas como câncer (REYNERTSON et

al., 2006) e mal de Alzheimer devido a suas propriedades antioxidantes (RAMIREZ et al., 2005; CHEN et al., 2006).

As antocianinas são consideradas potenciais substitutos para corantes sintéticos (WICZKOWSKI; TOPOLSKA; HONKE, 2014), entretanto, em sistemas alimentares são altamente instáveis a condições de processamento, armazenamento e são suscetíveis à degradação (GIUSTI; WROLSTAD, 2003). A degradação se inicia com a perda de cor, aparecimento de coloração amarelada e formação de produtos insolúveis. Os principais fatores que interferem na sua estabilidade são pH, temperatura e presença de oxigênio. E ainda pela ação de enzimas, ácido ascórbico, dióxido de enxofre e íons metálicos, como ferro (LOPES et al., 2007; GOMES, 2012). A encapsulação representa uma maneira eficaz de proteger as antocianinas contra degradação (SANTOS et al., 2013).

Segundo Wiczowski, Topolska e Honke (2014) a utilização de antocianinas como pigmentos naturais está em constante desenvolvimento. A amora-preta (*Rubus* sp.), fruta que tem uma importante finalidade econômica e médica na Europa e na América do Norte (CHEN et al., 2012), exhibe um alto teor de compostos bioativos, vitaminas e minerais, incluindo as antocianinas, responsável pela coloração vermelho púrpura da fruta (HEINONEN; MEYER; FRANKEL, 1998; SOUZA et al., 2014).

2.3.1.1 Amora-preta

A amora-preta é um fruto não climatérico, que apresenta curta vida útil (AZEVEDO, 2011) e sabor ácido a doce-ácido. Pertence à família Rosaceae, gênero *Rubus* sp., nativa da Europa e implantada no Brasil pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) é bastante consumida *in natura* e utilizada no preparo de sobremesas, geleias, sorvetes, sucos e polpas naturais (ANTUNES; DUARTE FILHO; SOUZA, 2003).

Apresentando-se altamente nutritiva, contendo 85% de água, 10% de carboidratos, com elevado conteúdo de minerais, destacando-se o cálcio e o potássio, e vitaminas A, B e C, a amora-preta é apontada como tônico muscular em atividades esportivas e na prevenção da osteoporose (RASEIRA; ANTUNES, 2004).

2.4 ENCAPSULAÇÃO

A técnica de encapsulação por *spray dryer* é a mais utilizada pela indústria para obtenção de corantes naturais (ESTUPIÑAN; SCHWARTZ; GAEZÓN, 2011). 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).

2.4.1 Maltodextrina

A maltodextrina é um 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).

2.4.2 Goma Arábica

A 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

Caracterizar físico-quimicamente a polpa de amora-preta (*Rubus* sp.) integral e encapsulada com maltodextrina e goma arábica e aplicá-las em *frozen yogurt*, avaliando neste produto as características físicas, sensoriais e a sobrevivência da cultura probiótica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair e preparar as polpas de amora-preta integral e encapsuladas;
- Realizar nas polpas encapsuladas análises de umidade, higroscopicidade, rendimento e eficiência da encapsulação;
- Determinar nas polpas integral e encapsuladas a estabilidade da cor e os teores de antocianinas, compostos fenólicos, atividade antioxidante e flavonoides;
- Elaborar as formulações de *frozen yogurt*;
- 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* e a sobrevivência da cultura probiótica;
- Avaliar o perfil sensorial de aceitação e intenção de compra dos *frozens*, frente à formulação elaborada com corante artificial vermelho de Bordeaux.

4 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de amora-preta foram adquiridas diretamente com um produtor da cidade de Curitiba, PR, no período da safra, entre novembro e dezembro de 2013, sendo armazenadas em congelador à -18 °C até o período de utilização, após lavagem e desinfecção com solução de hipoclorito de sódio 2%. Dos agentes encapsulantes, utilizou-se maltodextrina de dextrose equivalente inferior a 20 (Cargill) 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.

4.1 PREPARO DAS POLPAS

4.1.1 Extração

A polpa de amora-preta foi preparada pela trituração da fruta 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 Encapsulação

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, a polpa foi adicionada na proporção 1:3,5 (m/m) 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 3,6 m³/min, alimentação de líquido de 550 mL/h e temperatura de 150 °C. As amostras de pó obtidas foram armazenadas em frasco de vidro âmbar em congelador à -18 °C.

4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS POLPAS INTEGRAL E ENCAPSULADAS

4.2.1 Umidade

A umidade das polpas encapsuladas 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.

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

Onde:

p_i : Peso inicial;

p_f : Peso final.

4.2.2 Higroscopicidade

A higroscopicidade dos pós obtidos foi determinada segundo Cay e Corke (2000) com modificações. Triplicatas de 1 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 ($ms_{pó}$) e a massa líquida da mistura alimentada no *spray dryer* ($ml_{mistura}$), expresso em porcentagem (%), de acordo com a Equação 2.

$$\text{Rendimento} = \frac{m_{\text{pó}}}{m_{\text{mistura}}} * 100 \quad (2)$$

4.2.4 Ruptura das cápsulas

Para a realização das análises das polpas encapsuladas, 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 sonicador 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.

4.2.5 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 da polpa encapsulada foi dissolvida em 20 mL de etanol absoluto P.A. em tubos falcon. Posteriormente, os tubos foram colocados em sonicador 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 4.2.4. O sobrenadante resultante foi utilizado na execução da análise de antocianinas, conforme descrito no item 4.2.6.

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.

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

4.2.6 Antocianinas

O conteúdo de antocianinas monoméricas foi obtido, em triplicata, 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 da polpa integral 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 as polpas encapsuladas 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 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.

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH=1,0} - (A_{510} - A_{700})_{pH=4,5} \quad (5)$$

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.

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

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

O teor de compostos fenólicos totais das polpas encapsuladas e integral foi avaliado 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 a polpa integral, uma alíquota de 0,1 mL da solução diluída contendo 0,5 mL da polpa e 9,5 mL de água destilada foi transferida para um tubo de ensaio protegido da luz, em triplicata. E para as polpas encapsuladas, transferiu-se em triplicata para tubos de ensaio protegidos da luz, uma alíquota de 0,1 mL da solução diluída contendo 1 mL das polpas e 9 mL de água destilada. 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 (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 de 0,9992, 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.

$$y = 0,0023x - 0,0065 \quad (7)$$

4.2.8 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada através do radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) aos 1, 7, 14, 21, 28 e 36 dias, 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:

$Abs_{amostra}$: Absorvância da amostra;

Abs_{branco} : Absorvância do branco;

$Abs_{controle}$: Absorvância do controle.

4.2.9 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_{36}), pela quantidade inicial (C_1) conforme a Equação 9.

$$Perda\ total = 1 - \frac{C_{36}}{C_1} * 100 \quad (9)$$

4.2.10 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 das polpas 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 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 (AlCl₃).

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

$$FT = \frac{Abs * FD}{V * E_{1cm}^{1\%}} \quad (10)$$

Onde:

Abs: Absorbância da amostra;

FD: Fator de diluição;

V: Volume da amostra;

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

4.3 ELABORAÇÃO DAS FORMULAÇÕES DE FROZEN YOGURT

Foram elaboradas quatro formulações de *frozen yogurt*: (A) *frozen yogurt* adicionado de polpa de amora-preta integral; (B) *frozen yogurt* adicionado de corante artificial vermelho de Bordeaux; (C) *frozen yogurt* adicionado de polpa de amora-preta encapsulada com maltodextrina; (D) *frozen yogurt* adicionado de polpa de amora-preta encapsulada 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 polpa/corante adicionado, sendo que a formulação A recebeu 200 g de polpa integral, a formulação B 1 g de corante artificial vermelho de Bordeaux e as formulações C e D receberam cada 150 g das polpas encapsuladas com maltodextrina e goma arábica, respectivamente. Por último, a mistura foi congelada em sorveteira vertical e as amostras resultantes foram acondicionadas em potes plásticos com tampa, identificadas e armazenadas em congelador a -18 °C.

4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FORMULAÇÕES DE *FROZEN* YOGURT

4.4.1 pH

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

4.4.2 *Overrun*

O *overrun*, ou *o*, percentual (%) da incorporação de ar sofrida durante o congelamento da calda de *frozen* 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).

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

4.4.3 Teste de derretimento

O teste de derretimento foi avaliado de acordo com o procedimento descrito por Correia et al. (2008), com modificações. As amostras de *frozen* foram colocadas sobre uma tela metálica com abertura de 0,5 cm, suportada por funil, na temperatura de 30 °C. O volume drenado foi registrado em intervalos de 5 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

A contagem de coliformes totais e termotolerantes foram realizadas 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 Triptose simples 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

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, preparou-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 autoclavadas 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 Dutcosky (2007), 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 9 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 5 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.

<p>Estamos avaliando a aceitação de formulações de <i>frozen yogurt</i> coloridos com corante natural em substituição aos corantes sintéticos comumente utilizados pelas indústrias de alimentos. Avalie a amostra codificada e utilize a escala hedônica abaixo para indicar o quanto gostou ou desgostou da amostra.</p>		
<p>Código da amostra: _____</p>		
1 - Desgostei muitíssimo	Aparência	_____
2 - Desgostei muito	Cor	_____
3 - Desgostei moderadamente	Textura	_____
4 - Desgostei ligeiramente	Aroma	_____
5 - Nem gostei / nem desgostei	Sabor	_____
6 - Gostei ligeiramente	Avaliação global	_____
7 - Gostei moderadamente		
8 - Gostei muito		
9 - Gostei muitíssimo		

Figura 2: Ficha sensorial aplicada no teste de aceitação

<p>Estamos avaliando a intenção de compra de formulações de <i>frozen yogurt</i> coloridos com corante natural em substituição aos corantes sintéticos comumente utilizados pelas indústrias de alimentos. Avalie a amostra codificada e utilize a escala hedônica abaixo para indicar sua intenção de compra da amostra.</p>	
<p>Código da amostra: _____</p>	
1 - Certamente não compraria	<p>Intenção de compra _____</p>
2 - Provavelmente não compraria	
3 - Tenho dúvida se compraria	
4 - Provavelmente compraria	
5 - Certamente compraria	

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

4.5 ESTABILIDADE DA COR DAS POLPAS E DAS FORMULAÇÕES DE *FROZEN YOGURT*

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.

As polpas foram colocadas em placas 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*, 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 (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 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 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 FÍSICO-QUÍMICA DAS POLPAS INTEGRAL E ENCAPSULADAS

A polpa integral de amora-preta e as amostras em pó resultantes da secagem no *spray dryer* (Figura 4) podem ser observadas na Figura 5.



Figura 4: *Spray dryer* piloto utilizado nos ensaios de secagem realizados neste trabalho



Figura 5: Polpas de amora-preta utilizadas neste trabalho: A) polpa integral; B) polpa encapsulada com maltodextrina; C) polpa encapsulada com goma arábica

A Tabela 1 apresenta os resultados de umidade, higroscopicidade, rendimento e eficiência da encapsulação das polpas em pó.

Tabela 1: Umidade, higroscopicidade, rendimento e eficiência da encapsulação da polpa de amora-preta encapsulada com goma arábica e maltodextrina

Polpa	Umidade (%)	Higroscopicidade (g/100 g)	Rendimento (%)	Eficiência (%)
Amora + GA	2,80 ^a ±0,20	8,91 ^a ±0,36	32,09	57,05 ^a ±0,14
Amora + MD	5,32 ^b ±1,34	9,75 ^a ±0,62	28,70	51,39 ^b ±0,10

GA: Goma arábica.

MD: Maltodextrina.

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

5.1.1 Umidade

O teor de umidade das polpas de amora-preta encapsuladas com goma arábica e maltodextrina apresentaram, respectivamente, 2,80 e 5,32%, com diferença significativa entre os resultados ($p \leq 0,05$). Tosoni e Rodrigues (2013) encontram elevados teores de umidade ao encapsular propólis, obtendo 7,51% para maltodextrina e 5,63% para goma arábica, aplicando temperatura de 130 °C.

Ferrari, Ribeiro e Aguirre (2012) encapsulando amora-preta utilizando maltodextrina como agente carreador empregando temperaturas de 160 e 180 °C encontraram 1,51 e 0,55%, resultados inferiores aos obtidos neste trabalho.

O emprego de elevadas temperaturas 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). Por outro lado, Cay e Corke (2000), ao analisarem a retenção de betacianinas extraídas do amarantho, citaram que elevadas temperaturas proporcionaram maior perda de pigmentos. Ersus e Yurdagel (2007) concluíram que a temperatura de entrada no *spray dryer* na faixa de 160 a 180 °C provocou degradação do extrato antociânico extraído da cenoura.

5.1.2 Higroscopicidade

De acordo com Tonon, Brabet e Hubinger (2008), o emprego de temperaturas de secagem mais altas resultam em pós com umidades mais baixas e maior facilidade em adsorver água, isto é, mais higroscópicos, pois está relacionado ao maior gradiente de concentração de água existente entre o produto e o ambiente.

O teor de higroscopicidade foi de 8,91 g/100 g utilizando como agente carreador goma arábica e 9,75 g/100 g empregando maltodextrina, não

apresentando diferença significativa ($p \leq 0,05$). Resultado semelhante foi obtido por Oliveira (2013) ao encapsular bixina com maltodextrina, o qual foi 9,02 g/100 g. Oliveira (2014) avaliando a polpa de mirtilo em pó obteve 6,86 g/100 g utilizando maltodextrina. Tosoni e Rodrigues (2013) encontraram resultados superiores ao deste trabalho encapsulando própolis, sendo 10,45 g/100 g aplicando maltodextrina como agente encapsulante e 20,79 g/100 g usando goma arábica.

5.1.3 Rendimento

O rendimento de encapsulação obtido foi de 32,09% para goma arábica e 25,90% para maltodextrina. Souza (2013) ao encapsular os subprodutos de uvas tintas (*Vitis labrusca*) obteve rendimento na faixa de 27,04 a 38,79%.

O rendimento pode ser influenciado pelas condições de secagem no *spray dryer*, como temperatura do ar de secagem, concentração 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).

5.1.4 Eficiência da encapsulação

A eficiência do processo de encapsulação foi de 57,05% para goma arábica e 51,39% para maltodextrina, apresentando valores similares aos encontrados por Rosa (2012) na encapsulação de extratos fenólicos de amora-preta com β -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.

5.1.5 Antocianinas

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos ao longo de 36 dias para o teor de antocianinas nas polpas integral e encapsuladas.

Tabela 2: Antocianinas monoméricas (mg de cianidina-3-glucosídeo/100 g de extrato) da polpa de amora-preta integral e encapsulada com goma arábica e maltodextrina

Dia	Integral	Goma arábica	Maltodextrina
1	21,48 ^{aA} ±0,532	10,70 ^{bA} ±0,120	10,52 ^{bA} ±0,044
7	20,98 ^{aB} ±0,135	10,08 ^{bB} ±0,051	10,28 ^{bB} ±0,035
14	20,61 ^{aBC} ±0,058	10,04 ^{bBC} ±0,060	9,83 ^{cC} ±0,026
21	20,52 ^{aBC} ±0,019	9,91 ^{bBC} ±0,063	9,70 ^{cCD} ±0,079
28	20,18 ^{aCD} ±0,084	9,87 ^{bC} ±0,051	9,55 ^{cD} ±0,104
36	19,72 ^{aD} ±0,051	9,59 ^{bD} ±0,042	8,98 ^{cE} ±0,120
% Perda	8,19	10,37	14,64

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 ($p \leq 0,05$).

O teor de antocianinas monoméricas foi maior para a polpa integral, variando de 21,48 mg de cianidina-3-glucosídeo/100 g no primeiro dia para 19,72 mg cy-3-glc/100 g no dia 36, com 8,19% de perda. Estes resultados são menores que os observados por Azevedo (2011), de 26,68 mg cy-3-glc/100 g e Ferrari, Ribeiro e Aguirre (2012), de 77,90 mg cy-3-glc/100 g. Sellappan, Akoh e Krewer (2002) relatam que a variação no conteúdo de antocianinas pode ser bastante acentuada, de 12,70 a 197,34 mg cy-3-glc/100 g. Para Ferreira, Rosso e Mercadante (2010) esta ampla variação deve-se a possíveis efeitos das condições climáticas da região cultivada, estágio de maturação, espécie e cultivar. Ou também, o tipo e a forma de extração empregada.

A polpa encapsulada com goma arábica foi de 10,70 para 9,59 mg cy-3-glc/100 g, com 10,37% de perda durante o período de estocagem. E para a polpa encapsulada com maltodextrina variou de 10,52 a 8,98 mg cy-3-glc/100 g, com 14,64% de perda. Os valores de eficiência quando comparados aos resultados de antocianinas sugerem que o processo de encapsulamento não tenha sido efetivo, e ao invés de proteger o pigmento pode tê-lo exposto às condições em que é facilmente degradado.

Foi observado para as polpas encapsuladas diferença significativa ($p \leq 0,05$) a partir do 14º dia, o que sugere que o agente carreador influencia na proteção das antocianinas e neste caso, a goma arábica demonstrou melhor capacidade de proteção, embora os resultados tenham sofrido queda após o processo de encapsulação, que segundo Ferreira (2008) pode ser justificada pela baixa estabilidade das antocianinas a altas temperaturas. Fang e Bhandari (2011)

avaliando o efeito da secagem por *spray drying* de sucos de *bayberry* e a conservação dos compostos bioativos, observaram que as antocianinas foram mais facilmente degradadas em relação a outros fitoquímicos, apresentando decréscimo de 7 a 27%.

Mota (2006) observou queda de 42% no conteúdo de antocianinas após a elaboração do suco de amora-preta, indicando o efeito negativo da temperatura e tempo utilizados, 90 °C por 20 minutos.

5.1.6 Compostos fenólicos totais

A Tabela 3 mostra os teores de compostos fenólicos obtidos ao longo de 36 dias para as polpas integral e encapsuladas.

Tabela 3: Compostos fenólicos totais (mg EAG/100g) da polpa de amora-preta integral e encapsulada com goma arábica e maltodextrina

Dia	Integral	Goma arábica	Maltodextrina
1	1100,00 ^{aA} ±17,39	994,93 ^{bA} ±10,94	951,45 ^{cA} ±13,28
7	1036,23 ^{aA} ±21,88	931,16 ^{bB} ±13,98	874,64 ^{cB} ±17,57
14	963,77 ^{aC} ±13,28	873,19 ^{bC} ±13,98	818,12 ^{cC} ±9,05
21	940,58 ^{aC} ±13,28	786,23 ^{bD} ±20,55	723,91 ^{cD} ±8,70
28	749,28 ^{aD} ±10,04	736,96 ^{bE} ±13,04	648,55 ^{bE} ±6,64
36	700,00 ^{aE} ±17,39	680,43 ^{bF} ±13,04	602,17 ^{bF} ±8,70
% Perda	36,36	31,61	36,71

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 ($p \leq 0,05$).

O elevado teor de compostos fenólicos totais obtidos neste estudo foram também reportados por diversos autores, com valores na faixa de 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).

Baseado nos valores observados na literatura e neste trabalho sobre compostos fenólicos, a amora-preta demonstra-se com grande potencial na produção visando sua aplicação como corante natural na indústria de alimentos.

As amostras apresentaram diferença significativa entre si ($p \leq 0,05$), sendo que a polpa integral apresentou maior teor de compostos fenólicos, seguido pela

encapsulada com goma arábica e em menor quantidade com maltodextrina. Ao longo do período de estocagem, as amostras demonstraram perda significativa ($p \leq 0,05$), passando de 1100,00 mg EAG/100 g no 1º dia para 700,00 mg EAG/100 g no 36º dia na polpa integral, de 994,93 para 680,43 mg EAG/100 g na polpa encapsulada com goma arábica e de 951,45 para 602,17 mg EAG/100 g na encapsulada com maltodextrina. O percentual de perda foi alto e similar entre as amostras, de 36,36, 31,61 e 36,71%, respectivamente, polpa integral, polpa encapsulada com goma arábica e maltodextrina.

Oliveira (2014) aplicando os mesmos procedimentos de preparo da polpa de mirtilo, *in natura* e encapsulada com maltodextrina, observou que após o processo de secagem em *spray dryer*, os teores de compostos fenólicos e flavonoides sofreram quedas significativas ($p \leq 0,05$), e os justificou com base na temperatura empregada.

Na literatura, poucos são os estudos que avaliem a amora-preta empregando o método de preparo utilizado. Frequentemente são realizadas extrações com solventes, como etanol e metanol, que são concentrados e posteriormente rotaevaporados, apresentando elevada eficiência (AZEVEDO, 2011; ROSA, 2012; VIZZOTO et al., 2012) e diferença nos resultados obtidos.

5.1.7 Atividade antioxidante

Os resultados obtidos para atividade antioxidante das polpas integral e encapsuladas no período de 36 dias estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4: Antioxidantes (%) da polpa de amora-preta integral e encapsulada com goma arábica e maltodextrina

Dia	Integral	Goma arábica	Maltodextrina
1	98,88 ^{aA} ± 0,89	95,01 ^{bA} ± 2,86	93,15 ^{bA} ± 0,17
7	98,34 ^{aA} ± 1,23	92,84 ^{bA} ± 1,22	92,74 ^{bA} ± 2,17
14	97,04 ^{aA} ± 2,89	90,43 ^{bB} ± 2,67	88,56 ^{bB} ± 0,48
21	96,86 ^{aA} ± 1,22	83,65 ^{bB} ± 1,99	81,56 ^{bB} ± 3,39
28	89,04 ^{aA} ± 5,67	81,56 ^{bB} ± 1,54	71,77 ^{bB} ± 1,40
36	80,22 ^{aA} ± 0,76	74,23 ^{bC} ± 0,51	69,88 ^{bC} ± 0,67
% Perda	18,87	21,87	24,98

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 ($p \leq 0,05$).

As polpas em pó não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si no decorrer dos dias avaliados, bem como percentual de perda similar. Quando comparados à polpa integral, foi observada diferença significativa e resultados maiores para a mesma. Rosa (2012) também obteve maior atividade antioxidante no extrato de amora-preta *in natura*, igual a 93,07%, em comparação as amostras encapsuladas com β -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. O mesmo pode ter ocorrido neste trabalho, apresentando como possíveis causas o solvente empregado, o tempo deixado no sonicador ultrasônico e a velocidade e o tempo da centrifugação.

A polpa integral não apresentou diferença significativa ao longo de 36 dias, tendo 98,88% no 1º dia e 80,22% no 36º dia. Chim (2008) e Azevedo (2011) relatam resultados similares aos observados neste estudo, de 87,73 e 91,73%, respectivamente. As polpas em pó apresentaram diferença significativa somente no 36º dia.

5.1.8 Flavonoides

O teor de flavonoides apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$), sendo que o maior resultado obtido foi para a polpa integral ($60,83 \pm 0,43$ mg equivalente quercetina/100 g), seguido da encapsulada com goma arábica ($33,33 \pm 0,18$ mg equivalente quercetina/100 g) e maltodextrina ($29,02 \pm 0,22$ mg equivalente quercetina/100 g).

Na literatura são observados maiores teores de flavonoides para amoras de diferentes variedades brasileiras, de 123,30 a 213,30 expressos em mg de aglicona (quercetina, cianidina ou epicatequina) por 100 g (HASSIMOTTO et al., 2008). Por outro lado, Azevedo (2011) obteve teores inferiores, de 35,72 mg/100 g.

Oliveira (2014) ao encapsular mirtilo observou redução significativa no teor de flavonoides, passando de 71,80 na polpa integral para 25,53 na polpa em pó.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DAS FORMULAÇÕES DE *FROZEN YOGURT*

A Tabela 5 apresenta os resultados de pH, *overrun* e tempo inicial de derretimento das formulações de *frozen yogurt*.

Tabela 5: pH, *overrun* (%) e tempo inicial de derretimento (min.) das formulações de *frozen yogurt*

Análise	A	B	C	D
pH	4,52 ^a ±0,03	4,45 ^a ±0,04	4,42 ^a ±0,06	4,49 ^a ±0,03
Overrun (%)	28,47 ^a ±0,25	28,90 ^c ±0,21	29,07 ^{bc} ±0,28	27,90 ^{ab} ±0,09
Derretimento (min.)	11,84 ^a ±0,01	10,67 ^c ±0,01	10,08 ^d ±0,02	10,90 ^b ±0,10

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

Formulação A: *frozen* + polpa de amora-preta integral; B: *frozen* + corante artificial vermelho de Bordeaux; C: *frozen* + polpa de amora-preta encapsulada com maltodextrina; D: *frozen* + polpa de amora-preta encapsulada com goma arábica.

5.2.1 pH

A adição das polpas integral e encapsuladas não interferiram significativamente no pH das formulações elaboradas, que se mantiveram entre 4,42 e 4,52. Resultados semelhantes foram relatados por Oliveira (2013), de 4,2 a 4,5, ao elaborar *frozen yogurt* adicionado de mel e corantes naturais de betalaína e bixina. Gonçalves e Eberle (2008) ao avaliarem *frozen* probiótico elaborado com *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium* sp. encontraram pH próximo a 4,5. Embora não exista uma regulamentação que determine uma faixa de pH ideal recomendável para o *frozen yogurt*, Tamime e Robinson (2007), relatam que nos Estados Unidos esta varia de 4,37 a 5,70.

5.2.2 Overrun

A quantidade de ar incorporado nas formulações apresentou-se na faixa de 27,90 a 29,07%, respeitando o padrão estabelecido pela legislação brasileira, de no mínimo 20% (BRASIL, 2005). Oliveira (2014) encontrou resultados próximos aos citados, entre 29,07 a 29,89% ao avaliar a aplicação de mirtilo em *frozen yogurt* e Corte (2008) observou em *frozens* adicionados de 0,5, 1 e 1,5% de cultura probiótica resultados de 32,63, 40,87 e 29,91%, respectivamente.

5.2.3 Teste de derretimento

O tempo inicial de derretimento das formulações de *frozen yogurt* (Tabela 7) foi obtido através da equação da reta do gráfico (Figura 6) plotado do tempo (min.) em função do volume (mL) de *frozen* drenado.

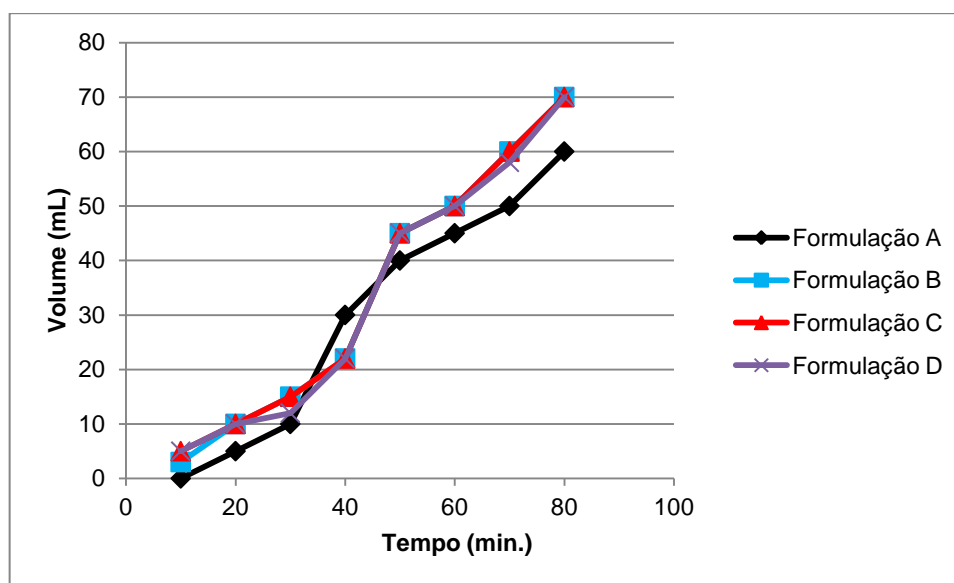


Figura 6: Derretimento das formulações de *frozen yogurt*

Formulação A: *frozen* + polpa de amora-preta integral; B: *frozen* + corante artificial vermelho de Bordeaux; C: *frozen* + polpa de amora-preta encapsulada com maltodextrina; D: *frozen* + polpa de amora-preta encapsulada com goma arábica.

Dos resultados obtidos, a formulação A apresentou melhor tempo inicial de derretimento (11,84 min.), seguido da formulação B (10,90 min.), D (10,67 min.) e C (10,08 min.). Assim como obtido neste estudo, Oliveira (2014) observou menor resistência ao derretimento das formulações adicionadas de corantes encapsulados, em que o *frozen* adicionado da polpa de mirtilo em pó apresentou tempo inicial de derretimento de 10,46 minutos, enquanto que para a polpa integral o resultado foi de 12,08 minutos. Rodrigues (2014) relata resultados inferiores ao avaliar *frozen* incorporado com microesferas de albumina e colágeno contendo vitamina C e sem microesferas, respectivamente, 7,05 e 7,37 minutos.

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 eficientes e garantindo segurança alimentar ao provador durante a realização da análise sensorial.

5.2.5 Enumeração de microrganismos probióticos

As contagens de *Lactobacillus* sp. obtidas no período de 36 dias de armazenamento estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6: Contagem de *Lactobacillus* sp. (UFC/g) nas formulações de *frozen yogurt*

Dia	A	B	C	D
1	7,6x10 ^{10aA}	6,8x10 ^{10bA}	5,3x10 ^{10cA}	7,0x10 ^{10abA}
7	5,8x10 ^{10aB}	2,6x10 ^{10bB}	6,6x10 ^{9cB}	5,2x10 ^{10aB}
14	7,8x10 ^{9cC}	8,6x10 ^{10aC}	5,3x10 ^{9dB}	9,5x10 ^{9bC}
21	5,7x10 ^{9bC}	5,6x10 ^{9bCD}	2,9x10 ^{9cC}	6,4x10 ^{9aCD}
28	8,6x10 ^{9aC}	4,6x10 ^{9bD}	1,6x10 ^{9cC}	4,7x10 ^{9bD}
36	4,6x10 ^{9aC}	3,4x10 ^{9bD}	6,7x10 ^{8cC}	3,8x10 ^{9bD}

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* + polpa de amora-preta integral; B: *frozen* + corante artificial vermelho de Bordeaux; C: *frozen* + polpa de amora-preta encapsulada com maltodextrina; D: *frozen* + polpa de amora-preta encapsulada com goma arábica.

As contagens obtidas atenderam aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2002), apresentando resultados entre 10^8 e 10^{10} UFC/g. A cultura probiótica adicionada apresentou boa resistência ao congelamento no período de armazenamento avaliado e as maiores contagens foram obtidas para a formulação A. Resultados semelhantes foram reportados por Corte (2008) ao caracterizar *frozens* funcionais, obtendo contagens entre 10^4 e 10^9 UFC/g para *Lactobacillus* sp.

Apesar de apresentar ligeira queda no número de probióticos entre os dias 1 e 7, a formulação A destacou-se ao longo do período de armazenamento por demonstrar maiores contagens sugerindo que a adição da polpa de amora-preta integral influenciou positivamente na sobrevivência dos *Lactobacillus* sp.

5.2.6 Análise sensorial

Os dados referentes ao teste de aceitação e intenção de compra das formulações são apresentados na Tabela 7.

Segundo Araújo (2011) os métodos afetivos avaliam o quanto um provador gostou do produto, avaliando sua preferência ou aceitabilidade, expressando o grau máximo de gostar ou não gostar, interferindo na escolha de um produto sobre o outro.

Tabela 7: Notas obtidas no teste de aceitação e intenção de compra das formulações de *frozen yogurt*

Atributo	A	B	C	D
Aparência	7,57 ^{ab}	7,64 ^a	7,09 ^b	7,36 ^{ab}
Cor	7,79 ^a	7,65 ^a	6,94 ^b	6,46 ^b
Textura	7,74 ^a	7,77 ^a	7,39 ^{ab}	7,00 ^b
Aroma	7,45 ^a	7,32 ^{ab}	6,96 ^{bc}	6,75 ^c
Sabor	7,67 ^a	7,60 ^{ab}	7,04 ^c	7,14 ^{abc}
Avaliação global	7,72 ^a	7,58 ^{ab}	7,08 ^c	7,19 ^{bc}
Intenção de compra	4,50 ^a	4,52 ^a	4,31 ^a	4,53 ^a

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

Formulação A: *frozen* + polpa de amora-preta integral; B: *frozen* + corante artificial vermelho de Bordeaux; C: *frozen* + polpa de amora-preta encapsulada com maltodextrina; D: *frozen* + polpa de amora-preta encapsulada com goma arábica.

Os resultados do teste de aceitação variaram entre 6 e 7, correspondendo gostei ligeiramente e moderadamente na escala hedônica. Para a intenção de compra, as médias ficaram em torno de 4, isto é, provavelmente compraria.

As notas obtidas para os atributos avaliados permitem afirmar que as formulações foram aceitas pelos provadores, segundo Dutcosky (2007), que estabelece média 7 para o produto ser aceito, exceto para as formulações C e D nos atributos cor e aroma.

Para intenção de compra Araújo (2011) encontrou para formulações de *frozen yogurt* com frutas do cerrado resultados entre gostei moderadamente a nem gostei/nem desgostei. Oliveira (2014) observou resultados semelhantes aos obtidos neste estudo, entre gostei ligeiramente e moderadamente para *frozen yogurt* elaborado com polpa de mirtilo *in natura* e em pó. Oliveira (2013) reportou notas de intenção de compra para *frozen yogurt* adicionado de corantes naturais de betalaína e bixina na mesma faixa que os observados neste estudo, entre 4 a 4,6.

5.3 ESTABILIDADE DA COR DAS POLPAS E DAS FORMULAÇÕES DE *FROZEN* YOGURT

A alteração de cor (ΔE) sofrida durante o período de armazenamento para os as polpas integral e encapsuladas, bem como nas formulações de *frozen yogurt* está descrita na Tabela 8.

Tabela 8: Alteração de cor sofrida nas polpas e nos *frozens* durante o tempo de armazenamento

Corante			Frozen			
IN	GA	MD	A	B	C	D
8,49 ^a ±1,31	7,81 ^a ±1,13	8,32 ^a ±0,89	6,39 ^A ±1,68	6,36 ^A ±0,13	2,86 ^B ±0,24	7,96 ^A ±0,33

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 linha diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$).

Formulação A: *frozen* + polpa de amora-preta integral; B: *frozen* + corante artificial vermelho de Bordeaux; C: *frozen* + polpa de amora-preta encapsulada com maltodextrina; D: *frozen* + polpa de amora-preta encapsulada com goma arábica.

As polpas não demonstraram diferença significativa ao nível de 5%, com valores entre 7,81 a 8,49. Enquanto que para as formulações de *frozen* observou resultados na faixa de 2,86 a 7,96, apresentando diferença significativa apenas na formulação C. Os resultados reportados por Oliveira (2014) são superiores aos encontrados neste estudo para as polpas, sendo 12,16 para polpa de mirtilo *in natura* e 25,28 para a polpa em pó, demonstrando degradação de cor maior.

Com base nos resultados obtidos, foi possível verificar que a alteração de cor sofrida no período de armazenamento foi elevada, exceto para a formulação C que sofreu menor alteração.

Segundo Souza (2006) é considerada visível e inaceitável à alteração de cor, tendo em vista que o limite entre o aceitável situou-se em 3,3 unidades, conforme apresenta a Figura 7.

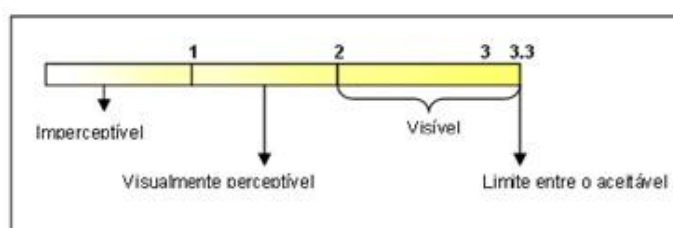


Figura 7: Escala utilizada na interpretação dos valores de ΔE
Fonte: Souza (2006)

Oliveira (2013) relata que nos corantes encapsulados de betalaína e bixina houve diferença de cor e esta apresentou-se visível. Ao aplicá-los em *frozen yogurt* essa diferença apresentou-se imperceptível. Oliveira (2014) encontrou alteração inaceitável a degradação de cor tanto para as polpas de mirtilo *in natura* e em pó como para as formulações de *frozen*.

6 CONCLUSÃO

A amora-preta 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*, principalmente em relação ao emprego de elevadas temperaturas.

Foi observado que a amora-preta encapsulada com maltodextrina apresentou estabilidade de cor quando aplicada ao *frozen yogurt* e instabilidade quando armazenada na forma de pó, sendo possível inferir que o processo de encapsulação com este material de parede foi ineficiente na proteção deste pigmento quando avaliado na forma isolada, isto é, na ausência do meio ácido, característico de produtos fermentados.

Das formulações de *frozen yogurt* estudadas observou-se que a adicionada de polpa integral destacou-se por apresentar maior contagem de microrganismos probióticos. As formulações elaboradas com polpa integral de amora-preta e a elaborada com corante artificial vermelho de Bordeaux receberam igualmente as melhores notas demonstrando o potencial de cor da fruta estudada.

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.
- ALVES, L. L.; RICHARDS, N. S. P. S.; BECKER, L. V.; ANDRADE, D. F.; MILANI, L. I. G.; REZER, A. P. S.; SCIPIONI, G. C. Aceitação sensorial e caracterização de *frozen yogurt* de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico. **Ciência Rural**, v. 39, n. 9, p. 2595-2600, dez., 2009.
- AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Análisis de vinos y mostos**. Zaragoza, 1976.
- ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J.; SOUZA, C. M. Conservação pós-colheita e frutos de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 413-419, 2003.
- ARAÚJO, A. L. **Elaboração e aceitação de frozen yogurt sabor frutos do cerrado**. 2011. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial), Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2011.
- AZEVEDO, M. L. **Perfil fitoquímico, atividades antioxidante e antimicrobiana de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. Tupy em diferentes estádios de maturação cultivada em clima temperado**. 2011. 75 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.
- 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.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel Wissenschaft Und-Technologie**, v. 28, p. 25-30, 1995.
- 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 bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005**, que aprova o regulamento técnico para fixação de

identidade e qualidade de gelados comestíveis e, preparados para gelados comestíveis, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis.

CAMPOS, M. V. **Corantes naturais em alimentos**. Attachée de Presse: 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.

CHEN, P. N.; CHU, S. C.; CHIOU, H. L.; KUO, W. H.; CHIANG, C. L.; HSIEH, Y. S. Mulberry anthocyanins, cyanidin 3-rutinoside and cyanidin 3-glucoside, exhibited an inhibitory effect on the migration and invasion of a human lung cancer cell line. **Cancer Letters**, v. 235, n. 2, p. 248, 2006.

CHEN, Q.; YU, H.; TANG, H.; WANG, X. Identification and expression analysis of genes involved in anthocyanin and proanthocyanidin biosynthesis in the fruit of blackberry. **Scientia Horticulturae**, v. 141, p. 61-68, 2012.

CHIM, J. F. **Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (*Rubus sp.*) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geleias convencionais e *light***. 2008. 87 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

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 *frozen yogurt* com propriedades funcionais**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. **Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Rio de Janeiro: Rubio, 2010.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Artmed, 2010.

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.; 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.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2007.

EARLY, R. **Tecnologia de los productos lácteos**. Zaragoza: Acribia, 1998. 459 p.

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.

ESTUPIÑAN, D. C.; SCHWARTZ, S. J.; GARZÓN, G. A. Antioxidant activity, total phenolics content, anthocyanin, and color stability of isotonic model beverages colored with andes berry (*Rubus glaucus benth*) anthocyanin powder. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 1, p. 26-34, 2011.

FANG, Z; BHANDARI, B. Effect of spray drying and storage on the stability of bayberry polyphenols. **Food Chemistry**, v. 129, p. 1139-1147, 2011.

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, C. L. L. F. Produtos lácteos probióticos: uma realidade. **Leite e Derivados**, v. 42, p. 6-82, 1998.

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.

GOMES, L. M. M. **Inclusão de carotenoides de pimentão vermelho em ciclodextrinas e avaliação da sua estabilidade, visando aplicação em alimentos**. 2012. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Aplicadas), Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

GONÇALVES, A., EBERLE, I. *Frozen yogurt* com bactérias probióticas. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 291-297, 2008.

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.

HACBARTH, P.; RONPAIRIN, C.; INSORN, S.; TUITEMWONG, K.; TANASUPAWAT, S. Frozen soy yogurt with bifidus and acidophilus bacteria. **IFT's Annual Meeting Book of Abstracts**. v. 78, ISSN 1082-1236, 2006.

HASSIMOTTO, N. M. A.; MOTA, R. V.; CORDENUNSI, B. R.; LAJOLO, F. M. Physico-chemical characterization and bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus* sp.) grown in Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p.702-708, 2008.

HEINONEN, I. M.; MEYER, A. S.; FRANKEL, E. N. Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 4107-4112, 1998.

HEKMAT, S.; MCMAHON, D. J. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifi dum* in ice cream for use as a probiotic food. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 6, p. 1415-1422, 1992.

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.

KADAR, A.; ROBERT, L.; MISKULIN, M.; TIXIER, J. M. Influence of anthocyanoside treatment on the cholesterol-induced atherosclerosis in the rabbit. **Paroi Arterielle - Aterial Wall**, v. 5, n. 4, p. 187, 1979.

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.

KNUPP, J. R. Frozen yogurt. **Culture Dairy Production Journal**, v.14, p. 16-19, 1979.

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.

LASSUS, L.; SELITZER, R. The year of frozen yogurt. **Dairy and Ice Cream Field**, v. 160, p. 36-46, 1977.

- 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.
- 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**. 2009. 188 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2009.
- MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.
- MOTA, R. V. Caracterização do suco de amora-preta elaborado em extrator caseiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 303-308, 2006.
- MUNARETTO, R. Alquimia dos alimentos. **Revista Agromais**, v. 10, n. 1, 2008.
- MURRAY, M. T. Bilberry (*Vaccinium myrtillus*). **American Journal of Natural Medicine**, v. 4, n. 1, p. 17, 1997.
- 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 (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.

PEREDA, J. A. O.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

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.

RAMIREZ, M. R.; IZQUIERDO, I.; RASEIRA, M. C. B.; ZUANAZZI, J. A.; BARROS, D.; HENRIQUES, A. T. Effect of lyophilised *Vaccinium* berries on memory, anxiety and locomotion in adult rats. **Pharmacological Research**, v. 52, n. 6, p. 457, 2005.

RASEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L. E. C. Aspectos técnicos da cultura da amora-preta. Documento 122. **EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, v. 54, 2004.

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

REYNERTSON, K. A.; WALLACE, A. M.; ADACHI, S.; GIL, R. R.; YANG, H.; BASILE, M. J.; D'ARMIENTO, J.; WEINSTEIN, I. B.; KENELLY, E. J. Bioactive depsides and anthocyanins from Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Journal of Natural Products**, v. 69, n. 8, p. 1228, 2006.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**, v. 34, n. 2, p. 105-110, 2002.

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.

SAAD, S. M. I.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. **Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações tecnológicas**. São Paulo: Varela, 2011.

SANTOS, D. T.; ALBARELLI, J. P.; BEPPU, M. M.; MEIRELES, M. A. A. Stabilization of anthocyanin extract from jabuticaba skins by encapsulation using supercritical CO₂ as solvent. **Food Research International**, v. 50, n. 2, p. 617-624, 2013.

SCHARRER, A.; OBER, M. Anthocyanosides in the treatment of retinopathies. **Klin Monatsbl Augenheikd**, v. 178, n.5, p. 386, 1981.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C. C.; KREWER, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 8, p. 2432-2438, 2002.

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, J. C. B.; COSTA, M. R.; RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 1, p. 155-165, jan./mar., 2010.

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.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. **Yoghurt: science and technology**. 3. ed. Cambridge: CRC, 2007.

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.

VENTURA, R. **Mudanças no perfil do consumo no Brasil: principais tendências nos próximos 20 anos**. Macroplan - perspectiva, estratégia e gestão. 2010.

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 International**, v. 36, p. 895-904, 2003.

VIZZOTTO, M.; RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, M. C.; FETTER, M. R. Teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante de diferentes genótipos de amoreira-preta (*Rubus* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 853-858, 2012.

WICZKOWSKI, W.; TOPOLSKA, J.; HONKE, J. Anthocyanins profile and antioxidant capacity of red cabbages are influenced by genotype and vegetation period. **Journal of Functional Foods**, v. 7, p. 201-211, 2014.