

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial



Dissertação

DESENVOLVIMENTO DE POLPA DE MIRTILO (*VACCINIUM ASHEI* READE) E
PRESERVAÇÃO DAS SUAS ANTOCIANINAS PARA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

Luiza Siede Kuck

Bacharel em Química de Alimentos

Pelotas, 2012

LUIZA SIEDE KUCK

**DESENVOLVIMENTO DE POLPA DE MIRTILO (*VACCINIUM ASHEI* READE) E
PRESERVAÇÃO DAS SUAS ANTOCIANINAS PARA APLICAÇÃO EM
ALIMENTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Agroindustrial.

Comitê de orientação: Prof^a. Dr^a. Claire Tondo Vendruscolo
Prof^a. Dr^a. Angelita da Silveira Moreira

Pelotas, 2012

Dados de catalogação na fonte:

(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

K95d Kuck, Luiza Siede

Desenvolvimento de polpa de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) e preservação das suas antocianinas para aplicação em alimentos / Luiza Siede Kuck; orientador Claire Tondo Vendruscolo; co-orientador Angelita da Silveira Moreira. - Pelotas, 2012. – 126f. : il..- Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012.

1.Polpa 2.Mousse 3.Atividade antioxidante 4.Xantana 5.Guar.
I.Vendruscolo, Claire Tondo(orientador) II .Título.

CDD 664.8

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Angelita da Silveira Moreira – UFPel (Presidente)

Prof^a. Dr^a. Ângela Nunes Moreira – UFPel

Prof^a. Dr^a. Josiane Freitas Chim – UFPel

Dr^a. Márcia Vizzotto – Embrapa Clima Temperado, Pelotas

Dedico este trabalho

Às pessoas mais importantes deste mundo:

Aos meus pais e meu irmão, com amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que guia meus passos, que está sempre comigo, que faz todas as coisas acontecerem da forma certa, que me cuida e me protege, e faz-me alcançar tudo o que sonho!

Aos meus pais, Martinho e Norma, por serem tudo em minha vida. Por me ouvirem, me ensinarem, me aconselharem e ajudarem. Por estarem comigo em todos os momentos e serem as pessoas brilhantes que são. Amo vocês! Vocês são o meu espelho e o meu orgulho! Ao meu irmão Felipe que mesmo longe vibra com minhas menores conquistas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial e a CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela oportunidade de fazer mestrado. Ao Centro de Desenvolvimento Tecnológico, da Universidade Federal de Pelotas, que foi a minha “casa” durante dois anos.

Às minhas orientadoras Prof^a. Dra^a Claire Tondo Vendruscolo e Prof^a. Dra^a Angelita da Silveira Moreira pela ajuda prestada e conhecimento compartilhado.

Aos membros da banca avaliadora, Prof^a. Dr^a. Ângela Nunes Moreira, Prof^a. Dr^a. Josiane Freitas Chim e Dr^a. Márcia Vizzotto pela disponibilidade de avaliar este trabalho.

A Cleo, pessoa responsável por grande parte de tudo isso, presente em todos os momentos, não tenho palavras para agradecer todo o incentivo, a ajuda, a amizade. A Andiará, amiga inesquecível, colaboradora deste trabalho, pela ajuda imensurável, conselhos diários, por me ouvir sem cansar e por me fazer rir a todo instante. A Júlia pela amizade e companheirismo da graduação ao mestrado.

Ao Jardel, que em grande parte deste trabalho esteve ao meu lado rindo, secando minhas lágrimas ou trabalhando e comendo cachorro-quente aos sábados no campus.

Ao Guilherme, que mesmo estando mais longe que todos, esteve presente nos momentos cruciais. Pela amizade sincera, pelas carinhosas palavras de incentivo e conforto, pela presença constante na minha vida, por “nunca me abandonar”, por ler minha revisão numa tarde de sábado e por botar as letras nos “potinhos”.

Aos amigos do Laboratório de Biopolímeros, principalmente Joyce, Miguel e Andiará por todos os “momentos desabafo” e risadas mais que reconfortantes; pela amizade sem medida. A Amanda e a Fernanda. Aos estagiários: Andrey, Bruna, Carla, Dóris, Hugo, Janaina, Karine, Matheus, Simara e Tayla pela ajuda sempre que necessário. A todo esse grupo eu agradeço, dentre tudo, principalmente pela amizade e pelos momentos divertidos, de rir até cansar; com certeza é isso que mantém grande parte da força que a gente tem, mesmo nos momentos em que tudo dá errado.

A todos os demais amigos, que de alguma forma se preocuparam comigo, que torceram por mim e me ajudaram nesses dois anos...

Muito obrigada!

“The answer, my friend, is blowin' in the wind

The answer is blowin' in the wind.”

Bob Dylan

Resumo

KUCK, Luiza Siede. **Desenvolvimento de polpa de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) e preservação das suas antocianinas para aplicação em alimentos.** 2012. 126f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS.

O mirtilo é um fruto cujo cultivo vem se expandindo no Brasil, principalmente por apresentar um teor elevado de antocianinas, pigmentos de elevada atividade antioxidante e que conferem cor característica ao fruto, mas que são instáveis frente ao processamento e armazenamento. Neste trabalho avaliou-se, logo após a produção e em 30, 60 e 90 dias, características físico-químicas e o efeito protetor da xantana sobre antocianinas em quatro diferentes polpas de mirtilo, produzidas com e sem desintegração prévia do fruto. Com a melhor formulação obtida elaborou-se cinco formulações de *mousses* alternativas, sem adição de ingredientes de origem animal, produzidas com creme de soja, xantana e guar, em diferentes proporções. As *mousses* foram avaliadas no primeiro e quinto dia após o processamento. As polpas não diferiram significativamente quanto aos valores de cinzas e sólidos solúveis totais, mas sim quanto à umidade. O pH diminuiu concomitantemente ao aumento da acidez entre o tempo inicial e 30 dias, quando verificou-se equalização entre os componentes das formulações. O uso de xantana e desintegração prévia favoreceram este efeito. A desintegração prévia aumentou a degradação das antocianinas durante o processamento das polpas. A adição de xantana aumentou, aparentemente, a liberação inicial de antocianinas. Entretanto, em 90 dias de armazenamento a maior retenção de antocianinas em relação ao tempo inicial ocorreu nas formulações sem xantana, com fruta desintegrada (62,45%) ou inteira (45,71%), indicando que à rápida liberação inicial de antocianinas seguiu-se uma também rápida degradação. Verificou-se nas polpas importante atividade antioxidante (3,045 a 2,342 mMol TE. g⁻¹), com elevada preservação desta durante o armazenamento. Identificaram-se quatro antocianinas/antocianidinas, pelargonidina, kuromanina, keracina e malvidina, cujas proporções foram semelhantes nas quatro formulações. As coordenadas de cromaticidade indicaram tendência das polpas à cor vermelha, com traços de azul. Durante o armazenamento, houve redução da luminosidade (L*), dos índices a* e do croma e aumento do b*. As polpas elaboradas com frutos desintegrados tiveram maiores valores de ΔE, e a adição de xantana com desintegração prévia possibilitou os melhores resultados para cor. Nas *mousses*, elaboradas com a polpa 4, não houve diferença significativa entre as cores, exceção para o menor L* para a formulação A, com menor percentual total de goma, 0,8%. Mediante análise reológica verificou-se nas formulações comportamento pseudoplástico e consistência de gel verdadeiro, com pequena redução da viscosidade e da força gel do primeiro ao quinto dia após o processamento. Mediante análise sensorial verificou-se maior preferência dos julgadores pela formulação A (0,4% de xantana e 0,4% de guar), menos viscosa, tanto um dia como cinco dias após o processamento. Além disso, 70% dos julgadores disseram que provavelmente ou certamente comprariam a formulação A, demonstrando assim um possível potencial de inserção no mercado, levando em consideração a realização da análise com julgadores não pertencentes ao nicho de mercado específico.

Palavras-Chave: Polpa. *Mousse*. Atividade antioxidante. Xantana. Guar.

Abstract

KUCK, Luiza Siede. Development of blueberry (*Vaccinium ashei* Reade) pulp and preservation of its anthocyanins for use in foods. 2012. 126f. **Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.**

The blueberry is a fruit whose cultivation is expanding in Brazil, mainly because it has a high content of anthocyanins, pigments with high antioxidant activity that giving characteristic color to the fruit, but which are unstable against the processing and storage. In this work was evaluated, as soon after production and at 30, 60 and 90 days, physico-chemical characteristics and the protective effect of xanthan on anthocyanins in four different blueberry pulps produced with and without prior disintegration of the fruit. With the best formulation obtained was elaborated five alternative formulations of mousses, without the addition of products of animal origin, made with soybean cream, xanthan and guar, in different proportions. The mousses was evaluated in the first and fifth day after processing. The pulps did not differ significantly with respect to the values of ash and total soluble solids, but for humidity. The pH decreased concurrently with the increase in acidity between the initial time and 30 days when it was found equalization between the components of the formulations. The use of xanthan gum and the prior disintegration favored this effect. The prior disintegration increased the anthocyanins degradation during pulp processing. The xanthan addition increased, apparently, the initial liberation of anthocyanins. However, in 90 days of storage the higher retention of anthocyanins in relation to initial time has occurred in the formulations without xanthan gum with disintegrated fruit (62.45%) or whole fruit (45.71%), indicating that the initial rapid anthocyanins liberation was followed to a rapid degradation. Was verified important antioxidant activity in the pulps (3.045 to 2.342 mMol TE. g⁻¹), with high preservation of this during storage. We identified four anthocyanins/anthocyanidins, pelargonidin, kuromanin, keracyanin and malvidin, whose proportions were similar in all four formulations. The chromaticity coordinates indicate tendency of pulps to red color, with traces of blue. During storage, had reduction of luminosity (L*), a* and chroma and increased of b*. The pulps elaborated with disintegrated fruit had higher values of ΔE , and the xanthan addition with prior disintegration resulted in better results for color. In mousse, made with the pulp 4, no significant difference between the colors, except for the lowest L* for formulation A, with a smaller total percentage of gum, 0.8%. By rheological analysis was found in the formulations a pseudoplastic behavior and gel consistency true with a small reduction in viscosity and gel strength of the first to fifth days after processing. By sensory evaluation, was verified a higher preference of the judges for formulation A (0,4% xanthan gum and 0,4% of guar), less viscous both one day and five days after processing. Furthermore, 70% of judges said that they probably or certainly buy the formulation A, thereby demonstrating a potential for possible inclusion in the market, taking into consideration the realization of the analysis with judges outside the specific market niche.

Key Words: Pulp. Mousse. Antioxidant activity. Xanthan. Guar.

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1. 1A – Mirtileiro e mirtilos (<i>Vaccinium</i> spp.). 1B – Corte transversal do mirtilo.	20
Figura 2. Classificação dos compostos fenólicos.	25
Figura 3. Estruturas químicas dos principais grupos de flavonóides.	26
Figura 4. Estrutura genérica das antocianinas.	27
Figura 5. Mudanças na conformação das antocianinas de acordo com o pH do meio.	32
Figura 6. Reação de degradação das antocianinas, onde R1 = H ou sacarídeo, R2 e R3 = H ou metil.	33
Figura 7. Efeito do branqueamento na migração de pigmentos no mirtilo.	40
Figura 8. Estrutura química da goma xantana.	43
Figura 9. Estrutura química do ácido cítrico	46

2° ARTIGO: Mousse de Polpa de Mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) Isento de Ingredientes de Origem Animal

Figura 1. Viscoelasticidade de amostras das mousses alternativas de mirtilo a 25 °C, um dia após o processamento, sendo: A (0,4% xantana e 0,4% guar), B (1,0% xantana e 0,4% guar; C (0,4% xantana e 1,0% guar); D (1,0%xantana e 1,0%guar); E (0,7% xantana e 0,7% guar).85

Figura 2. Viscoelasticidade de amostras das mousses alternativas de mirtilo a 25 °C, cinco dias após o processamento, sendo: A (0,4% xantana e 0,4% guar), B (1,0% xantana e 0,4% guar; C (0,4% xantana e 1,0% guar); D (1,0%xantana e 1,0%guar); E (0,7% xantana e 0,7% guar).86

Figura 3. Intenção de compra das diferentes formulações das mousses alternativas de mirtilo um dia e cinco dias após a produção, onde: A (0,4% xantana e 0,4% guar), B (1,0% xantana e 0,4% guar; C (0,4% xantana e 1,0% guar); D (1,0%xantana e 1,0%guar); E (0,7%xantana e 0,7% guar).89

LISTA DE TABELAS

INTRODUÇÃO GERAL

Tabela 1. Substituições padrão do cátion flavilium formando as principais antocianidinas encontradas na natureza.....	28
---	----

1° ARTIGO: Preservation of Anthocyanins on the Elaboration and Storage in Ambient Temperature of Blueberry (*Vaccinium ashei* Reade) Pulp

Table 1. Content of TSS of blueberry and moisture, ash and TSS of blueberry pulps produced with or without prior disintegration or xanthana addition.....	59
---	----

Table 2. Total acidity (% of citric acid) and pH of blueberry at initial time and in pulps stored at different times.....	60
---	----

Table 3. Total anthocyanins content (mg Cyanidin-3-glucoside.100g ⁻¹) in the fruit and in the different pulps obtained, at different times (days) of storage and anthocyanins retention ^d (%) in relation to the initial time of storage.	62
---	----

Table 4. Anthocyanins and anthocyanidins identified in the fruit and in the pulps produced from whole fruit or previously disintegrated, with or without addition of xanthan at time Initial.	65
--	----

Table 5. Antioxidant activity of blueberry TEAC (mmol TE.g ⁻¹) and of pulps after 30 minutes and 24 hours of reaction with DPPH, and maintenance ^b (%) of antioxidant activity after 24 hours of reaction.....	66
---	----

Table 6. Values of L*, a* and b*, chroma (C) and color difference (ΔE) for the four formulations of elaborated blueberry pulp.	68
---	----

2° ARTIGO: Mousse de Polpa de Mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) Isento de Ingredientes de Origem Animal

Tabela 1. Delineamento experimental para formulação de mousses alternativas de mirtilo com diferentes proporções de gomas xantana e guar.	81
--	----

Tabela 2. Parâmetros colorimétricos instrumentais L*, a* e b* das mousses alternativas de mirtilo com diferentes proporções de xantana e goma guar.	83
--	----

Tabela 3. Viscosidade das mousses alternativas de mirtilo com diferentes proporções de xantana e goma guar a 25°C versus taxas de cisalhamento, um e cinco dias após o processamento.	84
--	----

Tabela 4. Preferência atribuída no teste de ordenação das mousses alternativas de mirtilo e diferenças entre os totais de ordenação das amostras um dia após o processamento.	87
--	----

Tabela 5. Preferência atribuída no teste de ordenação das mousses alternativas de mirtilo e diferenças entre os totais de ordenação das amostras cinco dias após o processamento.	87
--	----

Tabela 6. Percentual de julgadores que atribuíram notas 4 e 5 na análise de intenção de compra, no primeiro e quinto dia após a produção das mousses alternativas de mirtilo.	90
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	16
1 Revisão da Literatura	19
1.1 Mirtilo	19
1.1.1 Características gerais.....	20
1.1.2 Produtos de mirtilo	22
1.2 Compostos Fenólicos	23
1.2.1 Antocianinas.....	26
1.2.1.1 Atividade antioxidante.....	29
1.2.1.2 Estabilidade	31
1.2.1.2.1 Polifenoloxidasas	36
1.3 Polpas de frutas.....	37
1.3.1 Métodos de obtenção.....	38
1.3.2 Polpa de mirtilo.....	41
1.3.3 Aditivos em polpas	42
1.3.3.1 Estabilizante xantana.....	42
1.3.3.2 Acidulante ácido cítrico	45
1.4 Mousse	46
1.4.1 Formulações Tradicionais	48
1.4.2 Formulações Alternativas.....	48
Preservation of Anthocyanins on the Elaboration and Storage in Ambient Temperature of Blueberry (Vaccinium ashei Reade) Pulp	53
ABSTRACT.....	53
INTRODUCTION	54
MATERIAL AND METHODS	55
Materials.....	55

Pulp elaboration	56
Proximate Partial Evaluation	56
Determination of total anthocyanins and anthocyanin retention percentage after processing	57
Individual anthocyanins determination	57
Antioxidant activity determination	58
Instrumental color determination	59
Statistical analysis	59
RESULTS AND DISCUSSION	59
Proximate Partial Evaluation	59
Total anthocyanins of fruit and elaborated pulps	61
Individual anthocyanins identified in the fruit and in the elaborated pulps	64
Antioxidant activity of fruit and pulps prepared	65
Instrumental color analysis of elaborated pulps	67
LITERATURE CITED	69
Mousse de Polpa de Mirtilo (<i>Vaccinium ashei</i> Reade) Isento de Ingredientes de Origem Animal	77
Resumo	77
1 Introdução	78
2 Material e métodos	80
2.1 Elaboração das <i>mousses</i>	80
2.2 Determinação instrumental da cor	81
2.3 Reometria	81
2.4 Análise Sensorial	82
3 Resultados e discussão	82
3.1 Determinação instrumental de cor	82
3.2 Viscosidade	83
3.3 Análise sensorial	86
4 Conclusões	90
5 Referências Bibliográficas	91
CONCLUSÕES GERAIS	95
REFERÊNCIAS GERAIS	96

INTRODUÇÃO GERAL

A busca dos consumidores por produtos considerados “alimentos naturais” aumenta todo ano e cada vez mais as pessoas buscam nos alimentos a melhora da qualidade de vida e a prevenção de doenças. Nesse contexto destacam-se as frutas, que possuem diversos compostos essenciais para uma dieta saudável. Por outro lado, o consumo de frutas *in natura*, apesar de acessível, é cada vez mais difícil devido ao estilo de vida moderno, onde há mais no mercado para os produtos prontos para o consumo. Levando estes aspectos em consideração, diversas pesquisas vêm sendo feitas a fim de desenvolver produtos a base de frutas, que mantenham as características nutricionais mais próximas possíveis às dos frutos *in natura*.

Dentre os benefícios nutricionais provenientes dos frutos, destaca-se a presença de pigmentos naturais, como os carotenoides e as antocianinas. As antocianinas são pigmentos presentes na maioria dos frutos, estando presentes em grandes quantidades nos *berries*, ou pequenos frutos. São elas as responsáveis pela coloração característica destes frutos. As antocianinas, devido às características de sua estrutura, possuem a capacidade de doar elétrons, estabilizando radicais livres, agindo assim como antioxidantes naturais (PRIOR, 2003; WANG; CAO; PRIOR, 1997). Dessa forma, pesquisas vêm atribuindo a estes compostos a capacidade de diminuir a incidência de diversas doenças.

O mirtilo (*Vaccinium* sp.) é uma das frutas mais ricas em antocianinas já estudadas, que estão concentradas principalmente na casca, sendo responsáveis pela coloração azul característica deste fruto (KAISU et al., 2008; KALT et al., 1999; PRIOR et al., 1998). Entretanto, as antocianinas são compostos altamente instáveis frente a diversos fatores (BOBBIO; MERCADANTE, 2008; CARLSON, 2003; FRANCIS, 1989), muitos destes presentes no âmbito do processamento de

alimentos, dentre os quais destaca-se o uso de altas temperaturas (GARCIA-VIGUERA; ZAFRILLA; TOMAS-BARBERAN, 1998; GARCIA-VIGUERA et al., 1999), presença de luz (MALACRIDA; MOTTA, 2005) e oxigênio (REIN, 2005), e de enzimas oxidativas provenientes do próprio fruto (ROSSI et al, 2003; SKREDE; WROLSTAD; DURST, 2000).

Dessa forma, a escolha dos métodos que serão utilizados para elaboração dos alimentos é de extrema importância, visando a qualidade nutricional final do produto. Devem ser levados em consideração: o tempo de contato com a casca, visto que os pigmentos estão concentrados nesta parte do fruto; o tempo de cada operação e o uso e nível das operações de desintegração e/ou prensagem, pois após a desintegração ocorre liberação celular das enzimas polifenoloxidasas; e as condições de armazenamento do alimento. Assim, novas combinações de fatores dentro do processamento têm sido testadas a fim de aumentar a preservação de antocianinas.

O uso de xantana é uma opção na busca pela preservação das antocianinas, visto que este polímero possui capacidade de agir como agente encapsulante de diversos compostos, como aromas, corantes, saborizantes, vitaminas e outros compostos, preservando por longos períodos sua atividade e reduzindo danos proporcionados por calor, frio, variações de pH, atividade de água, entre outros (SUTHERLAND, 1993). Rodrigues, Rodrigues e Vendruscolo (2010) observaram aumento da retenção de antocianinas na elaboração de *topping* de mirtilo com xantana e ácido cítrico.

Polpa de mirtilo é um importante produto intermediário utilizado na elaboração de diversos outros alimentos como bebidas, sorvetes, geléias, coberturas, dentre outros, que chegarão até o consumidor prontos para o consumo e ainda suprirão a presença do fruto no período de entressafra.

Mousses são exemplos de alimentos prontos para o consumo, que podem ser elaborados com de polpa de mirtilo. Estes enquadram-se na categoria de sobremesas e são alimentos altamente perecíveis, que devem ser armazenados sob refrigeração, o que favorece a preservação das antocianinas. Entretanto, o consumo de *mousses* pode ser limitado devido as suas características tradicionais, ou seja, presença de base láctica e gelatina, produtos de origem animal que não são consumidos por alguns nichos de mercado. Assim o uso de creme de soja em

substituição à base láctica e de goma guar e goma xantana no lugar de gelatina, podem fazer com que este produto atinja maior número de consumidores.

Com base nestas premissas, os principais objetivos deste estudo foram:

- A elaboração de polpa de mirtilo visando a preservação dos compostos antociânicos, ou seja, utilizando um processamento onde as etapas e suas condições retenham o maior percentual possível de pigmentos antociânicos;
- Avaliação do efeito da desintegração prévia ao despolpamento dos frutos, especificamente, na estabilidade das antocianinas após o processamento e durante o armazenamento;
- Avaliação do efeito protetor do heteropolissacarídeo (xantana) sobre os compostos antociânicos no processamento e durante o armazenamento de polpa de mirtilo;
- Aplicação da polpa de mirtilo na elaboração de *mousses* alternativas, sem adição de ingredientes de origem animal, destinada principalmente à consumidores portadores de necessidades especiais e avaliação da influência da adição de diferentes combinações de goma (guar e xantana) na preferência sensorial deste alimento.

1 Revisão da Literatura

1.1 Mirtilo

As designações “pequenas frutas” (*small fruits*) e *berries* são utilizadas na literatura internacional para referenciar diversas culturas como a do morangueiro, amoreira-preta, framboeseira, groselheira, mirtilheiro, entre outros (ANTUNES, 2002; STRIK, 2005). Estas pequenas frutas constituem-se em fontes naturais de substâncias bioativas, com ação antioxidante e anti-cancerígena, chamando atenção dos consumidores que buscam uma melhor qualidade de vida. Extratos de várias pequenas frutas, como mirtilo, amora-preta, framboesa, pitanga e groselha, têm sido considerados eficazes no combate aos radicais livres (PANTELIDIS et al., 2007).

O cultivo de pequenas frutas tem despertado a atenção e o interesse de produtores e comerciantes, devido ao fato do cultivo se caracterizar pelo baixo custo de implantação e produção, ao bom retorno econômico (devido à alta rentabilidade e preços elevados), à adaptação às condições sócio-econômicas e do ambiente local, à não exigência de mão-de-obra qualificada, à possibilidade de cultivo no sistema orgânico e à demanda maior do que a oferta (PAGOT; HOFFMANN, 2003; POLTRONIERI, 2003).

Dentre as pequenas frutas, destaca-se o mirtilo, cujo cultivo vem aumentando nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (SILVA, 2007). É uma das frutas mais ricas em compostos bioativos, principalmente na casca, e que se destaca dos demais frutos e vegetais por sua elevada atividade antioxidante (KAISU et al., 2008; KALT et al., 1999; PRIOR et al., 1998).

1.1.1 Características gerais

O mirtilo (Fig. 1) é a fruta do mirtilheiro, que é membro da família *Ericaceae*, à qual pertence o gênero *Vaccinium* (RASEIRA; ANTUNES, 2004). O mirtilheiro possui porte arbustivo, podendo atingir de 1,5 a 3 metros de altura, é caducifólia (perde as folhas no inverno) e tem hábito ereto ou rasteiro. Os mirtilos são frutos do tipo baga, de coloração azul-escura, formato achatado, coroada pelos lóbulos persistentes do cálice. Sua polpa possui coloração esbranquiçada, e seu sabor é doce-ácido (ECK; CHILDERS, 1966; KLUGE; HOFFMANN; BILHALVA, 1994).

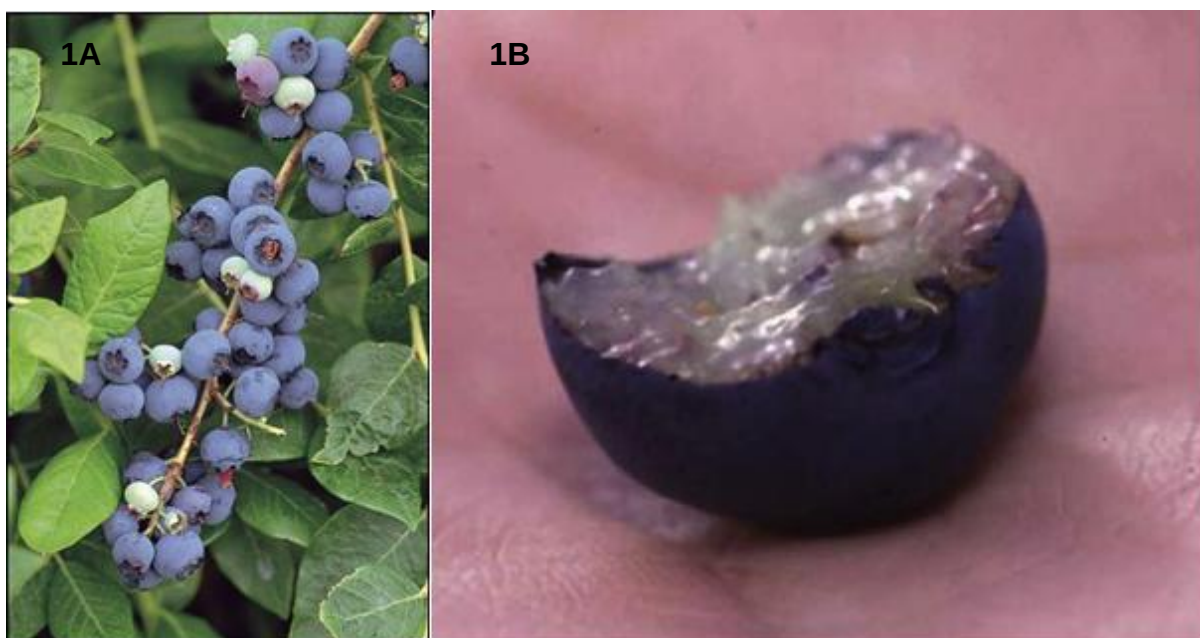


Figura 1. 1A – Mirtilheiro e mirtilos (*Vaccinium* spp.). 1B – Corte transversal do mirtilo. Fonte: 1^a – American Beauties Native Plants (2011); 1B – Kaisu et al. (2008).

A origem do mirtilo está em algumas regiões da Europa e na América do Norte (KALT et al., 2001), sendo que a produção mundial concentra-se principalmente nos Estados Unidos e Canadá (STRIK, 2005). No entanto, o cultivo do mirtilo (*Vaccinium* spp.) está se expandindo em países da América do Sul, como Chile, Argentina e Uruguai (BAÑADOS, 2006), pois há uma grande demanda dos países do hemisfério norte, por mirtilos frescos na contra estação de produção daquelas regiões (ANTUNES; RASEIRA; PEREIRA, 2007). No Brasil, o mirtilo é uma cultura recente. Os primeiros experimentos com esta fruta ocorreram em 1983 na Embrapa Clima Temperado de Pelotas (RS), sendo introduzidas as seguintes

cultivares de baixa exigência em frio, pertencentes ao grupo “Rabbiteye”: Aliceblue, Bluebelle, Briteblue, Bluegem, Clímax, Delite, Florida, Powderblue e Woodard (RASEIRA; ANTUNES, 2004). Na região de Vacaria (RS) começou o cultivo para fins comerciais, através da introdução de variedades do grupo “Highbush” (ANTUNES; RASEIRA, 2006).

Existem três grupos principais de mirtilo cultivados comercialmente: os de arbustos baixos, ou “Lowbush” (*V. angustifolium* Ait); os de arbustos altos, ou “Highbush” (*V. corymbosum* L.); e os do tipo olho-de-coelho, ou “Rabbiteye” (*V. ashei* Reade) (HUI et al., 2006). Além destes existem os mirtilos selvagens ou nativos.

Os mirtilos do grupo Rabbiteye crescem em climas relativamente mais quentes em relação aos outros grupos, além de serem mais tolerantes à seca (HUI et al., 2006). Uma das cultivares deste grupo, a cultivar Clímax, é originária da Geórgia (KREWER; NESMITH, 2006; RASEIRA; ANTUNES, 2004), proveniente de um cruzamento entre ‘Callaway’ e ‘Ethel’ (RASEIRA; ANTUNES, 2004), caracterizada por frutos de tamanho pequeno a médio, boa cor e sabor, excelente firmeza e amadurecimento uniforme (KREWER; NESMITH, 2006; RASEIRA; ANTUNES, 2004). Estudos realizados em Pelotas (RS) pela Embrapa Clima Temperado apontaram as seguintes características para os frutos da cultivar Clímax: diâmetro variando entre 1,0 e 1,7cm, película com aspecto azulado, teor de sólidos solúveis entre 10 - 12,4°B, sabor doce-ácido e peso médio de 1,8g (RASEIRA; ANTUNES, 2004).

A disponibilidade e versatilidade do mirtilo favorecem a incorporação deste em uma ampla variedade de formulações de alimentos. Recheios com pedaços de mirtilo oferecem um apelo visual especial a vários produtos (PAYNE, 2005). O consumo do mirtilo é favorecido por sua cor, resultante do elevado conteúdo de pigmentos naturais, principalmente compostos fenólicos de natureza antocianica (KADER et al., 1996), as quais apresentam a capacidade de doar elétrons, estabilizando radicais livres, atuando como antioxidantes naturais (PRIOR, 2003; WANG; CAO; PRIOR, 1997).

Prior et al. (1998) encontrou valores que variaram de 181 mg.100g⁻¹ (cv. Jersey) a 458 mg.100g⁻¹ (cv. Brightwell) de fenólicos totais e 62 mg.100g⁻¹ (cv. Brightwell) a 235 mg.100g⁻¹ (cv. Rubel) de antocianinas totais em mirtilos de quatro diferentes espécies. Moyer et al. (2002) em estudo com 30 genótipos de mirtilo dos

diferentes grupos existentes, provenientes dos Estados Unidos, encontrou teores de fenóis totais que variaram de 171 mg.100g⁻¹ a 961 mg.100g⁻¹ e teores de antocianinas totais que variaram de 34 mg.100g⁻¹ a 515 mg.100g⁻¹.

Além dos pigmentos, os frutos de mirtilo são ricos em diversos compostos, tais como açúcares (glicose e frutose), fibras, vitaminas e minerais (HUI et al., 2006). Em relação aos ácidos orgânicos, de acordo com Ayaz et al. (2001), os principais ácidos orgânicos presentes nos mirtilos são o quínico, cítrico e málico.

1.1.2 Produtos de mirtilo

O mirtilo pode ser conservado, na forma *in natura*, por algum tempo, utilizando-se métodos de conservação como a refrigeração, o congelamento, a atmosfera controlada e atmosfera modificada (CEPONIS; CAPPELINI, 1983; CONNOR et al., 2002; HARB; STREIF, 2004; KADER, 1995; RASEIRA; ANTUNES, 2004). Entretanto, o mirtilo muitas vezes é transformado em produtos, pois mesmo com o uso de métodos de conservação que aumentem sua vida de prateleira, não é possível dispor de frutas *in natura* durante todo o ano. Além disso, a elaboração de produtos de mirtilo agrega valor à fruta, visto que são utilizadas frutas de todos os tamanhos, inclusive as menores que não são bem aceitas pelo consumidor para o consumo *in natura*.

O mirtilo é uma excelente matéria-prima para elaboração de diversos alimentos processados, principalmente devido a sua cor característica, que confere aos produtos uma coloração atraente ao consumidor. Entretanto o mirtilo contém um grande percentual de material mucilaginoso, que dificulta seu processamento (FRAGA, 2009).

Em países onde a cultura do mirtilo é tradicional, como nos Estados Unidos, existem inúmeros produtos a base de mirtilo, ou adicionados de mirtilo, tais como: suco, néctar, geléia, sorvete, cereais, refrigerante, pão, coberturas, dentre outros. No Brasil, entretanto, a maior parte destes produtos são geléias, recheios e coberturas, iogurtes e sorvetes, em alguns casos de distribuição exclusiva da franquia que os produzem. Pesquisas foram e estão sendo feitas para o desenvolvimento de produtos de mirtilo no Brasil, principalmente com foco na manutenção da sua capacidade antioxidante após o processamento. No entanto, os resultados obtidos

nas pesquisas científicas, muitas vezes não são consolidados em nível industrial. Dentre estes estudos, Rodrigues (2006) desenvolveu um *topping* de mirtilo com potencial para inserção no mercado. Moraes et. al. (2007) estudaram o desenvolvimento de barra de cereais e néctar de mirtilo. Kechinski et al. (2010) avaliaram a degradação cinética das antocianinas em suco de mirtilo e Kechinski et al. (2011) avaliaram a adição de xantana e frutose em purê de mirtilo.

1.2 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários sintetizados por plantas em condições normais de desenvolvimento (FRAGA, 2009; PRIDHAM, 1960; TAIZ; ZEIGER, 2004) em resposta a condições de estresse, tais como infecções, ferimentos, radiação ultravioleta, estresse hídrico, dentre outros (NICHOLSON; HAMMERSCHMIDT, 1992; SHAHIDI; NACZK, 2004). Estes compostos encontram-se em todas as plantas, e constituem um grupo diversificado de fitoquímicos derivados da fenilalanina e tirosina (SHAHIDI; NACZK, 2004). Estas substâncias possuem ao menos um anel aromático, com um ou mais grupamentos hidroxila, muitas vezes ligados a açúcares, tendendo, dessa forma, à solubilidade em água (CROFT, 1998).

Os compostos fenólicos encontram-se distribuídos desuniformemente nas plantas, sendo que compostos fenólicos insolúveis são encontrados nas paredes celulares, enquanto os solúveis são encontrados nos vacúolos (NACZK; SHAHIDI, 2006).

Nos alimentos, os compostos fenólicos podem contribuir com a cor, sabor (amargor e adstringência), odor e estabilidade oxidativa dos mesmos (SHAHIDI; NACZK, 2004). Entretanto, deve-se levar em consideração que não são todos os fenóis que proporcionam sabor amargo e adstringente, e devido a isso, estes sabores na maioria das vezes não são sentidos na fruta madura, como é o caso do mirtilo. Tecnicamente, extratos fenólicos podem ser utilizados na indústria em geral, e principalmente na indústria de alimentos, como aditivos, devido à capacidade antioxidante que estes apresentam. Vários compostos do grupo dos fenóis também podem ser utilizados como corantes, entretanto esta não é uma característica geral dos compostos fenólicos, visto que alguns deles são incolores.

Farmacologicamente, os compostos fenólicos exibem uma variedade de propriedades benéficas à saúde, tais como anti-alérgica, anti-inflamatória, antimicrobiana, antitrombótica e anticarcinogênica. Além disso, exibem efeito cardioprotetor e vasodilatador, proporcionam benefícios à visão, e ajudam na prevenção de diabetes e obesidade (BENAVENTE-GARCIA et al., 1997; HAN; SHEN; LOU, 2007; HE; GIUSTI, 2010; HEINONEN; MEYER; FRANKEL, 1998; MARTINEAU et al., 2006; NETO, 2007; PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2001; VUONG et al., 2009; WANG; CAO; PRIOR, 1996; WANG; JIAO, 2000). A maioria dos seus efeitos benéficos, como a prevenção de doenças cardíacas e câncer está relacionada à sua atividade antioxidante (FARIA et al., 2005).

A categoria dos compostos fenólicos engloba desde moléculas simples até moléculas com alto grau de polimerização (BRAVO, 1998). Dessa forma, os fenóis são divididos em dois grupos principais: os flavonóides e os não-flavonóides (ácidos fenólicos: C6-C1; hidroxicinamatos: C6-C3 e estilbenos C6-C2-C6) (Fig. 2) (FRAGA, 2009).

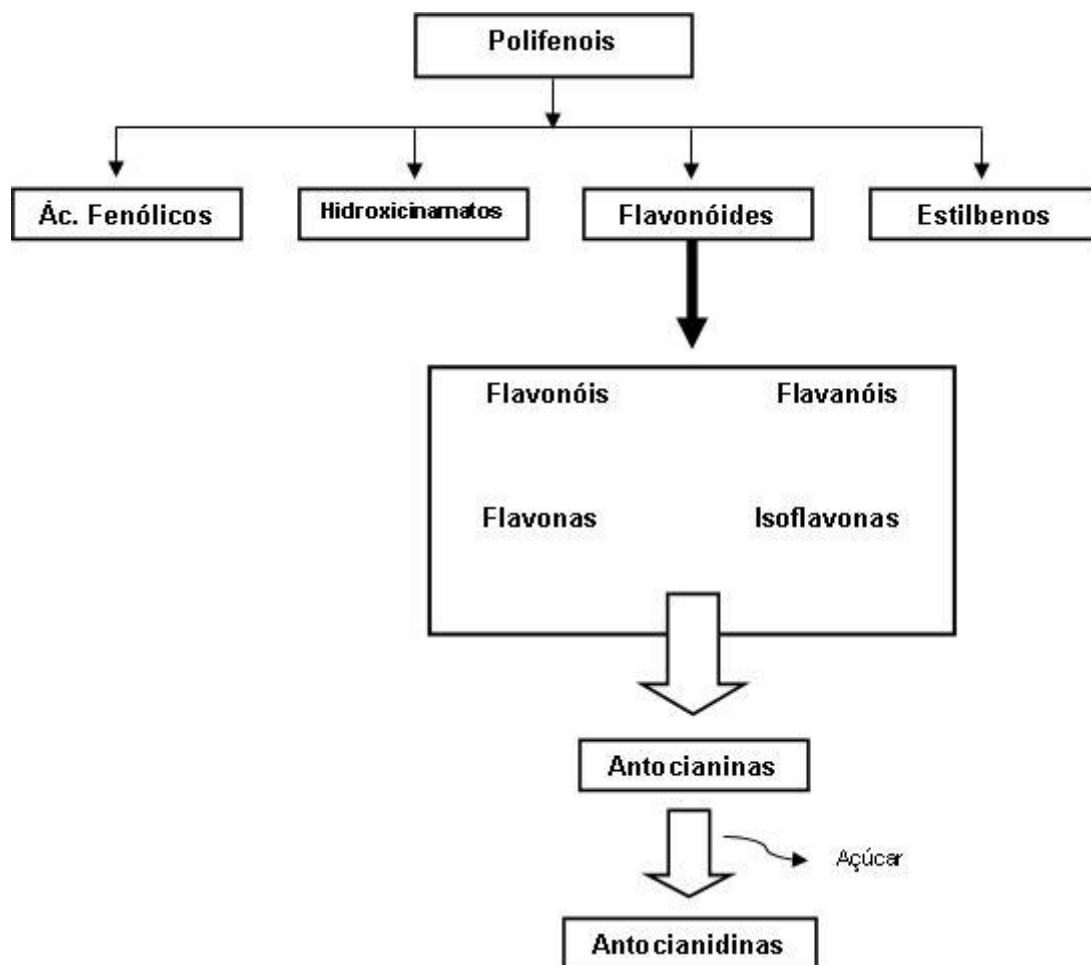


Figura 2. Classificação dos compostos fenólicos.

Fonte: adaptado de Ramirez (2008).

O grupo dos flavonóides está dividido nas subclasses (Fig. 3): flavonóis, flavonas, flavanonas, flavanóis, antocianinas e isoflavonas (FRAGA, 2009). Os flavonóides têm em sua estrutura 15 carbonos, dispostos em três anéis: C6-C3-C6 (denominados A, B e C). Os dois anéis de seis carbonos são aromáticos (FRAGA, 2009; PIETTA, 2000). As classes de flavonóides são diferenciadas entre si devido ao nível de oxidação e ao padrão da substituição do anel C; já os compostos individuais, dentro de cada uma das classes, diferem entre si devido ao padrão de substituição dos anéis A e B (PIETTA, 2000).

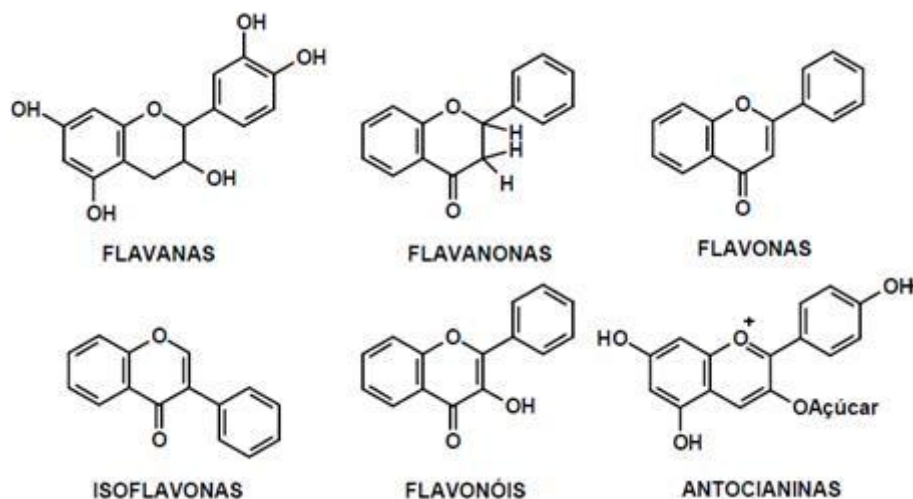


Figura 3. Estruturas químicas dos principais grupos de flavonóides.

Fonte: Favaro (2008) adaptado de Cook e Samman (1996) e Harbone (1994).

Dentre os compostos fenólicos, as antocianinas são os polifenóis encontrados em maior quantidade no mirtilo, e dessa forma, os mais importantes (KAHKONEN et al., 2003; KAHKONEN; HOPIA; HEINONEM, 2001; SMITH et al., 2000).

1.2.1 Antocianinas

O termo "antocianina", derivado do grego (*anthos*, flores e *kyanos*, azul), foi criado por Marquart em 1835 para designar os pigmentos azuis das flores (LIMA; GUERRA, 2003). Esses pigmentos são difundidos em todo reino vegetal, e são responsáveis pela coloração atraente de diversas flores e frutas. Seu espectro de cor pode variar de salmão, rosa, vermelho, magenta, violeta, roxo e azul (CISSE et al., 2009).

As antocianinas são pigmentos solúveis em água, derivados dos flavonóides através da via do ácido chiquímico (CHALKER-SCOTT, 1999). Após sua síntese, as antocianinas são armazenadas em um organizado meio aquoso, nos vacúolos celulares (BROUILLARD et al., 2010). As principais funções das antocianinas em frutos e flores são: atrair agentes polinizadores e dispersores de sementes; e proteger os tecidos da planta de reações oxidativas durante diversas etapas de seu ciclo de vida, principalmente em fases iniciais de crescimento (CHALKER-SCOTT, 1999; FRAGA, 2009; GOULD; LEE, 2002 apud EIBOND et al., 2004).

A molécula de antocianina (Fig. 4) contém o íon flavílium ou 2-fenilbenzopirílium, que consiste em dois anéis aromáticos unidos por três unidades de carbono condensados por um oxigênio, e encontra-se glicosilada, ou seja, ligada a moléculas de açúcar (FRANCIS, 1989).

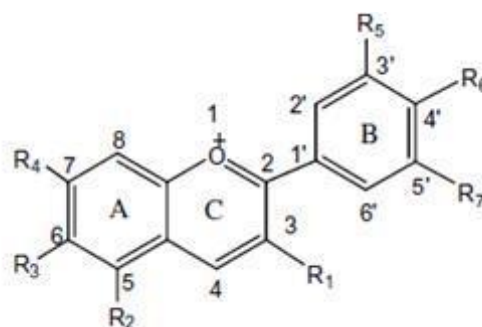


Figura 4. Estrutura genérica das antocianinas.

Fonte: Castaneda-Ovando, et al. (2009).

As antocianinas podem encontrar-se também aciladas, ou seja, em alguns casos também podem haver ácidos alifáticos (malônico, málico, succínico, oxálico, etc) ou aromáticos (p-cumárico, caféico, ferúlico, gálico, p-hidroxibenzóico, etc) ligados ao açúcar (CLIFFORD, 2000; HE; GIUSTI, 2010). Dessa forma, as antocianinas podem ser consideradas, estruturalmente, glicosídeos e acilglicosídeos de antocianidinas, também denominadas agliconas (WU; PRIOR, 2005).

Existem cerca de 19 antocianidinas que ocorrem naturalmente (WELCH; WU; SIMON, 2008), sendo que, apenas seis são comumente encontradas em frutas: malvidina, cianidina, petunidina, peonidina, delphinidina e pelargonidina (FRAGA, 2009; FRANCIS, 2000; SCALBERT; WILLIAMSON, 2000; ZHANG et al. 2004). Entretanto, os glicosídeos derivados das três antocianidinas não-metiladas (cianidina, delphinidina e pelargonidina) são os mais comuns (DEY; HARBORNE, 1993 apud CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009)

As diferenças que caracterizam cada antocianina são o número e a posição de hidroxilas que a molécula contém e o grau de metilação destes grupos (Tab. 1); a natureza, posição, número e tipo de açúcar ligado a molécula; a natureza e o número de ácidos alifáticos ou aromáticos ligados ao açúcar (FRANCIS, 1989; MAZZA; BROUILLARD, 1987).

Tabela 1. Substituições padrão do cátion flavilium formando as principais antocianidinas encontradas na natureza

Antocianidina	Substituição padrão							Cor
	3	5	6	7	3'	4'	5'	
Pelargonidina	OH	OH	H	OH	H	OH	H	Laranja ou Salmão
Cianidina	OH	OH	H	OH	OH	OH	H	Magenta ou Vermelho
Peonidina	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OH	H	Magenta
Delfinidina	OH	OH	H	OH	OH	OH	OH	Roxo, Lilás ou Azul
Petunidina	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OH	OH	Roxo
Malvidina	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OH	OCH ₃	Roxo

Fonte: Cavalcanti, Santos e Meireles (2011).

A glicosilação das antocianidinas para formação das antocianinas aumenta a estabilidade e a solubilidade das mesmas. Geralmente os açúcares encontrados nas antocianinas são glicose e ramnose, mas as antocianinas podem estar ligadas também à galactose, arabinose, xilose, rutinose, dentre outros (CLIFFORD, 2000; HE; GIUSTI, 2010; ZHAO, 2007). A acilação das antocianinas, por outro lado, reduz sua solubilidade em água (HE; GIUSTI, 2010), entretanto também aumenta a sua estabilidade (BASSA; FRANCIS, 1987; FOSSEN; CABRITA; ANDERSEN, 1998; GIUSTI; WROLSTAD, 2003). Os ácidos orgânicos que podem ser encontrados acilados às moléculas de antocianinas compreendem uma ampla gama de compostos, classificados geralmente entre ácidos alifáticos e ácidos cinâmicos (HE; GIUSTI, 2010; ZHAO, 2007).

Em relação à coloração das antocianinas, o número de hidroxilas e grupamentos metoxilas e glicólicos presentes na estrutura influenciam a cor das mesmas. Quanto maior o número de hidroxilas e grupos glicólicos, mais azul a cor e quanto maior o número de metoxilas, mais intensa a cor vermelha. Já grupamentos hidroxila ligados ao C3, particularmente, causam mudanças de coloração do amarelo-alaranjado para o vermelho (MAZZA; BROUILLARD, 1987). Um dos mais importantes fatores que afetam a coloração das antocianinas é o pH (BROUILLARD; DUBOIS, 1977). As antocianinas mudam sua estrutura (conformação) conforme a mudança de pH do meio, podendo assim, possuir diferentes colorações de acordo com o pH. Assim, as antocianinas poder ser utilizadas como um indicador natural de pH (MEBANE; RYBOLT, 1985).

O uso de antocianinas como corante nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética vem crescendo, pois é difícil a ocorrência de corantes vermelhos na

natureza (FAVARO, 2008). As antocianinas são encontradas na natureza em grande quantidade, podem apresentar diferentes colorações e possuem baixa toxicidade (DOUGHALL et al., 1998). Entretanto o uso de antocianinas como corantes possui algumas limitações devido à instabilidade que estas apresentam frente a diversos fatores (ROSSO, 2006). Giusti e Wrolstad (2003) verificaram que o uso de antocianinas de rabanete ou cenoura preta é viável em produtos lácteos como iogurte. Estupiñan, Schwartz e Garzón (2011) avaliaram positivamente o uso de pó antociânico de mirtilo como corante em isotônico. Amr e Al-Tamimi (2007) verificaram a efetividade de extrato antociânico de pétalas de *R. asiaticus* como corante alimentício para iogurte, bebida carbonatada e geleia. Além do potencial de aplicação como corantes, as antocianinas podem ser utilizadas na elaboração de alimentos funcionais e suplementos dietéticos (SHIPP; ABDEL-AAL, 2010).

1.2.1.1 Atividade antioxidante

A oxidação é a transferência de elétrons de um átomo para o outro e constitui uma parte essencial da vida aeróbica e do nosso metabolismo, pois o oxigênio é o receptor de elétrons final do sistema de fluxo de elétrons que produz energia na forma de ATP (DAVIES, 1995; HALLIWELL, 1997). Embora a maior parte do oxigênio consumido por organismos aeróbios sofra redução completa para formação de água, várias reações enzimáticas e não-enzimáticas que ocorrem nas células resultam na redução parcial do oxigênio (HERMES-LIMA; STOREY; STOREY, 1998), gerando espécies denominadas espécies reativas de oxigênio (ERO), tais como o radical superóxido ($O_2^{\bullet-}$), peróxido ($ROO^{\bullet}$), alcóxil ($RO^{\bullet}$), hidroxil ($HO^{\bullet}$), e óxido nítrico ($NO^{\bullet}$) (HALLIWELL, 1997; HERMES-LIMA; STOREY; STOREY, 1998; PIETTA, 2000).

Quando os níveis ERO ou radicais livres são altos, ocorre um fenômeno denominado estresse oxidativo (HALLIWELL, 1997; SIES, 1986). Isto porque, os radicais hidroxil e alcóxil são muito reativos e podem atacar rapidamente moléculas em células vizinhas, causando danos que são tratados por processos de reparação (DAVIES, 2000; PIETTA, 1999). Os ERO desempenham papéis diferentes *in vivo*, onde os ânions superóxidos, hidroperóxidos lipídicos, óxido nítrico são menos reativos (AMES, SHIGENAGA e HAGEN, 1993). Dentre os efeitos positivos, estão a produção de energia, a fagocitose, a regulação do crescimento celular, a sinalização

intercelular e a síntese de compostos (HALLIWELL, 1997). Por outro lado, os ERO podem atacar os lipídios nas membranas celulares, proteínas ou enzimas em tecidos, carboidratos e DNA para induzir reações de oxidação, que causam danos às membranas, modificação de proteínas e enzimas e danos ao DNA (DAVIES, 2000; HALLIWELL, 1997; PIETTA, 1999; RICE-EVANS; MILLER; PAPAGANDA, 1996). Estes danos desempenham papel no envelhecimento e indução de várias doenças degenerativas associadas ao mesmo, tais como doenças cardíacas, catarata, disfunção cognitiva, reumatismo e câncer (HALLIWELL, 1997; KAUR; KAPOOR, 2001; PRIOR, 2003).

O corpo humano possui sistemas antioxidantes de defesa. Entretanto, eles não são suficientes para combater o estresse oxidativo. Dessa forma, é necessária a suplementação dietética de antioxidantes para reduzir o efeito cumulativo dos danos oxidativos ao longo da vida (HALLIWELL, 1995; KAUR; KAPOOR, 2001). Os compostos antioxidantes agem como captadores de radicais livres, sendo capazes de extinguir ou estabilizar os mesmos; estes param as reações oxidativas com a doação de elétrons ou átomos de hidrogênio dos grupamentos hidroxila, formando radicais livres estáveis, que não iniciam ou propagam outras oxidações, por serem estabilizados pela ressonância dos elétrons através de seus anéis aromáticos (KAUR; KAPOOR, 2001).

As antocianinas são compostos antioxidantes (WANG; CAO; PRIO, 1996), que atuam doando elétrons ou transferindo átomos de hidrogênio de hidroxilas aos radicais livres (PRIOR, 2003; RICE-EVANS; MILLER; PAPAGANDA, 1996). Inúmeros estudos relatam o potencial antioxidante das antocianinas (FUKUMOTO; MAZZA, 2000; MAZZA et al., 2002; PRIOR et al., 1998; SMITH et al., 2000; TSUDA et al., 1994; WANG; CAO; PRIOR, 1997).

Dessa forma, estudos que vêm sendo realizados com as antocianinas, estão demonstrando que estas causam diversos efeitos benéficos à saúde (CLIFFORD, 2000; HE; GIUSTI, 2010; KONG et al., 2003; WELCH; WU; SIMON, 2008) sendo relatado, para algumas, atividade antiinflamatória (YOUSSEF et al., 2002), anticarcinogênica (KAMEI et al., 1995; KANG et al., 2003; KATSUBE et al., 2003) e antimicrobiana (PUUPPONEN-PIMM et al., 2001), e ação preventiva contra doenças cardiovasculares (FOLTS, 1998), oftalmológicas, (MATSUMOTO et al., 2003), obesidade e diabetes (PRIOR et al., 2009; PRIOR et al., 2010; VUONG et al., 2009). Kalt e Dufour (1997), em trabalho de revisão, relataram uma série de benefícios

atribuídos a mirtilos selvagens e cultivados, incluindo redução da incidência de doenças cardíacas, tratamento de distúrbios do trato urinário e atividade anticarcinogênica.

1.2.1.2 Estabilidade

As antocianinas possuem baixa estabilidade, que é relacionada a diversos fatores, como a complexidade da sua estrutura química, a concentração em que estão presentes, a composição do meio (variações de pH, presença de metais, copigmentos, radicais livres, ácido ascórbico, dióxido de enxofre (SO₂), açúcares e seus produtos de degradação e enzimas) e condições ambientais (variações de temperatura, presença de oxigênio e de luz) (BOBBIO; MERCADANTE, 2008; CARLSON, 2003; FRANCIS, 1989; HEREDIA et al., 1998; MAZZA; BROUILLARD, 1986).

Dentre todos estes fatores frente aos quais as antocianinas são instáveis, os aspectos mais importantes a serem observados quando a fruta é destinada ao processamento e consequente elaboração de produtos é a variação de temperatura, pH, presença de luz e oxigênio.

Em relação às mudanças de pH, a natureza iônica das antocianinas permite que estas mudem de conformação de acordo com o pH do meio, resultando em diferentes cores e tonalidades (BROUILLARD, 1982). Sua maior estabilidade se dá em pH ácido (REIN, 2005), onde as antocianinas podem possuir quatro conformações diferentes: base quinoidal, cátion flavílio, carbinol pseudobase e chalcona (Fig. 5) (BOBBIO; MERCADANTE, 2008; BROUILLARD et al., 2010; BROUILLARD; DELAPORTE 1977).

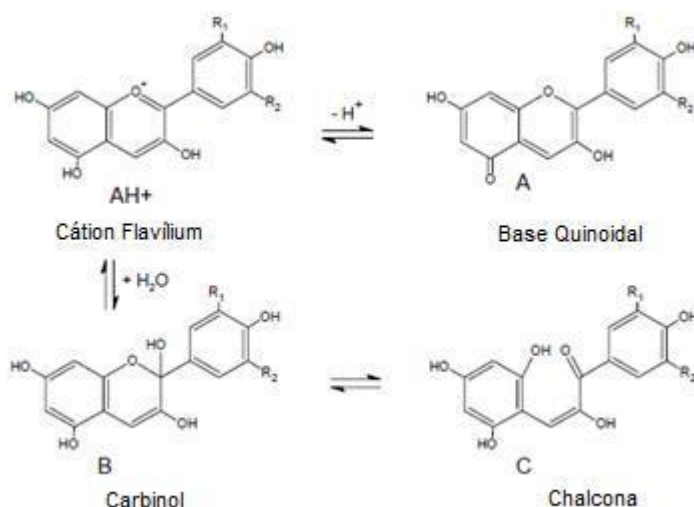


Figura 5. Mudanças na conformação das antocianinas de acordo com o pH do meio.
Fonte: Rein (2005).

Quando o pH está baixo (valor máximo 2,0), a forma predominante é a do cátion flavílium, e a cor predominante é vermelha; com o aumento do pH (entre 2 e 4) a conformação predominante passa a ser a base quinoidal, e a cor muda para violeta/azul (BROUILLARD et al., 2010; CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; CAVALCANTI; SANTOS; MEIRELES, 2011; MAZZA; BROUILLARD, 1987). Ao mesmo tempo em que estas mudanças acontecem, ocorre a hidratação do cátion flavílium, gerando outra estrutura, que é denominada carbinol, pseudobase ou hemiacetal (incolor), que pode ser seguida por outra transformação, que se dá através da abertura do anel formando uma nova conformação, a chalcona (amarelo claro) (BROUILLARD et al., 2010; CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; CAVALCANTI; SANTOS; MEIRELES, 2011). A perda de coloração pode ser revertida pela acidificação do meio e recuperação do cátion flavílium (BROUILLARD et al., 2010). Em pHs superiores à 7, dependendo de sua estrutura, as antocianinas são degradadas. A figura 6 mostra a reação de degradação das antocianinas (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009).

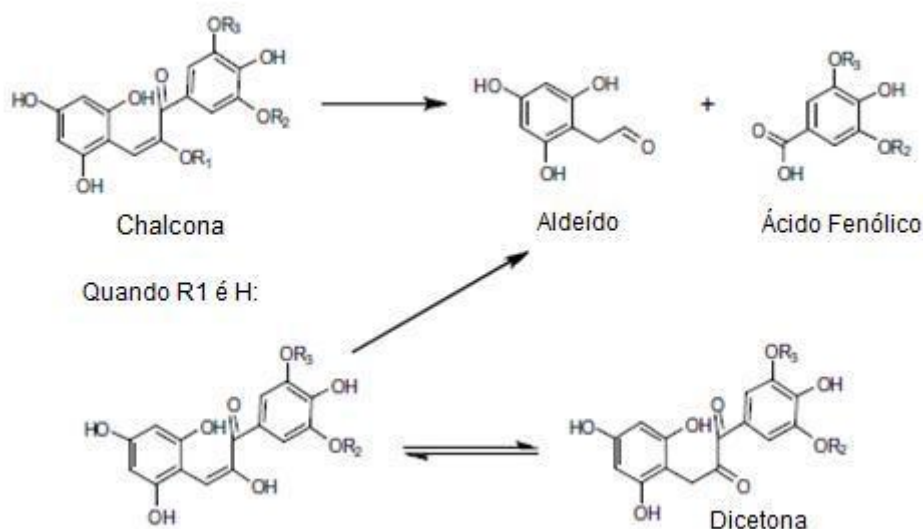


Figura 6. Reação de degradação das antocianinas, onde R1 = H ou sacarídeo, R2 e R3 = H ou metil.

Fonte: Castañeda-Ovando et al., (2009).

Entretanto, se a coloração das antocianinas fosse relacionada quase que totalmente ao pH, muitos vegetais que possuem pH próximo a neutralidade não apresentariam cor, visto que nessa faixa de pH as antocianinas são incolores (GONNET, 1998; STRINGUETA; BOBBIO, 2000). Para que as antocianinas apresentem coloração nestas condições de pH é necessário que existam fatores estabilizantes (ASEN; STEWART; NORRIS, 1972; MAZZA; BROUILLARD, 1987). A copigmentação é um destes, e consiste na ligação das antocianinas a outras moléculas denominadas co-pigmentos, que podem ser flavonóides não-antociânicos, outros compostos fenólicos, alcalóides, aminoácidos e nucleosídeos, e até mesmo outra antocianina (BROUILLARD et al., 1989; OSAWA, 1982 apud MAZZA; BROUILLARD, 1987; STRINGUETA; BOBBIO, 2000). Dessa forma, a copigmentação pode ser intermolecular, intramolecular, complexação com metais e autoassociação (REIN, 2005). As reações de copigmentação são dependentes de diversos fatores, tais como pH, concentração de antocianinas, concentração de copigmentos, temperatura e metais (MAZZA; BROUILLARD, 1987).

Geralmente copigmentos por si só não contribuem significativamente com a cor, mas sim, modificam o comprimento de onda das antocianinas em um efeito

denominado batocrômico, onde ocorre aumento da absorbância das mesmas (MAZZA; BROUILLARD, 1987).

As antocianinas também são instáveis frente às trocas de temperatura, sendo que inúmeros estudos comprovam que a instabilidade aumenta proporcionalmente ao aumento da temperatura (GARCIA-VIGUERA; ZAFRILLA; TOMAS-BARBERAN, 1998; GARCIA-VIGUERA et al., 1999; KIRCA; ÖZKAN; CEMEROĞLU, 2007; LALEH et al., 2006; MALACRIDA; MOTTA, 2006). Em temperatura constante, o tempo de aquecimento induz à degradação das antocianinas (DELGADO-VARGAS; JIMÉNEZ; PAREDES-LÓPEZ, 2000). Dessa forma, durante o processamento, onde há utilização de temperaturas elevadas e armazenamento, onde as temperaturas são moderadas, ocorrem perdas consideráveis de antocianinas (BOBBIO; MERCADANTE, 2008; SKREDE; WROLSTAD; DURST, 2000). A degradação térmica das antocianinas resulta na formação de produtos de coloração marrom, principalmente quando há a presença de oxigênio, que também induz e acelera a formação destes compostos (MARKAKIS, 1982 apud CAVALCANTI et al., 2011; TONON; BRABET; HUBINGER, 2010). Os principais fatores que influenciam a degradação térmica das antocianinas são a sua estrutura, a composição química do meio e o conteúdo de oxigênio dissolvido, dentre outros (CISSE et al., 2009).

Altas temperaturas e pHs na faixa de 2-4 induzem à hidrólise dos grupamentos glicosil da molécula de antocianina (ADAMS, 1973; LALEH et al., 2006). Esta hidrólise leva a uma perda de cor das antocianinas, visto que as agliconas são menos estáveis que as moléculas glicosiladas. Acredita-se que a formação de uma chalcona é o primeiro passo da degradação térmica das antocianinas (ADAMS, 1973). Além disso, também são produtos da degradação térmica das antocianinas derivados do ácido benzóico (SEERAM; BOURQUIN; NAIR, 2001), trihidrobenzaldeído (FURTADO et al., 1993), cumarina 3,5-diglicosídeo (VON ELBE; SCHWARTZ, 1996), dentre outros.

As temperaturas de congelamento (-20°C) raramente influenciam os níveis de antocianinas, contribuindo pouco para a degradação das mesmas. Rizzolo et al. (2003) em seus estudos com suco de mirtilo congelado observaram um percentual pequeno de redução no teor de antocianinas do mesmo, e pouca diferença entre as temperaturas de congelamentos utilizadas (-10°C, -20°C e -30°C), concluindo que menores tempos e temperaturas de armazenamento resultaram em menos alterações. Barba et al. (2012) observaram redução no teor de antocianinas de suco

de mirtilo após uma semana de armazenamento sob temperatura de refrigeração (4°C).

As antocianinas são instáveis, também, quando expostas à luz ultravioleta e visível, além de outras fontes de radiação ionizante (MALACRIDA; MOTTA, 2005). Isto porque a luz funciona como um catalisador das reações de degradação das antocianinas. Amr e Al-Tamini (2007) provaram que o efeito negativo da luz sobre a estabilidade das antocianinas é significativo durante o armazenamento, principalmente quando as mesmas se encontram na presença de açúcar; no entanto, o efeito negativo da luz é mais pronunciado que o do açúcar. Outros estudos também observaram a correlação da presença de luz com a degradação das antocianinas (MAIER et al., 2009; NACHTIGALL et al., 2010; ROSSO; MERCADANTE, 2007). Dessa forma, é importante a incidência de luz sobre produtos ricos em antocianinas (DELGADO-VARGAS; JIMÉNEZ; PAREDES-LÓPEZ, 2000), visto que em 24 horas a diferença no teor de antocianinas entre produtos armazenados sob a incidência de luz e os armazenados no escuro já é percebida (KEARSLEY; RODRIGUEZ, 1981).

A presença de oxigênio catalisa o processo degradativo das antocianinas, principalmente quando a temperatura se encontra elevada (CAVALCANTI; SANTOS; MEIRELES, 2011; CISSE et al., 2009; MARKAKIS, 1982 apud CAVALCANTI, SANTOS; MEIRELES, 2011; NEBESKY et al., 1949; REIN, 2005). Além disso, a estabilidade das antocianinas ao oxigênio é afetada pelo pH do meio: quanto maior o pH do meio, maior é a influência negativa que o oxigênio exerce sobre a estabilidade das antocianinas, ou seja, maior é o percentual de degradação (MARKAKIS, 1982). O oxigênio influencia também na degradação das antocianinas pela ação da luz (ATTOE; VON ELBE, 1981). O efeito negativo do oxigênio sobre as antocianinas pode ser através do mecanismo oxidativo, de forma direta, ou através de oxidação indireta, onde os componentes oxidados reagem com as antocianinas originando compostos incolores ou marrons (JACKMAN et al., 1987). Além disso, as antocianinas reagem também, com radicais de oxigênio denominados peroxiradicais (REIN, 2005).

Além desses fatores, o aumento da atividade de água influencia de forma diretamente proporcional a degradação das antocianinas (GARZÓN; WROLSTAD, 2002; THAKUR; ARYA, 1989).

1.2.1.2.1 Polifenoloxidasas

As polifenoloxidasas (E.C. 1.14.18.1; PPO) são enzimas encontradas em diversas plantas e são consideradas as maiores responsáveis pela descoloração e escurecimento dos vegetais (BILLAUD et al., 2004). Nas plantas, as PPOs localizam-se principalmente nos plastídeos e cloroplastos das células intactas (CONCELLÓN; AÑÓN; CHAVES, 2004; RAPEANU et al., 2006). Quando as células são rompidas ocorre um contato maior das enzimas com os substratos, iniciando-se rapidamente as reações oxidativas.

A PPO tem como característica a capacidade de catalisar duas reações, ambas com utilização de oxigênio: a hidroxilação de monofenóis a *o*-difenois, pela ação da cresolase ou monofenoloxidase; e a oxidação de *o*-difenois a *o*-quinonas, pela atuação da catecolase ou difenoloxidase (MARTINEZ; WHITAKER, 1995; KAVRAYAN; AYDEMIR, 2001). É o íon cobre que a PPO possui no seu sítio ativo que se oxida na etapa de hidroxilação e posteriormente se reduz na etapa de oxidação (SOUZA, 2009). As *o*-quinonas formadas pela ação da enzima são instáveis e rapidamente polimerizam dando origem a pigmentos escuros denominados melanoidinas (CONCELLÓN; AÑÓN; CHAVES, 2004; SERRADELL et al., 2000; TAYLOR; CLYLES DALE, 1987).

As PPO não podem degradar diretamente as antocianinas, pois necessitam da presença de outros substratos, tais como o ácido caféico, ácido clorogênico ou ácido gálico. Todos esses ácidos são considerados *o*-difenois e estão envolvidos na primeira etapa da oxidação, descrita acima. O ácido então, oxidado a uma *o*-quinona, como a 4-metilcatecol *o*-quinona, acelera o processo de formação de antocianidinas a partir das antocianinas por enzimas como as β -glicosidasas. A PPO pode então oxidar as antocianidinas, resultando na formação de pigmentos escuros (FANG et al., 2007; JIANG et al., 2004; OREN-SHAMIR, 2009; WELCH; WU; SIMON, 2008).

Estudos vêm sendo feitos avaliando a degradação das antocianinas pela presença de polifenoloxidase nativa, principalmente nos produtos a base de frutas, tais como polpas, sucos, néctares, pois é após o processamento e consequente rompimento das células que ocorrem as reações oxidativas em maior intensidade. Skrede, Wrolstad e Durst (2000) provaram que ocorrem perdas significativas de compostos fenólicos durante o processamento de suco de mirtilo, principalmente

durante a desintegração dos frutos, devido a presença de PPO. Uma maneira de evitar estas reações é através da inativação das enzimas, utilizando-se tratamentos térmicos, tais como o branqueamento. Rossi et al. (2003) em seus estudos comprovaram a efetividade da aplicação de branqueamento na retenção de antocianinas no processamento de suco de mirtilo. Fang et al. (2007) sugerem que a inibição das PPO durante o processamento de produtos de *bayberry* é determinante na qualidade da cor destes produtos.

Além das polifenoloxidasas, contribuem com a degradação antociânica as peroxidases e glicosidades (DELGADO-VARGAS; JIMÉNEZ; PAREDES-LÓPEZ, 2000; KADER et al., 2002).

1.3 Polpas de frutas

As frutas são alimentos perecíveis, e por isso tem a sua comercialização *in natura* limitada, visto que muitas vezes os pólos produtivos e os pólos consumidores são muito distantes. Assim, grande parte da produção de frutas é perdida a cada ano. Para reduzir estas perdas, parte das frutas produzidas podem ser processadas na época da safra, para elaboração de polpas de frutas congeladas.

As polpas de frutas são utilizadas posteriormente na formulação de diversos outros produtos, constituindo-se assim de um importante ingrediente para as indústrias de fabricação de produtos lácteos, bolos, sorvetes, geléias, compotas, dentre outros (CHEN, 1993 apud HUI et al., 2006). Além disso, as polpas podem ser comercializadas para as demais indústrias alimentícias, para elaboração de produtos como iogurtes, sorvetes, refrescos, alimentos infantis, biscoitos, doces, cereais, etc.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), polpa de fruta é o produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido de frutos polposos através de processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais, proveniente da parte comestível do fruto (BRASIL, 2000). O MAPA determina o padrão de identidade e qualidade para a polpa de cada fruta separadamente, visto que estas possuem diferentes características. Entretanto nem todas as frutas possuem esse padrão de identidade e qualidade estabelecido, dentre elas o mirtilo, o que resulta em falta de padrão das polpas encontradas no mercado.

Além disso, as polpas podem ter diferentes características de acordo com os métodos de obtenção utilizados.

1.3.1 Métodos de obtenção

As polpas de frutas podem ser obtidas a partir de diferentes métodos, que serão escolhidos de acordo com as características da fruta que irá ser processada: presença de casca, pectina, mucilagens, consistência da polpa, presença de semente ou caroço; e de acordo com as características que se deseja no produto final.

A primeira etapa na elaboração de polpas de frutas é a recepção e seleção, geralmente visual, dos frutos, na qual são removidos os frutos impróprios para processamento, com cuidado especial para os frutos que apresentarem podridão (HUI et al., 2006; RODRIGUES; SAINZ; FERRI 2009; TOLENTINO; GOMES, 2009). A seguir procede-se a lavagem e sanitização dos frutos, feita por imersão em água clorada entre 100 e 200ppm por 15 minutos, e o enxágue dos frutos com água potável para retirada do excesso de cloro (HUI et al., 2006; RODRIGUES; SAINZ; FERRI 2009; SOUZA, 2008).

Algumas frutas, antes de serem despulpadas, precisam ser descascadas ou previamente desintegradas, podendo ser utilizados desintegradores de facas rotativas ou de martelos, cujas velocidades podem ser ajustadas de acordo com a necessidade para a fruta que se está processando (HUI et al., 2006; TOLENTINO; GOMES, 2009; VENDRUSCOLO; MOREIRA; VENDRUSCOLO, 2009).

A obtenção da polpa pode ser realizada através de despulpamento ou prensagem, de acordo com o tipo de fruto que está se utilizando. A prensagem é utilizada para frutos sem caroço ou para aqueles que possuem quantidade elevada de polpa em relação às sementes. Neste processo, os frutos são prensados por meio de um sistema de rosca sem fim contra uma peneira cônica com malha de abertura apropriada para o tipo de fruta com que se está trabalhando. Logo após, a polpa é refinada por um sistema de peneiras mais finas (SOUZA, 2008).

A despulpagem é feita com equipamentos denominados despulpadeiras, que possuem pás que se movem forçando a fruta desintegrada a passar através de peneiras rotativas (de furos de diferentes diâmetros), que separam a polpa da casca, sementes e a parte fibrosa (VENDRUSCOLO; MOREIRA; VENDRUSCOLO, 2009; RODRIGUES; SAINZ; FERRI 2009). O despulpamento pode ser feito a frio ou a quente e ocorre em dois ou três estágios, sendo mais comum o uso de dois estágios onde: no primeiro faz-se a retirada da casca e/ou sementes e no segundo, refina-se

a polpa (RODRIGUES; SAINZ; FERRI 2009; TOLENTINO; GOMES, 2009). Durante o estágio de refinamento, a polpa passa por peneiras com furos menores do que as primeiras, a fim de remover sementes e cascas remanescentes (VENDRUSCOLO; MOREIRA; VENDRUSCOLO, 2009). Os fatores que afetam o rendimento e eficiência da despulpagem são principalmente a temperatura e a velocidade (TOLENTINO; GOMES, 2009). O aquecimento prévio ou equipamentos dotados de aquecimento apresentam vantagens como o de abrandar os tecidos vegetais, inativar enzimas e aumentar o rendimento, entretanto, pode resultar em um suco/polpa com “sabor de cozido”, caso o aquecimento seja demasiado (RODRIGUES; SAINZ; FERRI 2009; TOLENTINO; GOMES, 2009).

Após a extração da polpa, esta pode ou não passar pelo processo de concentração, dependendo do tipo de polpa que se quer obter. Após também pode ser efetuada a desaeração, a fim de reduzir a tendência da polpa ao escurecimento. A desaeração pode ser realizada em desaeradores dos tipos centrífugo, a vácuo ou instantâneo; pode ser também utilizado um gás inerte como o nitrogênio dentro do equipamento, durante o despulpamento (LOPES, 2005). A polpa é então conduzida ao tanque de equilíbrio, onde são adicionados os aditivos necessários para adequação da polpa ao padrão pré-estabelecido.

A polpa é então submetida ao tratamento térmico, com a finalidade de eliminar e inibir os microrganismos deteriorantes presentes e inativar enzimas, e acondicionada em embalagens adequadas para armazenamento (MAIA et al., 2007; RODRIGUES; SAINZ; FERRI 2009; TOLENTINO; GOMES, 2009).

O tratamento térmico mais utilizado na produção de polpas é a pasteurização, que pode ser feita antes do envase no sistema de enchimento a quente ou *Hot-Fill*, ou então após o envase, em tanques de imersão, cozedores rotativos ou túneis de pasteurização (KECHINSKI, 2011).

Previamente deverá ser determinado o binômio tempo *versus* temperatura do tratamento que será aplicado. O binômio tempo/temperatura é variável e relaciona-se à microbiota inicial no produto e às características físico-químicas do produto; deve-se cuidar para não comprometer as características físicas, químicas, nutricionais e sensoriais da polpa (RODRIGUES; SAINZ; FERRI 2009; SOUZA, 2008). Geralmente, melhores resultados são obtidos quando utilizadas altas temperaturas por um menor período de tempo (SOUZA, 2008). O tratamento térmico

pode ser feito em tacho aberto, pasteurizador tubular ou trocadores de calor (RODRIGUES; SAINZ; FERRI 2009).

Entretanto, é sabido que as polifenoloxidasas agem a partir do momento da desintegração dos frutos e assim, a aplicação de tratamentos térmicos prévios ao despulpamento torna-se uma opção para a inativação de parte das enzimas, reduzindo assim a oxidação durante o despulpamento. Usualmente o tratamento utilizado é o branqueamento, que consiste na aspersão de vapor d'água nos frutos por cerca de 3 minutos (BRAMBILLA et al., 2008; BRAMBILLA; MAFFI; RIZZOLO, 2011; ROSSI et al., 2003).

Além disso, o tratamento térmico prévio ao despulpamento possui outra função extremamente importante, que é o aumento da permeabilidade das células do pericarpo, onde estão armazenados os pigmentos (BRAMBILLA et al., 2008; BRAMBILLA; MAFFI; RIZZOLO, 2011; KALT; MCDONALD; DONNER, 2000). O mirtilo possui a grande maioria dos seus pigmentos concentrados na casca e dessa forma, quando é submetido ao a um tratamento térmico previamente ao despulpamento, ocorre uma migração dos pigmentos da casca para o núcleo do fruto (Fig. 7) (BRAMBILLA; MAFFI; RIZZOLO, 2011), reduzindo a perda de pigmentos no resíduo.



Figura 7. Efeito do branqueamento na migração de pigmentos no mirtilo.

Fonte: Brambilla, Maffi e Rizzolo, 2011.

Dessa forma, um tratamento térmico inicial, além de inativar parte das enzimas PPOs, vai proporcionar a extração dos pigmentos contidos na casca, melhorando assim as características sensoriais e nutricionais finais da polpa. Uma alternativa ao uso do branqueamento é o aquecimento da fruta em tacho aberto, a

temperatura e tempo pré-determinados. Após as frutas seguem normalmente para o despulpamento e demais etapas que constituem a produção de polpas.

1.3.2 Polpa de mirtilo

Para que o mirtilo esteja disponível para o consumidor nos períodos entressafra, ele é processado e transformado em produtos como polpa, suco, geléia, dentre outros, pois não é possível dispor de frutas frescas durante todo ano (HOWARD et al., 2010). Além disso, a elaboração de polpa de mirtilo agrega valor à fruta, visto que são utilizadas frutas de todos os tamanhos, inclusive as menores que não são bem aceitas pelo consumidor para o consumo *in natura*. A polpa de mirtilo é um importante produto intermediário, pois pode ser utilizada na elaboração de diversos outros produtos, como bebidas, sorvetes, *mousses*, dentre outros, durante todo o ano.

A elaboração de polpa de mirtilo segue o protocolo habitual de elaboração de polpas, com algumas particularidades. De acordo com Hui et al. (2006), purê simples e concentrado de mirtilo podem ser produzidos através do esmagamento dos frutos, passagem por uma despulpadeira, pasteurização e congelamento, sendo adequados para utilização em diversos produtos como molhos e recheios. Segundo Bates, Morris e Crandall (2001) citado por Nindo et al. (2005), a elaboração de suco de mirtilo pode ser mais difícil que outros sucos de bagas ou “*berries*”, devido ao elevado nível de material mucilaginoso que o mirtilo contém e isto se aplica também a elaboração de polpa.

Já em relação ao teor de antocianinas que estará presente nos produtos processados de mirtilo, isto vai depender de diversos fatores, dentre os quais destacam-se dois: o primeiro relacionado ao teor de inicial de antocianinas do fruto; e o segundo relacionado com o processamento tecnológico utilizado – tempo de contato com a casca e tempo de cada operação, técnicas utilizadas no processamento (despulpamento, trituração, prensagem, etc.), presença de oxigênio, enzimas e temperatura utilizadas (BRABILLA et al., 2008; KECHINSKI et al., 2011; SU; CHIEN, 2007). Outro aspecto importante é o armazenamento: quanto maior a temperatura e o tempo de armazenamento, maiores serão as perdas (RIZZOLO et al., 2003).

Deve-se ressaltar que, apesar de não haver uma legislação específica para a produção de polpa de mirtilo, a legislação não prevê a adição de água na elaboração de polpas de frutas. Entretanto, não é possível a elaboração de polpa de mirtilo com qualidade aceitável sem a adição de água, devido às características próprias da fruta, como a presença em grande quantidade de material mucilaginoso.

1.3.3 Aditivos em polpas

Aditivos alimentares são todos ingredientes adicionados intencionalmente nos alimentos, sem intenção de nutrir, com objetivo de alterar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenamento, transporte ou manipulação dos alimentos (BRASIL, 1997).

Nas polpas de frutas é permitida a adição de acidulantes como regulador de acidez, conservadores químicos e corantes naturais, nos mesmos limites estabelecidos para sucos de frutas (BRASIL, 2000).

A legislação brasileira, através da ANVISA, preconiza os aditivos alimentares que podem ser utilizados em sucos de frutas, e as suas respectivas quantidades. O ácido cítrico pode ser utilizado como acidulante em sucos de frutas na “Quantidade suficiente para obter o efeito desejado” (q.s.p.). Já a goma xantana pode ser utilizada como espessante na quantidade máxima de 0,5% (BRASIL, 1989).

1.3.3.1 Estabilizante xantana

A ANVISA descreve como estabilizantes os compostos que tornam possível a dispersão uniforme de substâncias que não se misturam em um alimento (BRASIL, 1997). Dessa forma, os estabilizantes formam uma estrutura que mantém as propriedades físicas dos alimentos, impedindo a separação dos diferentes ingredientes que compõem sua fórmula, mantendo a homogeneidade do produto. Além disso, muitos estabilizantes têm como característica o aumento da viscosidade do alimento, ajudam a evitar a formação de cristais que afetariam negativamente a textura e auxiliam na formação e estabilização de espumas e fixação de sabor (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998; BORGESON; MULLER; KISHI, 2002; ESTABILIZANTES, 2010; HUI et al., 2006).

De acordo com Hui et al. (2006) o uso de hidrocolóides no processamento de frutos está em ascensão, sendo usado, dentre outros, para melhorar a textura de polpa e suco concentrado.

A maioria dos estabilizantes são polissacarídeos, como amidos modificados, carboximetilcelulose, alginato, carragena e diversas gomas. Dentre as gomas as mais utilizadas como estabilizantes encontram-se as gomas adragante, arábica, caraia, éster, guar, jataí ou alfarroba e xantana (ESTABILIZANTES, 2010).

A xantana (INS 415) (Fig. 8) é um heteropolissacarídeo natural, produzido por bactérias do gênero *Xanthomonas*, através da fermentação aeróbica de carboidratos por culturas puras (BORN; LANGENDORFF; BOULENGUER, 2002; JEANES, 1974).

A xantana foi aprovada para utilização em alimentos no Brasil pelo decreto Lei nº 55.871 (BRASIL, 1965) e nos Estados Unidos em 1969 pelo FDA (*Food and Drug Administration*) (PRADELLA, 2006; ROSALAM; ENGLAND, 2006; VENDRUSCOLO, 1995). Hoje, a xantana é amplamente utilizada na indústria de alimentos, devido às importantes propriedades que possui e a sua ótima compatibilidade com diversos ingredientes alimentares e aditivos.

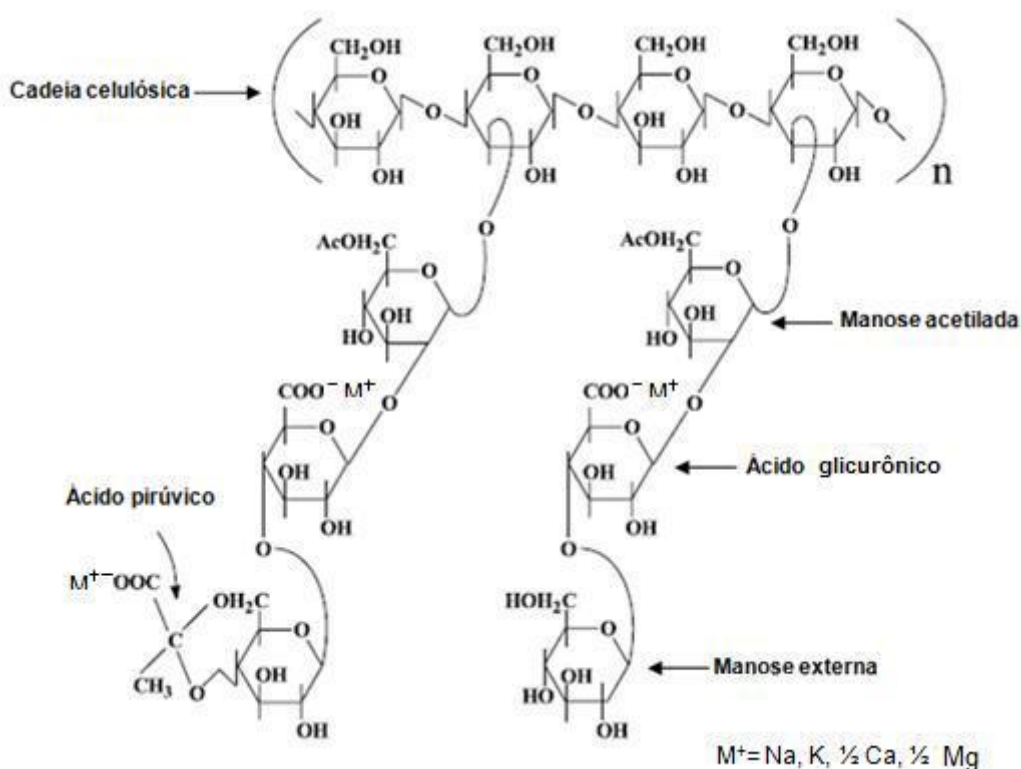


Figura 8. Estrutura química da goma xantana.

Fonte: Klaic (2010), adaptado de Azuaje e Sánchez (1999).

A xantana é composta por repetidas unidades pentassacarídicas, sendo sua cadeia principal semelhante à celulose, formada por duas unidades de glicose linearmente unidas por ligações do tipo $\beta 1,4$, que conferem rigidez a molécula. A cadeia lateral trissacarídica é composta por unidades de D-manose alternadas pelo ácido D-glicurônico na proporção de 2:1; a D-manose interna apresenta grupamentos acetil e a D-manose terminal (externa) contém resíduos de ácido pirúvico (JANSSON; KENNE; LINDBERG, 1975; SLONEKER; JEANES, 1962). A estes resíduos ácidos ligam-se, em diferentes proporções, os cátions, como sódio, potássio, cálcio e magnésio provenientes dos sais utilizados no meio de produção da goma xantana (BORN; LANGENDORFF; BOULENGUER, 2002; KLAIC et al., 2011).

As principais características da goma xantana são as seguintes: ser solúvel em água independentemente da temperatura; possuir alta viscosidade, mesmo em baixas concentrações; não ocorrerem mudanças perceptíveis na viscosidade da solução em ampla faixa de temperatura (0 a 100°C); ser estável em uma ampla faixa de pH, inclusive em soluções ácidas; possuir boa compatibilidade com sais, ser excelente estabilizante de suspensões e emulsões; conferir estabilidade aos produtos na qual é aplicada frente ao congelamento e descongelamento; ser altamente pseudoplástica e pouco interfere no sabor dos alimentos ao qual é aplicada (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; SUTHERLAND, 1993). Além disso, apresenta ação encapsuladora sobre aromas, corantes, saborizantes, vitaminas e outros compostos como o licopeno, preservando por longos períodos sua atividade e reduzindo danos proporcionados por calor, frio, variações de pH, atividade de água, entre outros (SUTHERLAND, 1993).

Em seus estudos, Rodrigues (2006) observou que a adição de xantana e ácido cítrico em *Topping* de mirtilo, reduziu significativamente a degradação de antocianinas totais durante o armazenamento do produto. Outras pesquisas relatam que a goma xantana possui ação encapsuladora sobre compostos corantes e aromatizantes (GUICHARD, 2002). Esta característica da xantana está relacionada com as interações moleculares específicas, que promovem adsorção, retenção em micro regiões, complexação, encapsulação e formação de pontes de hidrogênio (GODSHAL, 1997).

1.3.3.2 Acidulante ácido cítrico

De acordo com a ANVISA, se enquadra na categoria de acidulantes as substâncias que aumentam a acidez ou conferem sabor ácido aos alimentos (BRASIL, 1997). Na indústria de alimentos os acidulantes podem ser utilizados em diversas funções. Quando aplicados para controlar o pH dos alimentos, eles agem como agentes tamponantes e diminuem a resistência dos microrganismos ao calor; previnem o crescimento microbiano, que é impedido com a redução do pH do meio, permitindo assim a aplicação de tratamentos térmicos mais amenos (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998; HUI et al., 2006; MACENA; NUNES, 2011). Além disso, são agentes flavorizantes, mascarando gostos desagradáveis e intensificando outros, como o sabor das frutas, no caso dos produtos derivados das mesmas (HUI et al., 2006; MACENA; NUNES, 2011). Podem agir também como agentes sequestrantes de metais que são prejudiciais, pois catalisam a deterioração da cor e sabor do alimento, dentre outras funções (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998; HUI et al., 2006; MACENA; NUNES, 2011).

Os acidulantes aplicados na indústria de alimentos podem ser ácidos orgânicos, ácidos inorgânicos e seus respectivos sais, sendo os ácidos orgânicos os compostos mais utilizados. Podem ser isolados de vegetais (tartárico), obtidos por fermentação: cítrico, láctico, acético e fumárico; ou ainda por síntese orgânica: málico, acético, fosfórico e adípico. Os principais fatores que são levados em consideração na escolha de um acidulante são os seus efeitos sobre o sabor e o aroma do alimento, sua solubilidade e higroscopicidade (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998). O ácido cítrico é o acidulante mais utilizado juntamente com o ácido fosfórico (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998; MACENA; NUNES, 2011).

O ácido cítrico (Fig. 9) é um ácido orgânico fraco, tricarboxílico presente na maioria das frutas, sobretudo em cítricas, e sua fórmula química é $C_6H_8O_7$ (BURDOCK, 1996). Possui alta solubilidade em água, sabor agradável, é facilmente assimilável pelo organismo humano e possui baixa toxicidade; confere efeito sequestrante e excelente efeito tamponante (WONG, 1995).

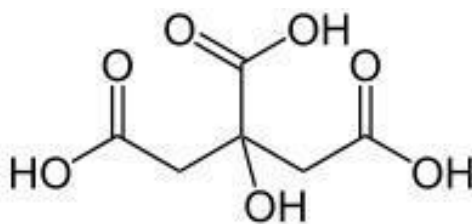


Figura 9. Estrutura química do ácido cítrico

Fonte: Chemistryland, 2010.

A acidez do ácido cítrico é atribuída aos três grupamentos carboxila – COOH, presente na molécula, que podem perder um elétron em soluções. Assim formam-se íons citrato, que são bons controladores de pH de soluções ácidas (LOEWENSTEINND; ROBERTS, 1960; RODRIGUES, 2006).

Na temperatura ambiente, o ácido cítrico é um pó cristalino branco, podendo ser encontrado na forma anidra ou monohidratada. A forma anidra se cristaliza em água quente, enquanto a forma monohidratada se cristaliza em água fria, sendo que o último pode ser convertido na forma anidra com aquecimento acima de 74°C (BURDOCK, 1996).

O ácido cítrico contribui com a retenção de antocianinas nos produtos de duas formas principais. A degradação das antocianinas é reduzida mediante a esterificação da molécula com diferentes ácidos orgânicos, tais como o cítrico, o málico e os ácidos fenólicos (MANACH et al., 2004). Além disso, o ácido cítrico inibe a ação das enzimas polifenoloxidasas, responsáveis por grande parte da degradação de antocianinas, através da redução de pH e também complexando com o cobre presente no centro ativo destas enzimas (JESUS et al., 2008)

1.4 Mousse

De acordo com a ANVISA, os alimentos semi-prontos ou prontos para o consumo, são os alimentos preparados, pré-cozidos ou cozidos, que para o seu consumo não necessitam da adição de outro(s) ingrediente(s). Podem requerer aquecimento ou cozimento complementar (BRASIL, 2005).

A elaboração de sobremesas lácteas prontas para o consumo, que inicialmente eram de produção caseira, vem crescendo industrialmente nas últimas décadas (NIKAEDO; AMARAL; PENNA, 2004; NUNES et al., 1998). A utilização de

novos ingredientes (muitas vezes de uso exclusivamente industrial) permite a produção de sobremesas com novos sabores, maior digestibilidade, maior valor nutritivo, melhor estabilidade e conservabilidade (NIKAEDO; AMARAL; PENNA, 2004). Atualmente uma ampla gama de sobremesas lácteas prontas para o consumo está disponível para o consumidor (VERBEKEN et al., 2006). Dentre estas sobremesas, encontram-se as sobremesas do tipo *mousse*, que são sobremesas aeradas, que embora tradicionalmente de produção caseira, hoje vem sendo produzidas em escala industrial e vem ganhando espaço no mercado de sobremesas (ARAGON-ALEGRO et al., 2006). As *mousses* podem diferir na sua composição quanto aos ingredientes e concentrações empregadas. Estas diferenças podem influenciar na aceitabilidade frente aos consumidores (TÁRREGA; COSTELL, 2007), onde atributos sensoriais podem ter diferentes níveis de importância de acordo com o alimento (CARDARELLI et al., 2008), destacando-se a textura no caso das *mousses*.

A *mousse* é uma emulsão do tipo óleo em água, estabilizada por proteínas, fosfolipídios ou polissacarídeos (BOBBIO; BOBBIO, 1992). Emulsões são dispersões de um líquido em outro líquido, sendo caracterizada por gotículas em suspensão (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

As *mousses* são consideradas sistemas alimentícios emergentes (BURITI; CASTRO; SAAD, 2010), entretanto, sua produção industrial é delicada e exige conhecimento sobre a formação e estabilização do sistema, e também sobre o uso de emulsificantes e estabilizantes (PIRES, 2004). De acordo com Ohata et al. (2005) *mousse* é um alimento aerado, obtido a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, onde há a incorporação de ar através de batimento mecânico. Além da gordura e das proteínas, a *mousse* pode conter outros ingredientes, como agentes aerantes e estabilizantes de espuma.

Os principais efeitos da aeração são: redução da densidade do produto; mudança na textura e reologia do produto, com consequente alteração do paladar e aparência; maior superfície de contato; modificação da digestibilidade; redução da vida de prateleira já que, as bolhas de ar podem facilitar as reações oxidativas; redução da intensidade de sabores (CAMPBELL; MOUGEOT, 1999). De acordo com Folegatti (2001), os efeitos positivos da aeração se relacionam principalmente com a reologia e textura do alimento, podendo tornar o produto mais atraente. No caso dos *mousses*, através da aeração os mesmos adquirem uma textura suave. Os

produtos lácteos podem conter de 15-60% de ar, sendo possível a variação no teor de ar e no tamanho das bolhas (CAMPBELL; MOUGEOT, 1999).

1.4.1 Formulações Tradicionais

Os principais ingredientes utilizados na elaboração de *mousses* são: leite, leite condensado, creme de leite, açúcar, polpa de frutas, chocolate, e aditivos, como aromatizantes, estabilizantes, emulsificantes, gelificantes, espessantes, conservantes, dentre outros (NUNES et al., 1998). Um dos ingredientes mais utilizados para aeração e estabilização de espuma é a gelatina (FOLEGATTI, 2001), sendo esta utilizada em inúmeros estudos (ARAGON-ALEGRO et al., 2007; CARDARELLI et al., 2008; MIRANDA; SILVA; OLIVEIRA, 2009).

Dessa forma, as formulações tradicionais de *mousses* são elaboradas a partir de uma base láctica, e adicionadas de proteína animal (gelatina) para auxiliar na formação das bolhas de ar. De acordo com Folegatti (2001), formulações de *mousse* “caseiras” e comerciais possuem em comum o componente lácteo (leite condensado ou leite em pó), o suco da fruta ou aromatizante, açúcar (incluindo o açúcar contido no leite condensado), um componente lipídico (geralmente creme de leite) e um componente funcional protéico (que pode ser gelatina, clara de ovo, proteína láctea ou concentrado protéico de soro).

Nas formulações comerciais podem estar presentes ainda aditivos como espessantes, acidulantes, corantes e conservantes (FOLEGATTI, 2001).

1.4.2 Formulações Alternativas

As formulações tradicionais de *mousse* contêm um elevado teor de gorduras provenientes do leite condensado e creme de leite (base láctica) utilizados na formulação. Além disso, a utilização de ingredientes lácteos faz com que os alimentos sejam ricos em proteínas originárias destes, além de conter lactose, açúcar característico do leite. Tanto o excesso de gorduras, quanto a presença de lactose e proteínas lácteas podem constituir-se um impedimento no consumo deste tipo de sobremesa.

As gorduras possuem diversas funções no organismo, como prover energia, manter a temperatura do corpo constante, fornecer ácidos graxos essenciais ao

organismo, proteger órgãos vitais, facilitar a absorção de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) e promover o esvaziamento lento do estômago, resultando na sensação de saciedade, devido a sua alta densidade energética (MATTES, 1998). Nos alimentos são extremamente importantes, pois são fundamentais na textura, aparência, sabor e palatabilidade dos mesmos (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010), além de emulsificarem, estabilizarem espumas, aerarem massas, transferirem calor e carregarem pigmentos e compostos aromáticos.

Entretanto, o consumo de altas quantidades de gordura está relacionado com o aumento do risco da obesidade e de alguns tipos de câncer, e a ingestão de gorduras ricas em ácidos graxos saturados está associada ao aumento do colesterol sanguíneo e às doenças coronarianas (AKOH, 1998). Dislipidemias são alterações metabólicas lipídicas decorrentes de distúrbios em qualquer fase do metabolismo lipídico, que ocasionam repercussão nos níveis séricos das lipoproteínas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2001; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2007). Devido à grande incidência destas na população, a indústria de alimentos vem buscando o desenvolvimento de novos produtos com substituição de gorduras saturadas por insaturadas e também aqueles com reduzidos teores de gordura.

Assim, a redução ou substituição da gordura visa à redução da incidência da obesidade, de algumas doenças crônicas, do colesterol total e LDL e consequentemente de doenças coronárias (MATTES, 1998). A redução ou substituição da gordura, também diminui o consumo total de energia, melhorando além da saúde, a aparência física (PINHEIRO; PENNA, 2004). Além disso, o uso de substitutos de gordura aumenta a quantidade de alimentos palatáveis que podem ser consumidos sem aumento da ingestão de gordura ou energia (MATTES, 1998).

Outro importante fator na redução ou substituição de gordura são as questões éticas e culturais, que dizem respeito principalmente à substituição de gordura animal por gordura vegetal. Isto porque é crescente o número de pessoas que optam por excluir da dieta os alimentos derivados de animais, ou os que sejam elaborados com ingredientes de origem animal. Neste contexto deve-se levar em consideração a utilização de gelatina como principal agente de aeração e estabilizante de formulações tradicionais de *mousse*. A gelatina é uma proteína de origem animal e também é excluída da dieta de determinados nichos de mercados tais como os veganos. A adição de gomas na formulações das *mousses* alternativas,

suprime o uso de gorduras animais e gelatina quando comparadas à formulação tradicional.

Os substitutos de gordura podem ser divididos em duas classes: substitutos de gordura ou substitutos análogos de lipídeos que são moléculas semelhantes física e quimicamente aos triglicerídeos, elaborados, na maioria das vezes a partir destes (substitutos a base de ésteres ou éteres e lipídeos estruturados); e substitutos miméticos de gordura, que são compostos que imitam as características físicas e sensoriais dos lipídeos (proteínas e carboidratos) (AKOH, 1998; KONJAC FOODS, 2011; OMAIMA; YOUSSEF, 2007).

Os substitutos a base de carboidratos são os mais comuns, e dentro destes encontram-se as gomas, incluindo a goma xantana e a goma guar, sendo esta última uma das gomas mais comumente utilizadas como substituto de gordura (OMAIMA; YOUSSEF, 2007). A goma xantana e a goma guar agem sinergicamente, produzindo soluções mais viscosas, o que é interessante para a produção de alimentos com diferentes texturas, com redução de custos da adição das gomas (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; DEA; MORRISON, 1975; ROCKS, 1971).

Como já citado anteriormente, além do teor elevado de gordura, outro impedimento no consumo de sobremesas do tipo *mousse* é a presença de proteínas lácteas e gelatina nestes produtos, levando em consideração a existência de portadores de alergia à proteínas de origem animal.

A alergia às proteínas do leite de vaca (APLV) é um problema nutricional que ocorre em crianças, e mais raramente, em adolescentes e adultos, no qual o sistema imune do organismo não reconhece as proteínas em questão (GASPARIN; TELES; ARAÚJO, 2010). Já a intolerância à lactose (IL) é caracterizada pela má digestão da mesma pelo organismo, devido a baixa quantidade de enzimas lactase (β -galactosidase) no intestino delgado.

A intolerância a lactose é um problema que atinge um grande percentual da população, sendo este variável de acordo com a descendência dos indivíduos. Aproximadamente 70% dos descendentes de africanos, 95% dos asiáticos, 53% dos hispânicos e 10 a 15% dos descendentes de norte-europeus e americanos brancos são intolerantes a lactose (SAHI, 1994; SHAH; FEDORAK; JELEN, 1992).

Não existe um tratamento específico para IL, sendo indicada somente a redução ou retirada de lactose da dieta alimentar. Dessa forma, é de extrema

importância o desenvolvimento de novos produtos que atendam às exigências alimentares dos consumidores com intolerância à lactose. Os alimentos destinados aos intolerantes à lactose podem ser de dois tipos: produtos à base de leite, onde se utiliza a aplicação de enzima lactase, ou então, produtos que substituem o leite por soja. Estes últimos são mais comuns, e são elaborados com ingredientes como o extrato de soja, creme de soja e condensado de soja.

De maneira geral, a utilização de produtos derivados de soja e gomas para elaboração de *mousses*, resulta em formulações adequadas para diversos nichos de mercados, tais como portadores de dislipidemias, intolerantes a lactose, alérgicos a proteínas de origem animal, ou pessoas pertencentes a nichos de mercado que não consomem, por opção, alimentos formulados com ingredientes de origem animal.

**1º ARTIGO: formatado para submissão no periódico Journal of Agricultural
and Food Chemistry**

Preservation of Anthocyanins on the Elaboration and Storage in Ambient Temperature of Blueberry (*Vaccinium ashei* Reade) Pulp

Luiza S. Kuck^{#,+}, Angelita S. Moreira^{#,§}, Claire T. Vendruscolo^{*,#,§}

[#]Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário s/nº, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. ⁺Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus do Vale, Av. Bento Gonçalves, nº9500, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS. ^ºDepartamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário s/nº, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. [§]Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Laboratório de Biopolímeros, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário s/nº, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil

* Author to whom correspondence should be addressed [telephone +55-53-3275-7585; e-mail claire.vendruscolo@pq.cnpq.br]

ABSTRACT

The effect of xanthan addition and prior disintegration of fruits in the quality of blueberry pulp was evaluated, with a focus on anthocyanins stability, through the elaboration of four formulations: (1) whole fruit; (2) whole fruit with xanthan addition; (3) disintegrated fruit; (4) disintegrated fruit with xanthan addition. The use of xanthan and disintegrated fruit resulted in a significant acidity increase and pH decrease in 30 days of storage. However, there was no significant difference in the acidity in the remaining time. Formulation 2 had the highest anthocyanin content after processing. In 90 days of storage the highest percentage was in formulation 3, indicating the use of prior disintegration of fruit and not xanthan addition in concentration used favorably to anthocyanins retention. Regarding color, the use of xanthan associated with fruit disintegration favored parameters analyzed and the formulation 4 had the best results. There was no direct correlation between color and anthocyanins. Anthocyanins Kuromanin and Keracyanin and anthocyanidins malvidin and

pelargonidin have been identified. The antioxidant activity did not differ significantly between samples, with reduced values in 60 and 90 days of storage. Up to 30 days of storage it was found equivalent antioxidant activity between formulations and fresh fruit.

KEYWORDS: Blueberry (*Vaccinium ashei* Reade). Pulping. Color. Antioxidant activity. Xanthan.

INTRODUCTION

The blueberry (*Vaccinium* sp.), member of *Ericaceae* family, belongs to the group of small red fruits, known as berries (1, 2). The fruit has an attractive dark blue colored peel, whitish pulp and sweet-acid flavor (3, 60).

It has a large amount of phenolic compounds, mainly flavonoids, with anthocyanins in a greater proportion (5, 6). Blueberries have, compared to other berries, one of the highest levels of anthocyanins (7, 8) which, besides conferring the characteristic color of the fruit, act as antioxidants. Numerous studies suggest that anthocyanins, due to their ability to donate electrons or hydrogen atoms to free radicals (9), can cause many different pharmacological effects (10, 11), such as anti-inflammatory (12), anticarcinogenic (13) and antimicrobial (14) activity, and act preventively against cardiovascular (15) and ophthalmologic (16) diseases, obesity and diabetes (17,18).

The blueberry has great potential for application in processed products, which benefits consumers, because it makes the fruit available for consumption in the off-season (19), and producers, since even small fruits, not well accepted for fresh market, are used.

The anthocyanins content in products is related to three main factors: the initial content of the anthocyanins of the fruit, the processing system used, including the time of contact with peel and duration and temperature of each operation as the disintegration and/or pressing, as well as the storage conditions of the product (20, 21).

Anthocyanins are unstable compared to several factors such as high temperatures (22). Oxygen (23) and light (24) are factors that accelerate the degradation of anthocyanins, and are important both in processing and storage. The

presence of polyphenol oxidases enzymes also accelerates the degradation of anthocyanins, particularly in the step of disintegration of fruits (25, 26).

Among the products that can be elaborated from blueberry, pulp is an important intermediate product, which can be used in preparation of beverages, ice creams, mousses, among others, on the off-season. For preparation of pulp the fruits can or not undergo a prior process of disintegration (27).

It's usually important to make a heat treatment in fruit before processing, so that occurs enzyme inactivation (20, 25) and increase of permeability of the cells of the epicarp, where are stored the highest percentage of pigment, facilitating anthocyanins extraction (28, 29). Additionally, the use of high temperatures reduces the oxygen solubility, reducing losses of anthocyanins by oxidation (29).

New combinations of factors in processing have been considered to increase the anthocyanins preservation (30, 25). The use of protective substances may be an alternative. Some authors observed that the use of xanthan in blueberry topping reduced the anthocyanins degradation during storage (31).

Xanthan is a natural heteropolysaccharide produced by bacteria of genus *Xanthomonas* by aerobic fermentation of carbohydrates by pure cultures (32). It is soluble in hot and cold water, has a high viscosity, even at low concentrations, and is stable in a wide pH range even in acid solution. It confers stability to products where it is applied facing freezing and thawing; it is highly pseudoplastic and, therefore, little affects the taste of food in which is applied (33, 34). Moreover, it has encapsulating action on flavors, colorifics, flavorings and compounds such as lycopene, preserving its activity and reducing damages caused by heat, cold, variations in pH, water activity, among others (34).

Based on these assumptions, the objective was to evaluate the technological quality and conservation of anthocyanins as well as antioxidant activity in blueberry pulp, relating to the absence or presence of prior disintegration of the fruits and xanthan addition.

MATERIAL AND METHODS

Materials

For pulp preparation were used blueberries (*Vaccinium ashei* Reade) Clímax variety, grown in the city of Pelotas (latitude 31° 46' 19" and longitude 52° 20' 33"), Rio Grande do Sul, Brazil, crop 2011, collected 24 to 48h prior to use, packed in a

low density polyethylene bags in 1kg portions and stored in cold chamber at 5°C; xanthan produced by the team of the Biopolymers Laboratory, Federal University of Pelotas, by *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, according to patent WO/2006/047845; citric acid (Synth®) as acidulant.

Pulp elaboration

Were prepared four different formulations with 5kg of pre-selected fruits, excluding green and overripe fruits and sanitized, as follows: (1) whole fruit, without xanthan addition; (2) whole fruit, with xanthan addition; (3) disintegrated fruit, without xanthan addition; (4) disintegrated fruit, with xanthan addition. The percentage of xanthan added to formulations 2 and 4 was 0.1%. In all formulations were added 0.08% of citric acid and 25% of water. The percentages of xanthan gum and citric acid used were determined based on the results obtained in blueberry topping (31), adapting the concentration of xanthan to the type of product developed.

The fruits used were partially disintegrated within polypropylene trays by manual pressure against a smooth polypropylene surface of 20cm in diameter, after being added water and citric acid (formulation 3) or water, citric acid and xanthan (formulation 4). The whole fruit (formulations 1 and 2) and the partially disintegrated (formulations 3 and 4) were subjected to initial heat treatment for approximately 30 minutes, made in open tiltable stainless steel kettles with mechanical shovels, until the fruit reached 95°C. The contents of the kettle were immediately pulped by 2,5 minutes in single-stage depulper with stainless steel mesh sieve 00 (0,1mm opening). The pulp was immediately wrapped in glass bottles with 30g and 100g encoded and thermally treated at 100°C for 15 minutes and 30 minutes respectively. After cooling, they were stored in paperboard boxes closed, at room temperature (22°C).

The formulations prepared were evaluated at initial time (Initial, corresponding to 10 hours after processing) and after 30, 60 and 90 days of storage.

Proximate Partial Evaluation

The pH determination was carried out in bench digital potentiometer (Micronal® B474) at 20°C. To determine the pH of intact fruits, small aliquots were collected for each of the packages, which were mixed and ground in a Philips® mixer, while in the pulp the pH was measured directly in a portion of 50g. It was

determined the level of total soluble solids (TSS expressed as °Brix) of the pulp at temperature of 20°C by direct reading on portable refractometer (Sppencer SP4050-55), calibrated with distilled water. The TSS of the fruits collected and crushed as described above was determined in an aliquot of the sample filtered through cotton. The determinations of moisture (n° 920.151), ash (n° 940.26) and titratable acidity (n° 942.15), expressed as citric acid, were performed according to the methodologies adopted by the Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (35).

Measurements of pH, TSS and total acidity were performed in the pulps at the times Initial, 30, 60 and 90 days and in fresh fruit at time 0. The analyzes of ash and moisture were made only in the pulps at time Initial, in order to verify the uniformity of formulations.

Determination of total anthocyanins and anthocyanin retention percentage after processing

The spectrophotometric determination of anthocyanins in fresh fruit and in pulps at the times Initial, 30, 60 and 90 days was conducted in accordance with the method proposed by Lees and Francis (36), with adaptations. The anthocyanic compounds, in samples of 1g, were extracted with acidified ethanol with hydrochloric acid at pH 1,0 and the absorbance was measured at 520nm, in UV-VIS spectrophotometer (Hitachi® U-1800), after reading of the blank (ethanol pH 1,0). The results were expressed as mg of cyanidin 3-glucoside.100⁻¹ g of sample (mg.100⁻¹).

The determination of anthocyanins retention percentage after processing was calculated, at the initial time, in relation to the value determined for corrected fruit, based on the performed dilution of 25% for the preparation of pulp. The retention values in the other times were calculated based on the values obtained at initial time.

Individual anthocyanins determination

The individual anthocyanins determination in fresh fruit and in the pulps at time Initial was done using high performance liquid chromatography (HPLC) using the Zhang *et al.* (37) adapted method. The pigments extraction, from 10g of sample, was made using 20mL of methanol:hydrochloric acid (99,9:0,1 v/v) under stirring for 3 hours in a cold room (5°C). The samples were then filtered and concentrated on rotary evaporator at 30°C until complete evaporation of methanol. After that, the

extract was centrifuged at 11500G for 10 minutes and an aliquot of 10 μ L of the extract injected into the chromatograph.

It was used a chromatograph (Shimadzu®) autosampler, UV-visible detector (520nm), reverse phase column RP-18 CLC-ODS (5 μ m, 4.6mm x 15mm) with octadecyl stationary phase and pre-column CLC-GODS (4) with stationary phase of octadecyl surface. The mobile phase consisted of an elution gradient with aqueous solution of acetic acid 0,2%, methanol and acetonitrile at a flow rate of 0,8 mL/min and total running time of 40 minutes, according to Pertuzatti (38).

The peaks were identified by comparison with the retention times of the standards and quantified by means of calibration curves of external standard of malvidin chloride, kuromanin chloride (cyanidin 3-glucoside), keracianin chloride (cyanidin-3-rutinoside), pelargonidin chloride, peonidin chloride, delphinidin chloride, cyanidin chloride and malvidin-3-galactoside. The results were expressed as percentage relative to the total content and represent the average of two measures.

Antioxidant activity determination

The antioxidant activity in the fresh fruit and in the pulps the times Initial, 30, 60 and 90 days was determined by assessing the ability of the compounds present in the samples to kidnap the radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•), according to Brand-Williams, Cuvelier and Berser (39). For extraction of compounds, samples (5g) were added to 20mL of methanol, homogenized in vortex and kept refrigerated for 24 hours at -18°C. After this period, the samples were centrifuged in a refrigerated centrifuge (Sigma® 3K 30) at 11330G and 4°C.

In addition, a stock solution of DPPH at 0.024% (w/v) in methanol was prepared and kept under refrigeration. To obtain the use solution, the stock solution was diluted to 0.044% in methanol and adjusted in a spectrophotometer until it reached absorbance of 1.1 ± 0.02 . Finally, 100 μ L of extract prepared from the sample were added to 3.9 mL of the use solution of DPPH. Absorbance readings were made at two different times (after 30 minutes and after 24 hours of reaction) at a wavelength of 517nm in a spectrophotometer.

The free radical kidnapping activity was determined establishing a standard curve of Trolox. The results were expressed as mM equivalent to Trolox per g of sample (mM Trolox.g⁻¹).

Instrumental color determination

The instrumental determination of color in pulps, at the times Initial, 30, 60 and 90, was performed in a colorimeter (Minolta® CR-300), using light source in space of color $L^*a^*b^*$ of CIE $L^*a^*b^*$ system, where: L^* indicates luminosity (0 = black and 100 = white) and a^* and b^* represent the chromaticity coordinates ($+a^*$ =red, $-b^*$ =blue). The chroma (C) represents the saturation index, and was calculated from chromaticity coordinates by the formula: $S = (a^2 + b^2)^{1/2}$. The total color difference (ΔE) was calculated by the equation (40) $\Delta E = [\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2]^{1/2}$, which expresses the difference between the color of pulps in the initial period of analysis and after 90 days of storage.

Statistical analysis

The obtained results, based on three replicates, were statistically treated using variance analysis (ANOVA) and Tukey test at a significance level of $\alpha = 0.05$, with the help of software.

RESULTS AND DISCUSSION

Proximate Partial Evaluation

Table 1 shows the results of characterization of the blueberry fruits, Clímax variety, related to content of total soluble solids (TSS) and of pulps for TSS, moisture and ash.

Table 1. Content of TSS of blueberry and moisture, ash and TSS of blueberry pulps produced with or without prior disintegration or xanthana addition.

	Fresh blueberries	Formulations			
		1	2	3	4
Moisture (%)	-	85,26±0,05 a	84,96±0,13 ab	84,55±0,09 bc	84,88±0,05 c
Ash (%)	-	0,16±0,04 a	0,15±0,02 a	0,13±0,02 a	0,10±0,03 a
TSS (°Brix)	15,0±0,00 a	12,0±0,00 b	12,0±0,00 b	12,0±0,00 b	12,0±0,00 b

(1) pulp elaborated with whole fruit; (2) with whole fruit and xanthan addition; (3) with previously disintegrated fruit; (4) with previously disintegrated fruit and xanthan addition. Different letters in the same row indicate significant difference between the samples at the 5% level of significance by Tukey test.

The content of total soluble solids determined in fruit, 15°Brix, was higher than the content found in this cultivar by Prior *et al.* (41), 12°Brix, and by Kluge *et al.* (4),

13.92°Brix. It is known that the TSS content, besides the variety, is dependent on edaphic climatic factors (42). There was no significant difference between the values of ash and TSS in the different pulps.

Statistical differences of moisture content verified between some samples (1 and 3; 1 and 4; 2 and 4) don't have technologic meaning, since the TSS and ash parameters did not differ. Simple variations in the environment, such as air currents can lead to slight differences in the final values.

The pH and acidity, determined in fruit at the initial time and in the pulps at initial time and after 30, 60 and 90 days of storage, are summarized in Table 2, where it is possible to observe the correct relation between increase in acidity and reduction in pH.

Table 2. Total acidity (% of citric acid) and pH of blueberry at initial time and in pulps stored at different times.

	Time	Fresh blueberries	Formulations			
			1	2	3	4
Acidity	Initial ^a	0,81±0,00 a	0,59±0,01 i	0,64±0,01 efgh	0,62±0,01 ghi	0,65±0,01 defg
	30 days	-	0,63±0,01 fghi	0,69±0,01 cd	0,68±0,01 de	0,72±0,02 bc
	60 days	-	0,61±0,00 hi	0,69±0,01 cd	0,69±0,02 cd	0,75±0,04 b
	90 days	-	0,60±0,01 i	0,66±0,00 def	0,66±0,01 defg	0,73±0,01 b
pH	Initial ^a	3,02±0,01 k	3,57±0,01 a	3,48±0,01 de	3,46±0,01 ef	3,44±0,01 f
	30 days	-	3,30±0,01 hi	3,32±0,01 gh	3,29±0,01 ij	3,27±0,01 j
	60 days	-	3,33±0,01 gh	3,33±0,01 gh	3,34±0,01 g	3,28±0,01 ij
	90 days	-	3,49±0,01 cd	3,51±0,01 c	3,53±0,01 b	3,50±0,01 cd

(1) pulp elaborated with whole fruit; (2) with whole fruit and xanthan addition; (3) with previously disintegrated fruit; (4) with previously disintegrated fruit and xanthan addition. Different letters indicate significant difference between the samples at the 5% level of significance by the Tukey test. ^aCorresponding to the initial time (10 hours after processing).

The xanthan addition, as well as prior disintegration, caused increase in acidity and consequent pH reduction, so that the intensification of the effects can be verified on the fourth formulation, prepared with prior disintegration and concomitant xanthan addition. This formulation, at the time of 30 days, had the lowest pH. The prior disintegration favors the destruction of the tissue structure, allowing a faster release and equalization of natural acidity of the fruit. Xanthan is a polysaccharide

considered an anionic polyelectrolyte (43), with high binding capacity for metal cations (44), which can increase the relative amount of free hydrogen ions.

The pH of formulation 1, at the initial time, the only one prepared without prior disintegration and xanthan addition, corresponded to the highest value, differing significantly from the other values observed in all formulations. Trends observed at initial time were maintained during storage. The times 60 and 90 days corresponded to the highest values of acidity, which differed significantly from those verified at all times in the other formulations. The acidity, when analyzed for each formulation in relation to storage period, significantly increased at 30 days compared to the initial values, in all formulations, except in formulation one. In all formulations there was no significant change from this period until the end of the evaluation within 90 days.

The decrease of pH and increase of acidity observed at 30 days of storage was probably due to the equalization occurred between the higher acidity naturally present in fruit pulp and lower in shell. Pertuzatti (38) in his studies found significant differences between pH and acidity of the skin and of the pulp of different varieties of blueberry, among them Clímax variety, demonstrating that there is a higher concentration of organic acids in the shell of the fruit in relation to pulp.

Total anthocyanins of fruit and elaborated pulps

The values verified for total anthocyanins in blueberry, at initial time, and in pulps, after production and during the storage period studied, are shown in Table 3.

Table 3. Total anthocyanins content (mg Cyanidin-3-glucoside.100g⁻¹) in the fruit and in the different pulps obtained, at different times (days) of storage and anthocyanins retention^d (%) in relation to the initial time of storage.

Time	Fresh blueberries	Formulations			
		1	2	3	4
Initial^c	171,33±7,62 a	99,35 ± 5,71 bc	119,75 ± 4,09 a	92,43 ± 2,02 c	106,75 ± 2,52 b
	-	(77,32) ^a	(93,19) ^a	(71,93) ^a	(83,07) ^a
30 days	-	59,40 ± 0,88 efg	64,05 ± 1,14 e	78,39 ± 3,01 d	53,62 ± 2,04 gh
	-	(59,79) ^b	(53,49) ^b	(84,82) ^b	(50,23) ^b
60 days	-	46,81 ± 0,14 hi	55,96 ± 0,91 fg	62,26 ± 0,91 ef	43,78 ± 0,14 i
	-	(47,11) ^b	(46,73) ^b	(67,36) ^b	(41,01) ^b
90 days	-	45,42 ± 1,12 i	44,81 ± 3,09 i	57,72 ± 2,35 efg	41,74 ± 2,95 i
	-	(45,71) ^b	(37,42) ^b	(62,45) ^b	(39,10) ^b

(1) pulp elaborated with whole fruit; (2) with whole fruit and xanthan addition; (3) with previously disintegrated fruit; (4) with previously disintegrated fruit and xanthan addition. Different letters indicate significant difference between the samples at the 5% level of significance by Tukey test. ^aIn relation to fresh fruit. ^bIn relation to time Initial. ^cCorresponding to the initial time (10 hours after processing). ^dRetention values in parenthesis.

The changes in acidity and pH observed (Table 2) did not influenced directly the total anthocyanins content of pulps at initial time. However, the conformation of the anthocyanins (flavylium ion, quinoidal base, carbinol or chalcone) and, consequently, its stability are closely related to pH (45).

In general it was possible to realize that the highest percentage of anthocyanic losses occurred between the initial time and 30 days, with later gradual reduction of these losses. This greater initial loss may be related to several factors, such as a higher pH and lower acidity observed immediately after processing, the possible presence of polyphenol oxidase enzyme (PPO), which may not have been completely inactivated, and occurrence of co-pigmentation and/or other reactions that may have stabilized anthocyanins after that.

Between 60 and 90 days of storage, anthocyanins the contents of the pulps practically stabilized, and in 90 days, except formulation 3, did not differ significantly. This stability after storage period is important when it comes to pulp that, because is an intermediate product, generally used in the preparation of other products, takes

some time until it reaches the consumer. Thus, the stabilization of anthocyanins also allows that product arrives at the final client with good nutritional characteristics.

Comparing total anthocyanins content of fruit with the values found in pulps, in the initial period of storage, one can see a significantly higher retention of anthocyanins, 93.19% for formulation 2 (whole fruit and xanthan addition), followed by formulation 4 (disintegrated fruit and xanthan addition), with 83.07% of retention. The xanthan addition, therefore, initially exerted a positive and statistically significant effect on total anthocyanins when added to whole fruit, principally, or disintegrated. Furthermore, one can infer that the effect of xanthan addition was more intense than the previous disintegration, since formulation 1 (whole fruit without xanthan) did not differ significantly from formulation 3 (disintegrated fruit without xanthan).

The higher percentage of anthocyanic loss at time Initial in the pulps produced with fruit previously disintegrated can be explained by the fact that, once the fruit is disintegrated, anthocyanins begin to be degraded by the action of PPO, which are released by rupture of tissue cells (46). After disintegration, the fruits were submitted to thermal treatment for inactivation of PPO and release of the pigments; however, until the inactivation temperature (approximately 90°C) (47) was reached, part of anthocyanins may already have degraded. In the case of whole fruit, the majority of the disintegration occurred in depulper, after heat treatment, able to inactivate most enzymes. It is known that significant losses of phenolic compounds occur during blueberry juice processing, especially during disintegration of the fruits due to the presence of PPO (26).

At 30 days of storage, there was a greater anthocyanins retention in the sample 3, 84.82% with respect to time Initial. After 90 days of storage, formulation 3 continued to have the highest anthocyanin retention, 62.45% in relation to time Initial, differing significantly from the others. Thus, xanthan addition in concentrations of 0.1% did not improve and even reduced the stability of the anthocyanins in the storage period analysed.

A hypothesis for the better retention of anthocyanins in sample 3 (disintegrated without xanthan addition) may be formulated taking into account the fact that the prior disintegration may change the rate of dissolution of the compounds through the tissue due to increased cell disruption, as seen in the previous section.

Pulps without xanthan (formulations 1 and 3) did not differ significantly regarding total anthocyanins content at time Initial. However, xanthan addition

(formulations 2 and 4), although it had an apparent protective effect at that time, may, in fact, have favored a higher initial release of anthocyanins, water soluble, into the medium with colloid osmotic pressure increased by the addition of the polymer; and, as previously seen, between initial time and 30 days of storage is when there were verified major reductions. Thus, a rapid release may have been followed also by a rapid degradation. Previous studies suggest a protective effect of xanthan on anthocyanins. However, the small concentration used in this study seems to have not been able to support a protective effect during storage. Some authors (31) observed positive effect of xanthan gum in anthocyanins retention in blueberry topping, after processing and storage, especially when combined with citric acid.

It is important to note that anthocyanins contents found after 90 days of storage of pulps are very similar and even superior to some studies in literature with blueberry products. Skrede, Wrolstad and Durst (22) found, right after processing, contents of $38.4\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ of anthocyanins in depectined and pasteurized integral blueberry juice (90°C for 1min). Rossi *et al.* (25) found $44.8\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ of total anthocyanins in depectined and pasteurized integral juice (90°C for 1min) from blueberry previously blanched (3min). Rodrigues, Rodrigues and Vendruscolo (31) in their studies with blueberry topping (where 250g were thermally treated in boiling water for 15 minutes), 50% fruit, using xanthan gum and citric acid found $50.4\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ of anthocyanins after processing and values close to $30\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ of anthocyanins after 90 days of storage.

Rizzolo *et al* (48) found, after processing, $42,41\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ of anthocyanins in depectined blueberry juice, heat treated at 98°C for 102 seconds, however found no significant change in these values after storage for 6 months at temperatures -10 , -20 and -30°C . The authors also claim that changes in the anthocyanins levels and total phenols are very dependent on temperature and storage time, and the lower these values, fewer losses will happen.

Individual anthocyanins identified in the fruit and in the elaborated pulps

In this study were identified and dosed four anthocyanins/anthocyanidins in fruit and in pulps prepared, whose respective percentages are described in table 4.

Table 4. Anthocyanins and anthocyanidins identified in the fruit and in the pulps produced from whole fruit or previously disintegrated, with or without addition of xanthan at time Initial.

Anthocyanins/ anthocyanidins	Fresh blueberries	Formulations			
		1	2	3	4
Pelargonidin (%)	81,14	82,33	82,22	82,23	82,03
Malvidin (%)	7,10	6,40	6,33	6,85	6,47
Kuromanin^a (%)	6,62	6,49	6,53	6,23	6,57
Keracyanin^b (%)	5,14	4,78	4,92	4,69	4,93

(1) pulp elaborated with whole fruit; (2) with whole fruit and xanthan addition; (3) with previously disintegrated fruit; (4) with previously disintegrated fruit and xanthan addition. ^aCyanidin-3-glucoside. ^bCyanidin-3-rutinoside.

The composition of the pulp formulations were similar and differed slightly in relation to the fruit. The types of anthocyanins present in small fruits can vary greatly according to the cultivar, growing site, climatic conditions (49), among others. Pertuzatti (38) identified the aglycone pelargonidin and malvidin and the anthocyanin Kuromanin in blueberries Clímax variety produced in the same county of the blueberries used in this work. Some authors (8, 50) identified in blueberries anthocyanins from anthocyanidins cyanidin, delphinidin, malvidin, peonidin and petunidin. Zheng and Wang (51) identified in blueberry anthocyanins derived from four anthocyanidins: delphinidin, cyanidin, petunidin, malvidin.

The compound found in the highest percentage was aglycone pelargonidin. Aglycone malvidin and anthocyanin Kuromanin (Cyanidin-3-glucoside) were identified in very similar percentages. The Keracyanin (Cyanidin-3-rutinoside) was the anthocyanin identified in smaller quantities in the pulps. It is known that the sugar present in anthocyanins contributes to the solubility and stability of the same, when compared to the anthocyanidins (52).

Antioxidant activity of fruit and pulps prepared

In general, there was little difference between the values found for antioxidant activity (Table 5), both between samples in relation to fresh fruit, at initial time and in 30 days, and after 24 hours of reaction the antioxidant activity of the pulps was even greater than that of the fruit. One possible cause for this behavior may have been the

addition of citric acid in the pulp, since this can provide synergism with other substances that have antioxidant activity (27, 53). Assimopoulou *et al.* (53) reported synergism between citric acid and antioxidant compounds found in the resin *Pistacia lentiscus*. Queiroz *et al.* (54) found the same behavior for garlic products added to citric acid.

Table 5. Antioxidant activity of blueberry TEAC (mmol TE.g⁻¹) and of pulps after 30 minutes and 24 hours of reaction with DPPH, and maintenance^b (%) of antioxidant activity after 24 hours of reaction.

Time reaction	Storage	Formulations				
		Fresh blueberries	1	2	3	4
30 minutes	Initial ^a	3,08±0,01 a	3,04±0,002 ab	3,03±0,023 ab	3,04±0,003 ab	3,05±0,005 ab
	30 days	-	3,04±0,022 ab	3,05±0,007 ab	3,04±0,005 ab	3,04±0,010 ab
	60 days	-	3,02±0,003 bc	3,01±0,002 bcd	2,98±0,058 cde	3,01±0,004 cde
	90 days	-	2,96±0,003 de	2,97±0,003 de	2,95±0,005 e	2,97±0,002 de
24 hours	Initial ^a	2,61±0,01 b (84,66)	2,70±0,003 a (88,57)	2,69±0,002 a (88,60)	2,69±0,003 a (88,70)	2,70±0,003 a (88,64)
	30 days	-	2,67±0,027 a (87,87)	2,68±0,004 a (87,94)	2,68±0,007 a (88,14)	2,67±0,018 a (87,89)
	60 days	-	2,56±0,004 c (84,57)	2,56±0,007 c (84,86)	2,53±0,021 c (84,84)	2,55±0,009 c (84,96)
	90 days	-	2,35±0,029 d (79,12)	2,34±0,000 d (78,95)	2,35±0,012 d (79,71)	2,34±0,010 d (78,86)

(1) pulp elaborated with whole fruit; (2) with whole fruit and xanthan addition; (3) with previously disintegrated fruit; (4) with previously disintegrated fruit and xanthan addition. Different letters between the results at 30 minutes and different letters between the results at 24 hours indicate significant difference among samples at 5% significance level by Tukey test. TEAC = Trolox equivalent antioxidant capacity; TE = Trolox equivalent. ^aCorresponding to the initial time (10 hours after processing). ^bPercent of AA maintenance in parentheses.

There was no significant difference between samples in any of the times analyzed. In relation to storage time, there was significant reduction in antioxidant activity in all formulations at 90 days of storage, for the reaction at 30 minutes, and a significant reduction from 60 days for the reaction at 24 hours.

The determination of antioxidant activity also after 24h of reaction is important for verifying the effectiveness of antioxidant activity over time. In this study it was

found that even after 90 days of storage, approximately 79% of the antioxidant activity of all samples was maintained after 24 hours of reaction.

Numerous studies in the literature indicate a strong correlation between anthocyanins content and antioxidant activity of fruits and derived products (55, 56, 29). However, in this study it can be seen that the antioxidant activity differed little among samples, contrarily of total anthocyanins. Thus, the antioxidant activity of pulp was not primarily dependent on the anthocyanin content.

The antioxidant activity of anthocyanins varies with their aglycones (57, 58). Among the anthocyanidins, cyanidin is the one that has the highest antioxidant capacity (51, 57, 58). Wang *et al.* (57) also concluded that the aglycone pelargonidin is the aglycone that contributes least to the antioxidant activity.

According to Prior *et al.* (41), the antioxidant activity of blueberries is more related to total phenols than to the anthocyanins exclusively. Zheng and Wang (51) concluded that other flavonoids, such as quercetin, myricetin and kaempferol, have antioxidant activity more effective than the anthocyanins in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. Thus, future studies may evaluate the degradation of these compounds during processing of the blueberry, comparing it to the antioxidant activity.

Instrumental color analysis of elaborated pulps

The result of instrumental color analysis determined in the pulps at the different storage times is described in table 6.

Table 6. Values of L*, a* and b*, chroma (C) and color difference (ΔE) for the four formulations of elaborated blueberry pulp.

Color	1	2	3	4
L* Initial^a	36,83±0,18 a	37,10±0,12 a	36,82±0,12 a	37,20±0,18 a
L* 30 days	28,51±0,12 b	28,36±0,25 b	27,39±0,44 bc	28,87±0,37 b
L* 60 days	25,10±0,35 de	25,15±0,56 de	24,79±0,35 de	23,67±0,51 e
L* 90 days	26,74±0,26 c	26,01±1,44 cd	24,30±0,26 e	24,01±0,58 e
a* Initial^a	3,34±0,15 ab	3,34±0,09 ab	3,11±0,03 b	3,56±0,05 a
a* 30 days	1,69±0,11 def	1,88±0,02 de	1,92±0,01 d	2,60±0,16 c
a* 60 days	1,59±0,06 efg	1,52±0,09 fgh	1,56±0,04 efg	2,55±0,11 c
a* 90 days	1,04±0,12 i	1,30±0,27 ghi	1,24±0,08 hi	1,70±0,03 def
b* Initial^a	-1,85±0,06 e	-2,09±0,06 f	-2,02±0,03 ef	-2,11±0,06 f
b* 30 days	0,52±0,12 d	0,79±0,05 c	0,39±0,18 d	0,58±0,03 cd
b* 60 days	1,07±0,07 b	1,09±0,02 b	1,04±0,02 b	1,05±0,05 b
b* 90 days	1,25±0,03 ab	1,25±0,15 ab	1,41±0,09 a	1,44±0,07 a
C Initial^a	3,82±0,11 ab	3,94±0,05 ab	3,71±0,02 b	4,13±0,05 a
C 30 days	1,77±0,11 ef	2,04±0,03 de	1,97±0,03 de	2,66±0,16 c
C 60 days	1,91±0,03 ef	1,87±0,07 ef	1,88±0,04 ef	2,75±0,11 c
C 90 days	1,63±0,08 f	1,80±0,29 ef	1,87±0,05 ef	2,23±0,06 d
ΔE	10,80±0,34 c	11,77±1,25 bc	13,06±0,30 ab	13,79±0,72 a

(1) pulp elaborated with whole fruit; (2) with whole fruit and xanthan addition; (3) with previously disintegrated fruit; (4) with previously disintegrated fruit and xanthan addition. Different letters indicate significant difference between the samples at the 5% level of significance by Tukey test, separately for each parameter. ^aCorresponding to time Initial (10 hours after processing).

In general, the larger changes in colorimetric parameters of pulps occurred at the beginning of storage (30 days), with subsequent tendency towards stabilization. It was observed luminosity reduction with a tendency to darkening during storage and little pure color, according to the C values, mainly influenced by the a* values, which tended to red (positive a*). In formulation 4 (disintegrated with xanthan), at higher acidity (table 2), were found higher values of a* and C at all times analyzed, showing a positive influence of the use of disintegration and xanthan addition in color extraction and retention. The trend towards blue (negative b*), observed initially, was reduced significantly during storage, in agreement with the increase of acidity observed. There was no direct correlation of the values of a* and b* with total anthocyanins contents.

Rossi *et al.* (25) found, after the processing of blueberry juice subjected to the blanching process, L* value (29.20), a* value (4.62) and b* value (-1.147). From the values of a* and b* it was possible to observe that chroma values near 4.46 can be

calculated for blueberry juice subjected to bleaching process, after processing. All values were close to those found in the pulps elaborated in this study at initial time.

There was no significant difference between the samples produced with and without xanthan addition and the prior disintegration provoked the greatest variations in color (ΔE) during storage. However, the combination of prior disintegration and xanthana addition (formulation 4) influenced favorably in the color.

The change in color is result of degradation of pigments present in the pulp as well as of other processes such as co-pigmentation, which influences the color of anthocyanins in accordance with the type of substance which is associated with the anthocyanin (59).

LITERATURE CITED

- (1) Raseira, M. C. B.; Antunes, L. E. C. *A cultura do Mirtilo (Vaccinium sp.) (Série Documentos, 121)*; Embrapa Clima temperado: Pelotas, 2004; 67p.
- (2) Strik, B. C. Berry crops: worldwide area and production systems. In: *Berry Fruits: Value-added products for health promotion*. Zhao, Y.; CRC Press, EUA, 2007; p.4-45.
- (3) Eck, P., Childers, N.F. *Blueberry culture*. New Brunswick: Rutgers University Press, 1966, 378p.
- (4) Kluge, R. A.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J. C.; Bilhalva, A. B.; Santos, A. M. Frigoconservação de frutos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) cv. Clímax. *Revista Brasileira de Agrociência*. **1995**, 1, 3, 185-188.
- (5) Kahkonen, M. P.; Heinamaki, J.; Ollianen, V.; Heinonen, M. Berry anthocyanins: isolation, identification and antioxidant activities. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **2003**, 83, 1403-1411.
- (6) Smith, M. A. L.; Marley, K. A.; Seigler, D.; Singletary, K. W.; Meline, B. Bioactive properties of wild blueberry fruits. *Journal of Food Science*. **2000**, 65, 352-356.

- (7) Francis, F. J. Food colorants: anthocyanins. *Critical Review of Food Science and Nutrition*. **1989**, 28, 273-314.
- (8) Kalt W.; Forney C.F.; Martin A.; Prior R.L. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **1999**, 47, 4638-4644.
- (9) Prior, R. L. Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage. *American Journal of Clinical Nutrition*. **2003**, 78, 3, 570S-8S.
- (10) He, J.; Giusti, M. M. Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. *Annual Review of Food Science Technology*. **2010**, 1, 163-187.
- (11) Kong, J. M.; Chia, L. S.; Goh, N. K.; Chia, T. F.; Brouillard, R. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*. **2003**, 64, 923-933.
- (12) Youdim, K. A.; McDonald, J.; Kalt, W.; Joseph, J. A. Potential role of dietary flavonoids in reducing microvascular endothelium vulnerability to oxidative and inflammatory insults. *Journal of Nutritional Biochemistry*. **2002**, 13, 282-288.
- (13) Kamei, H.; Kojima, T.; Hasegawa, M.; Koide, T.; Umeda, T.; Yukawa, T.; Terabe, K. Suppression of tumour cell growth by anthocyanins *in vitro*. *Cancer Investigation*. **1995**, 13, 590-594.
- (14) Puupponen-Pimiä, R.; Nohynek, L.; Meier, C.; Kähkönen, M.; Heinonen, M.; Hopia, A. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *Journal of Applied Microbiology*. **2001**, 90, 494-507.
- (15) Folts, J. Antithrombotic Potential of Grape Juice and Red Wine for Preventing Heart Attacks. *Pharmaceutical Biology*. **1998**, 36, 21-27.
- (16) Matsumoto, H.; Nakamura, Y.; Tachibanaki, S.; Kawamura, S.; Hirayama, M. Stimulatory effect of cyanidin 3-glycosides on the regeneration of rhodopsin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **2003**, 51, 3560-3563.

- (17) Prior, R. L.; Wilkes, S. E.; Rogers, T. R.; Khanal, R. C.; Wu, X.; Howard, L. R. Purified blueberry anthocyanins and blueberry juice alter development of obesity in mice fed an obesogenic high-fat diet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **2010**, 58, 3970-3976.
- (18) Vuong, T.; Benhaddou-Andaloussi, A.; Brault, A.; Martineau, L. C.; Vallerandi, D. Antiobesity and antidiabetic effects of biotransformed blueberry juice in KKAY mice. *International Journal of Obesity*. **2009**, 33, 1-8.
- (19) Howard, L. R.; Castrodale, C.; Brownmiller, C.; Mauromoustakos, A. Jam processing and storage effects on blueberry polyphenolics and antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **2010**, 58, 4022-4029.
- (20) Brambilla, A.; Scalzo, R. L.; Bertolo, G.; Torreggiani, D. Steam-blanching highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) juice: phenolic profile and antioxidant capacity in relation to cultivar selection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **2008**, 56, 2643-2648.
- (21) Kechinski, C. P.; Schumacher, A. B.; Marczak, L. G. F.; Tessaro, I. C.; Cardozo, N. S. M. Rheological behavior of blueberry (*Vaccinium ashei*) purees containing xanthan gum and fructose as ingredients. *Food Hydrocolloids*. **2011**, 25, 299-306.
- (22) Garcia-Viguera, C.; Zafrilla, P.; Romero, R.; Abellan, P. Artes, F.; Tomas-Barberan, F.A. Color Stability of Strawberry Jam as Affected by Cultivar and Storage Temperature. *Journal of Food Science*. **1999**, 64, 243–247.
- (23) Rein, M. *Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins*. 2005. Dissertation, University of Helsinki, Helsinki. 87f.
- (24) Malacrida, C. R.; Motta, S. D. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. **2005**, 25, 659-664.
- (25) Rossi, M.; Giussani, E.; Morelli, R.; Scalzo, R. L.; Nani, R. C.; Torreggiani, D. Effect of fruit blanching on phenolics and radical scavenging activity of highbush blueberry juice. *Food Research International*. **2003**, 36, 999-1005.

- (26) Skrede, G.; Wrolstad, R. E.; Durst, R. W. Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of Food Science*. **2000**, 65, 357–364.
- (27) Barrett, D. M.; Somogyi, L.; Ramaswamy, H. S. *Processing Fruits: Science and Technology*, 2nd edition; CRC Press, Boca Raton, 2004; 864p.
- (28) Brambilla, A.; Maffi, D.; Rizzolo, A. Study of the influence of berry-blanching on syneresis in blueberry purées. *Procedia Food Science*. **2011**, 1, 1502-1508.
- (29) Kalt, W.; McDonald, J. E.; Donner, H. Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity of processed lowbush blueberry products. *Journal of Food Science*. **2000**, 65, 390–393.
- (30) Lee, J.; Durst, R. W.; Wrolstad, R. E. Impact of juice processing on blueberry anthocyanins and polyphenolics: Comparison of two pretreatments. *Journal of Food Science*. **2002**, 67, 1660–1667.
- (31) Rodrigues, S. A.; Rodrigues, A. A.; Vendruscolo, C. T. Efeito de acidulantes e espessantes nas características físico-químicas e estruturais de *topping* de mirtilo. *Brazilian Journal of Food Technology*. **2010**, IIISSA.
- (32) Vendruscolo, C. T.; Vendruscolo, J. L. S.; Moreira, A. S. Process for preparing a xanthan biopolymer. PI0406309-0, WO/2006/047845, 2006.
- (33) Damodaran, S.; Parkin, K. L.; Fennema, O. R. In: *Química de Alimentos de Fennema*, 4 edition; Artmed: Porto Alegre, Brasil, 2010, 900p.
- (34) Sutherland, I. W. Xanthan. In: *Xanthomonas*, Swings, J. G.; Civerolo, E. L.; London: Chapman & Hall, 1993; p.363-388.
- (35) AOAC. Association Of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of AOAC international*, 16th edition; Gaithersburg: AOAC International, 1997; 1141 p.

- (36) Lees, D. H.; Francis, F. J. Standardization of pigment analysis in Cranberries. *Hortiscience*. **1972**, 7, 1, 83-84.
- (37) Zhang, Z; Xiaolan, K.; Fugal, K.; Mclaughlin, J. Comparison of HPLC methods for determination of anthocyanins and anthocyanidins in Bilberry extracts. *Journal Agricultural Food Chemistry*. **2004**, 52, 688-691.
- (38) Pertuzatti, P. B. *Compostos bioativos em diferentes cultivares de mirtilo (Vaccinium ashei Reade)*. 2009. Dissertation, Federal University of Pelotas, Pelotas, RS. 69p.
- (39) Brand-Williams, W.; Cuvelier, M.E.; Berser, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant. *Lebensm-Wiss Technologic*. **1995**, 28, 25-30.
- (40) Stojanovic, J.; Silva, J. L. Influence of osmotic concentration, continuous high frequency ultrasound and dehydration on antioxidants, colour and chemical properties of rabbiteye blueberries. *Food Chemistry*. **2007**, 101, 898-906.
- (41) Prior, R. L.; Cao, G.; Martin, A.; Sofic, E.; Mcewen, J.; O'brien, C.; Lischner, N.; Ehlenfeldt, M.; Kalt, W.; Krewer, G.; Mainland, C.M. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **1998**, 46, 2686-2693.
- (42) Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A. B. Qualidade pós-colheita. In: *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2nd edition, UFLA: Lavras, 2005, 785p.
- (43) Richardson, R. K.; Ross-Murphy, S. B. Non-linear viscoelasticity of polysaccharide solutions. 2: Xanthan polysaccharide solutions. *International Journal of Biological Macromolecules*. **1987**, 9, 257–264.
- (44) Bach, H.; Gutnick, D. L. Engineering bacterial biopolymers for the biosorption of heavy metals. In: *Handbook of carbohydrate engineering*, Yarema, K. J., 1st edition; CRC Press, Boca Raton, 2005; 944p.

- (45) Brouillard, R.; Dubois, J. R. M. Mechanism of the structural transformations of anthocyanins in acidic media. *Journal of the American Chemical Society*. **1977**, 99, 1359-1364.
- (46) Cheynier, V. Polyphenols in foods are more complex than often thought. *American Journal of Clinical Nutrition*. **2005**, 81, 223S-9S.
- (47) Fang, Z.; Zhang, M.; Sun, Y.; Sun, J. Polyphenol oxidase from bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) and its role in anthocyanin degradation. *Food Chemistry*. **2007**, 103, 268-273.
- (48) Rizzolo, A.; Nan, R.C.; Viscardi, D.; Bertolo, G.; Torregiani, D. Modification of glass transition temperature through carbohydrates addition and anthocyanin and soluble phenol stability of frozen blueberry juices. *Journal of Food Engineering*. **2003**, 56, 229-231.
- (49) Giovanelli, G.; Buratti, S. Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chemistry*. **2009**, 112, 903-908.
- (50) Lohachoompol, V.; Mulholland, M.; Szrednicki, G.; Craske, J. Determination of anthocyanins in various cultivars of highbush and rabbiteye blueberries, *Food Chemistry*. **2008**, 111, 249-254.
- (51) Zheng, W.; Wang, S. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries and lingonberries *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **2003**, 51, 502-509.
- (52) Harborne, J. B. *Comparative biochemistry of the flavonoids*; Academic Press: London, 1967; 383p.
- (53) Assimopoulou, N. A.; Zlatanov, S. N.; Papageorgiou, V. P. Antioxidant activity of natural resins and bioactive triterpenes in oil substrates. *Food Chemistry*. **2005**, 92, 721-727.
- (54) Queiroz, Y. A.; Bastos, D. H. M.; Sampaio, G. R.; Soares, R. A. M.; Ishimoto, E. Y.; Torres, E. A. F. S. Influência dos aditivos alimentares na atividade

- antioxidante in vitro de produtos de alho. *Alimentos e nutrição*. **2006**, 17, 3, 287-293.
- (55) Kalt, W.; Lawand, C.; Ryan, D. A. J.; Mcdonald, J. E.; Donner, Hl; Forney, C. F. Oxygen radical absorbing capacity, anthocyanin and phenolic content of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during ripening and storage. *Jornal of the American Society for Horticultural Science*. **2003**, 128, 917-923.
- (56) Kalt, W.; Dufour, D. Health functionality of blueberries. *HortTechnology*. **1997**, 7, 3, 216-221.
- (57) Wang, H.; Nair, M.; Strasburg, G.; Chang, Y.; Booren, A.; Gray, J.; Dewitt, D. Antioxidant and Antiinflammatory Activities of Anthocyanins and Their Aglycon, Cyanidin, from Tart Cherries. *Journal of Natural Products*. **1999**, 62, 294-296.
- (58) Wang, H.; Cao, G.; Prior, R. Oxygen Radical Absorbing Capacity of Anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **1997**, 45, 304-309.
- (59) Falcão, L. D.; Barros, D. M.; Gauche, C.; Luiz, M. T. B. Copigmentação intra e intermolecular de antocianinas: uma revisão. *Boletim do CEPPA*. **2003**, 21, 2, 351-366.
- (60) Kluge, R.A., Hoffmann, A., Bilhalva, A.B. Comportamento de frutos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) cv. Powder Blue em armazenamento refrigerado. *Ciência Rural*. **1994**, 24, 2, 281-285.

2º ARTIGO

Mousse de Polpa de Mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) Isento de Ingredientes de Origem Animal

**Luiza Siede Kuck^{1,3}, Andiará de Freitas Couto^{1,3}, Angelita da Silveira
Moreira^{1,2,3}, Claire Tondo Vendruscolo^{1,2,3}**

¹Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas. Campus
Universitário s/nº, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

²Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário
s/nº, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

³Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Laboratório de Biopolímeros, Universidade Federal de
Pelotas. Campus Universitário s/nº, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil

Resumo

Neste estudo desenvolveu-se diferentes formulações de *mousses* de mirtilo livre de ingredientes de origem animal, destinada a pessoas que, por restrições causadas por intolerâncias ou alergias, ou mesmo por opção (éticas ou culturais), não consomem estes ingredientes. A base láctica tradicional foi substituída por creme de soja e foram utilizadas gomas guar e xantana como agentes estruturantes e estabilizantes em cinco diferentes combinações. A cor das amostras tendeu ao vermelho e não diferiu significativamente para L*, a* e b*, com exceção da amostra que continha menor proporção de xantana (0,4%) e guar (0,4%), que teve menor valor de luminosidade que as demais. As amostras apresentaram comportamento pseudoplástico com estrutura de gel verdadeiro, havendo pouca alteração deste comportamento durante o armazenamento. A quantidade total de goma foi o fator de maior influência na aceitação das amostras, visto que na análise sensorial verificou-se, nos tempos analisados, preferência dos julgadores pela amostra com menor

proporção de xantana e guar, de estrutura menos consistente, que atingiu um percentual de intenção de compra de 70%.

Palavras-chave: Sobremesas alternativas. Xantana. Guar. Reologia. Análise sensorial.

1 Introdução

Mousses são sobremesas aeradas, obtidas a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, onde há a incorporação de ar através de batimento mecânico (OHATA et al., 2005). Além da gordura e das proteínas, a *mousse* pode conter outros ingredientes, como agentes aerantes e estabilizantes de espuma, que podem diferir quanto ao tipo e concentrações empregadas. Essas diferenças podem influenciar na aceitabilidade pelos consumidores (TÁRREGA; COSTELL, 2007).

Mousses são consideradas sistemas alimentícios emergentes (BURITI; CASTRO; SAAD, 2010). Embora tradicionalmente de produção caseira, as *mousses* vêm sendo produzidas em escala industrial, ganhando espaço no mercado de sobremesas (ARAGON-ALEGRO et al., 2007). Sua produção industrial é delicada e exige conhecimento sobre a formação e estabilização do sistema e, conseqüentemente, do uso de emulsificantes e estabilizantes (PIRES, 2004). Os ingredientes comumente utilizados na elaboração de *mousses* são ingredientes lácteos, açúcar, polpa de frutas ou chocolate e aditivos (NUNES et al., 1998). Um dos ingredientes mais utilizados para estabilização da aeração é a gelatina (ARAGON-ALEGRO et al., 2007; CARDARELLI et al., 2008). Claras de ovos liofilizadas ou pasteurizadas também são utilizadas (OHATA et al., 2005). Também outros estruturantes como os polissacarídeos, vêm sendo introduzidos como substitutos dos tradicionais (COUTO et al., 2011; KUCK et al., 2011).

Nas formulações tradicionais de *mousses*, o excesso de gorduras, a presença de lactose e de proteínas lácteas além da adição de gelatina e/ou claras de ovos, proteínas de origem animal, podem constituir-se em um impedimento ao consumo deste tipo de sobremesa por diversos motivos. Dentre esses destacam-se: a existência de indivíduos alérgicos às proteínas do leite e intolerantes à lactose; o aumento da incidência de dislipidemias na população; rejeição de produtos de origem animal por questões éticas e/ou culturais.

Dentre estes fatores, salienta-se a intolerância à lactose, que é um problema que atinge um grande percentual da população. Não existe tratamento específico para esta disfunção, sendo indicada a redução ou retirada da lactose da dieta alimentar (MATAR; MAZZO, 2010). Dessa forma, é importante o desenvolvimento de produtos que atendam às exigências alimentares destes consumidores. Os alimentos destinados aos intolerantes à lactose podem ser de dois tipos: produtos à base de leite com reduzido teor de lactose pela utilização da enzima lactase, ou, produtos que substituam o leite por derivados de soja (GASPARIN; TELES; ARAÚJO, 2010). Os últimos são mais comuns e normalmente elaborados com ingredientes como o extrato de soja, creme de soja e condensado de soja.

A xantana é um heteropolissacarídeo produzido por bactérias do gênero *Xanthomonas* que possui como principais características: boa solubilidade em água; alta viscosidade; estabilidade em uma ampla faixa de pH, inclusive em soluções ácidas; excelente capacidade de estabilizar suspensões e emulsões e suspender partículas; capacidade de conferir estabilidade aos produtos nos quais é aplicada frente ao congelamento e descongelamento; característica altamente pseudoplástica; e pouco interferente no sabor dos alimentos ao qual é aplicada (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; SUTHERLAND, 1993).

A guar, obtida a partir do endosperma da *Cyamopsis tetragonolobus*, é um pó branco-amarelado, quase inodoro, de sabor suave, solúvel em água fria (RODGE et al., 2011; SANDERSON, 1996). A guar produz soluções viscosas e é utilizada para modificação de textura e espessamento, estabilização de sistemas e formação de corpo, além de retenção de água. Além disso, não é afetada por valores baixos de pH sendo efetiva em produtos ácidos (SANDERSON, 1981).

Um dos principais atributos sensoriais de sobremesas do tipo *mousse* é a textura semi-sólida gelificada, caracterizada principalmente pela aeração. A xantana age sinergicamente com a guar, produzindo soluções mais viscosas, de alta pseudoplasticidade, o que é interessante para a produção de alimentos com diferentes texturas, e redução de custos com a adição de gomas (DEA; MORRISON, 1975; ROCKS, 1971).

O mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) é considerado em muitos países uma fruta exótica. Seu consumo é favorecido por sua atrativa cor azul, devida, principalmente à compostos fenólicos de natureza antociânica (KAHKONEN et al., 2003; SMITH et al., 2000). Estes apresentam a capacidade de doar elétrons ou átomos de

hidrogênio para radicais livres, atuando como antioxidantes naturais (WANG et al., 1997). A versatilidade do mirtilo favorece sua incorporação em uma ampla variedade de alimentos (PAYNE, 2005). Como em muitos países sua disponibilidade é restrita e o preço é elevado, torna-se interessante sua utilização em produtos de elevado valor agregado, como são os livres de ingredientes de origem animal.

O objetivo deste estudo foi desenvolver uma *mousse* alternativa de mirtilo, livre de ingredientes de origem animal, destinada a pessoas que, por restrições fisiológicas ou éticas, não consomem estes ingredientes, produzida a partir de polpa de mirtilo previamente selecionada, creme de soja e gomas xantana e guar.

2 Material e métodos

2.1 Elaboração das *mousses*

Para elaboração das *mousses* alternativas foram utilizadas polpa de mirtilo (40%), creme de soja (25%), açúcar refinado (30%), gomas xantana e guar em diferentes concentrações e água na quantidade suficiente (q.s.p. 100%). Estes ingredientes foram adquiridos no comércio local. Elaborou-se a polpa com frutos da cv. Clímax, provenientes do município de Pelotas, RS, Brasil, adicionados de 25% de água e 0,08% de ácido cítrico, previamente desintegrados e tratados termicamente em tacho aberto até atingir-se a temperatura de 95°C. Após, os frutos foram despulpados em despulpadeira de estágio simples (malha 0,1mm) por 2,5 minutos. A polpa foi imediatamente envasada em embalagens de vidro e tratada termicamente a 100°C por 30min. A polpa continha 12°Brix, pH de 3,46 e acidez de 0,62% (% de ácido cítrico). Os valores testados para as variáveis independentes do experimento foram definidos com base em estudos preliminares. A partir desses dados elaborou-se o delineamento experimental (tabela 1), composto por duas variáveis independentes (xantana e guar), em dois níveis (-1 = 0,4 e +1 = 1,0) e um ponto central (0 = 0,7) para a elaboração das *mousses* de mirtilo alternativas.

Tabela 1. Delineamento experimental para formulação de mousses alternativas de mirtilo com diferentes proporções de gomas xantana e guar.

Formulação	Níveis Codificados		Níveis Reais (%)	
	Xantana	Guar	Xantana	Guar
A	-1	-1	0,4	0,4
B	+1	-1	1,0	0,4
C	-1	+1	0,4	1,0
D	+1	+1	1,0	1,0
E	0	0	0,7	0,7

Após pesagem dos ingredientes, as misturas de gomas foram dispersas no açúcar e lentamente dissolvidas na polpa de mirtilo já adicionada de água. Finalmente, adicionou-se o creme de soja. As formulações foram homogeneizadas e aeradas com mixer (Phillips®) por 10 minutos. Na sequência, as *mousses* foram acidificadas com ácido láctico (Synth®) até pH 3,0, acondicionadas em embalagens de polipropileno, dispostas em bandejas plásticas cobertas com filme de polietileno e armazenadas em câmara fria a 5°C até serem analisadas.

2.2 Determinação instrumental da cor

A determinação instrumental de cor foi efetuada em colorímetro (Minolta® CR-300), utilizando fonte de luz em espaço de cor $L^*a^*b^*$ do sistema CIE $L^*a^*b^*$, onde: L^* indica luminosidade (0=preto e 100=branco); a^* e b^* representam as coordenadas de cromaticidade ($+a^*$ =vermelho, $-b^*$ =azul).

Os resultados obtidos para três repetições foram analisados estatisticamente utilizando-se análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a um nível de significância $\alpha=0,05$, com auxílio de software.

2.3 Reometria

As análises reométricas foram realizadas em reômetro (Haake® RS150), utilizando-se sistema placa-placa, sensor PP35TI, a 25°C. Determinou-se a viscosidade no módulo rotativo na taxa de deformação de 0,01 a 100s⁻¹, durante 300s, totalizando 100 pontos de aquisição. Foram, também, realizados ensaios oscilatórios (viscosidade *versus* elasticidade), com frequência variando de 1-10Hz.

2.4 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada no primeiro e quinto dia após a elaboração das *mousses*, com 60 julgadores não-treinados da comunidade da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), os quais compreendiam professores, alunos e funcionários, de ambos os sexos e idades entre 17 e 59 anos. Cerca de 15g de cada amostra foram servidas aos julgadores em copos plásticos codificados aleatoriamente.

Foram aplicados os testes de ordenação de preferência e intenção de compra, de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008). No teste de preferência foi solicitado aos julgadores que ordenassem as amostras de 1 a 5, conforme sua preferência, onde 1 representa a amostra mais preferida e 5 a menos preferida. A análise dos resultados foi feita através do teste de Fridman, utilizando-se a Tabela de Newell e Mac Farlane, que define o valor das diferenças críticas entre os totais de ordenação ao nível de 5%. No teste de intenção de compra foi solicitado aos julgadores que dessem uma nota para cada amostra de acordo com uma escala hedônica de 5 pontos onde: 5 = Certamente compraria; 4 = Provavelmente compraria; 3 = Tenho dúvidas se compraria; 2 = Provavelmente não compraria; 1 = Certamente não compraria.

3 Resultados e discussão

3.1 Determinação instrumental de cor

A cor é um dos atributos que mais influencia o consumidor na decisão de compra. As gomas exercem certa influência sobre a cor dos produtos: a xantana, pela ação encapsulante sobre corantes (SUTHERLAND, 1993) e a goma guar por conferir certa opacidade aos produtos na qual é adicionada. Assim, determinou-se a cor das *mousses* a fim de avaliar a influência das gomas sobre a cor das sobremesas e, conseqüentemente, na preferência dos julgadores. Os resultados obtidos encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros colorimétricos instrumentais L*, a* e b* das mousses alternativas de mirtilo com diferentes proporções de xantana e goma guar.

Amostras					
	A	B	C	D	E
L*	39,137±1,09 ^B	41.897±0,85 ^A	41,795±0,13 ^A	41,073±0,74 ^A	41,337±0,21 ^A
a*	15,310±0,48 ^A	14,470±0,91 ^A	14,573±0,61 ^A	14,950±0,32 ^A	15,403±0,21 ^A
b*	1,440±0,12 ^A	1,283±0,22 ^A	1,520±0,22 ^A	1,417±0,21 ^A	1,407±0,14 ^A

A (0,4% xantana e 0,4% guar), B (1,0% xantana e 0,4% guar; C (0,4% xantana e 1,0% guar); D (1,0% xantana e 1,0% guar); E (0,7% xantana e 0,7% guar). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância, pelo Teste de Tukey.

O parâmetro L* foi o único no qual verificou-se diferença. A amostra A (0,4% de xantana e 0,4% de guar) diferiu das demais, indicando que a menor concentração de gomas reduziu a claridade, provavelmente pela menor opacidade conferida.

Os valores de a* obtidos foram positivos, indicando a tendência das amostras à coloração vermelha. Para os valores de b* positivos, deve levar-se em consideração que os mesmos são baixos, não sugerindo obrigatoriamente uma tendência da amostra à tonalidade amarela, mas uma pequena disposição ao azul. As antocianinas, principais pigmentos do mirtilo, são formadas pelo íon flavílium (FRANCIS, 1989), que muda de conformação e, conseqüentemente, de cor conforme o pH do meio (BROUILLARD, 1982). Em pH próximo a 2,0, a forma predominante é a do cátion flavílium, vermelho. Com o aumento do pH, a conformação vai mudando para a base quinoidal, de cor violeta/azul (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009). Entretanto, não se pode dizer que não há ocorrência das outras formas, que coexistem em equilíbrio, em diferentes proporções, no meio aquoso. Além disso, a cor pode ser influenciada por um fenômeno denominado copigmentação, onde há ligação das antocianinas a outras moléculas, que podem ser, também, pigmentos, como as próprias antocianinas. Este fenômeno aumenta a estabilidade das antocianinas e conseqüentemente da cor (BROUILLARD et al., 1989).

3.2 Viscosidade

Todas as formulações, analisadas um dia após o processamento, apresentaram desejável comportamento pseudoplástico. A utilização de gomas nos alimentos em proporções inadequadas pode originar características sensoriais

inadequadas, tais como o excesso de gomosidade, percebido ao mastigar o produto. A pseudoplasticidade causa uma redução desta sensação, acentuando o sabor do alimento (CHALLEN, 1994; KATZBAUER, 1998).

Conforme esperado, a maior viscosidade foi determinada na formulação D, com maior percentual total de gomas (2,0%). A formulação A, previsivelmente, teve a menor viscosidade. Na tabela 3 é feito um comparativo entre as viscosidades aparentes das formulações das *mousses*, um e cinco dias após o processamento.

Tabela 3. Viscosidade das mousses alternativas de mirtilo com diferentes proporções de xantana e goma guar a 25°C versus taxas de cisalhamento, um e cinco dias após o processamento.

Amostras		Viscosidades (mPa.s)			
		10 s ⁻¹	30 s ⁻¹	60 s ⁻¹	100 s ⁻¹
1 Dia	A	10800	4040	2320	1670
	B	24000	8650	4660	3150
	C	26100	9030	4550	2900
	D	44500	13700	6750	4240
	E	26500	9160	4880	3230
5 Dias	A	11800	4360	2420	1730
	B	25700	8610	4490	3050
	C	27200	8900	4540	2930
	D	42400	12600	5320	3430
	E	26900	8960	4720	3130

A (0,4% xantana e 0,4% guar), B (1,0% xantana e 0,4% guar); C (0,4% xantana e 1,0% guar); D (1,0%xantana e 1,0%guar); E (0,7%xantana e 0,7%guar).

Cinco dias após o processamento observou-se uma tendência geral à manutenção da viscosidade, com exceção das amostras A e D, que tiveram pequenas alterações, elevação e redução, respectivamente.

A redução da viscosidade observada, provavelmente deve-se ao fato de ter ocorrido uma desestruturação do sistema, devido ao baixo pH do meio, 3,0. Soma-se a isso o fato de que a xantana é um polissacarídeo aniônico (RICHARDSON; ROSS-MURPHY, 1987), com capacidade de ligação a cátions metálicos (BACH; GUTNICK, 2005), o que pode aumentar a quantidade relativa de íons hidrogênio

livres. Por outro lado, é sabido que as interações inter e intra cadeias não se formam instantaneamente, sendo necessário algum tempo para a estabilização do sistema.

Os resultados apresentados na Figura 1 mostram o comportamento dos módulos elástico e viscoso em função da frequência, para as formulações de *mousse* alternativa no primeiro dia após o processamento.

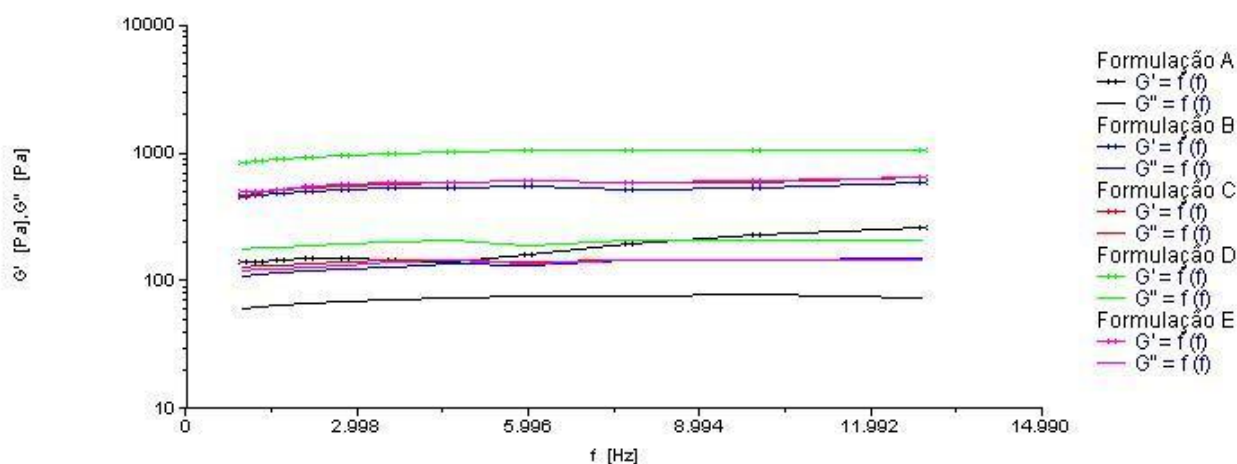


Figura 1. Viscoelasticidade de amostras das mousses alternativas de mirtilo a 25 °C, um dia após o processamento, sendo: A (0,4% xantana e 0,4% guar), B (1,0% xantana e 0,4% guar; C (0,4% xantana e 1,0% guar); D (1,0% xantana e 1,0% guar); E (0,7% xantana e 0,7% guar).

Pode-se perceber que o módulo elástico (G') de todas as formulações foi superior ao módulo viscoso (G''), o que representa uma resposta predominantemente elástica, caracterizando comportamento de gel verdadeiro (BONACUCINA; MARTELLI; PALMIERI, 2004). Fazendo uma comparação entre as formulações, pode-se observar que os maiores valores de G' e G'' foram encontrados para a formulação D, com maior teor de gomas, caracterizando-se pela formação de um gel mais forte. A formulação A, com menor concentração de gomas, teve os menores valores, sendo o gel menos forte. As demais formulações tiveram valores semelhantes, demonstrando que a concentração total das gomas teve maior importância na visco-elasticidade que a proporção entre as gomas. A interação entre a xantana e as galactomananas pode resultar na formação de gel e aumento de viscosidade e a interação entre as gomas é dependente da proporção da mistura, do pH e do ambiente iônico (SWORN, 2000). Dessa forma, diferentes combinações das gomas resultarão em diferentes características de estrutura, que serão mais ou

menos aceitas pelos consumidores. Após cinco dias de armazenamento (figura 2), a pesar da manutenção do perfil anterior, verificou-se discreta redução nos valores de G' e G'' , denotando pequena redução da força gel.

A diferença de comportamento verificada entre as formulações demonstra a importância da escolha da proporção das gomas xantana e guar na estrutura de alimentos como a *mousse*, a qual poderá constituir um gel mais ou menos forte. Pelos resultados também percebe-se que a textura (viscosidade e viscoelasticidade) das *mousses* não foi prejudicada pelo armazenamento, no período testado.

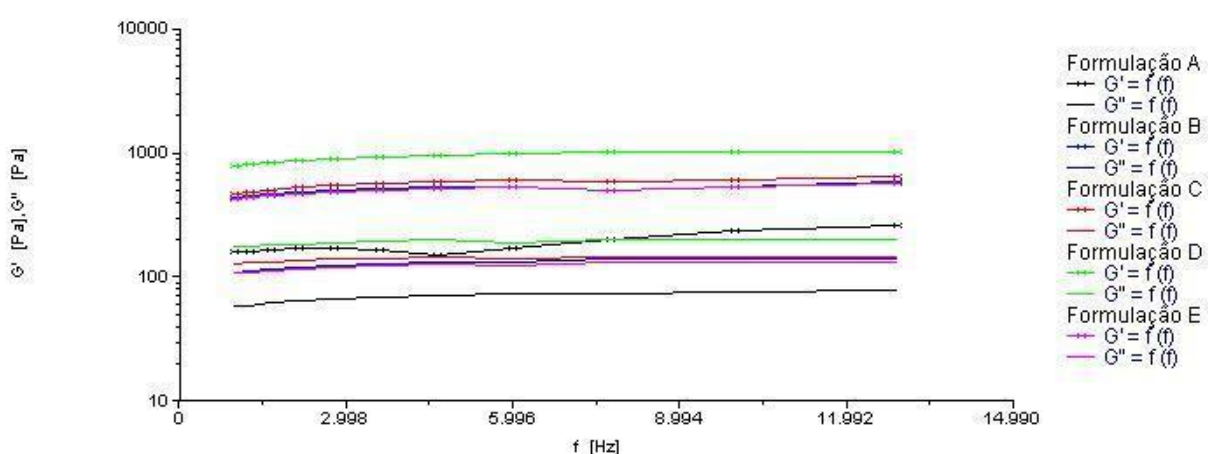


Figura 2. Viscoelasticidade de amostras das mousses alternativas de mirtilo a 25 °C, cinco dias após o processamento, sendo: A (0,4% xantana e 0,4% guar), B (1,0% xantana e 0,4% guar; C (0,4% xantana e 1,0% guar); D (1,0% xantana e 1,0% guar); E (0,7% xantana e 0,7% guar).

3.3 Análise sensorial

Na análise de preferência no primeiro dia após a produção (tabela 4) a formulação A, com menor percentual total de goma teve, a maior preferência (menor pontuação). Percebe-se assim a preferência dos consumidores por uma textura menos consistente e com menor força gel. Esta hipótese confirma-se quando se observa que a formulação D, com maior teor de goma foi a amostra mais rejeitada. As amostras B, C e E não diferiram significativamente entre si, indicando que o percentual total de goma teve maior influência sobre a preferência dos consumidores que o percentual individual de cada goma, semelhantemente ao verificado para a textura.

Tabela 4. Preferência atribuída no teste de ordenação das mousses alternativas de mirtilo e diferenças entre os totais de ordenação das amostras um dia após o processamento.

	Amostras				
	A	B	C	D	E
Somatório	123	186	175	264	152
Diferença versus A	-	63*	52*	141*	29 ^{ns}
Diferença versus B	-	-	11 ^{ns}	78*	34 ^{ns}
Diferença versus C	-	-	-	89*	23 ^{ns}
Diferença versus D	-	-	-	-	112*

A (0,4% xantana e 0,4% guar), B (1,0% xantana e 0,4% guar); C (0,4% xantana e 1,0% guar); D (1,0%xantana e 1,0%guar); E (0,7%xantana e 0,7%guar).

*Significativo ao nível de 5%; ^{ns}Não significativo ao nível de 5%.

De modo análogo ao verificado na análise reológica, a ordenação de preferência verificada no quinto dia após o processamento (tabela 5) pouco modificou-se em relação à primeira análise, havendo somente uma troca entre as amostras B e C, que, como anteriormente, não diferiram significativamente. As amostras A, D e E tiveram uma pequena melhoria na preferência, enquanto as amostras B e C tiveram uma redução.

Tabela 5. Preferência atribuída no teste de ordenação das mousses alternativas de mirtilo e diferenças entre os totais de ordenação das amostras cinco dias após o processamento.

	Amostras				
	A	B	C	D	E
Somatório	112	193	197	250	148
Diferença versus A	-	81*	85*	138*	36 ^{ns}
Diferença versus B	-	-	4 ^{ns}	57*	45 ^{ns}
Diferença versus C	-	-	-	53*	49*
Diferença versus D	-	-	-	-	102*

A (0,4% xantana e 0,4% guar), B (1,0% xantana e 0,4% guar); C (0,4% xantana e 1,0% guar); D (1,0%xantana e 1,0%guar); E (0,7%xantana e 0,7%guar).

*Significativo ao nível de 5%; ^{ns}Não significativo ao nível de 5%.

Dentre as principais aplicações dos hidrocolóides em alimentos encontra-se a modificação de textura, agindo como espessantes e estabilizantes (BORGESON; MULLER; KISHI, 2002), além da melhora da retenção de água (RODGE et al., 2011)

por aumento da pressão coloidosmótica, mantendo a qualidade dos produtos durante o armazenamento. Devido a estas características das gomas, as formulações não sofreram endurecimento por perda de água após cinco dias de armazenamento, que caracteriza o envelhecimento do produto. De acordo com Ohata et al. (2005), o envelhecimento da espuma causado pela força da gravidade promove aproximação das células de ar entre si, resultando em sinerese e consequentemente drenagem de líquido.

Mousses são sobremesas, alimentos normalmente muito perecíveis, que devem ser armazenados sob refrigeração, por um curto período de tempo. Buriti, Castro e Saad (2010) observaram redução da aceitação de *mousse* de guava após 14 dias sob refrigeração. É importante ressaltar que produção deste tipo de alimento é normalmente voltada aos mercados local e regional, facilitando sua rápida disponibilização após a produção. Assim, os resultados obtidos no presente estudo indicam a potencialidade de inserção do produto no mercado, visto que as características sensoriais desejadas foram mantidas na formulação A, a preferida mesmo após armazenamento por 5 dias. Além disso, é muito provável que a utilização de embalagens com vedamento mais eficiente permita a estocagem por tempo maior.

A análise de intenção de compra efetuada em um e cinco dias de armazenamento (figura 3) corrobora o resultado da análise de ordenação de preferência, evidenciando a melhor aceitação da amostra A e a pior aceitação da amostra D.

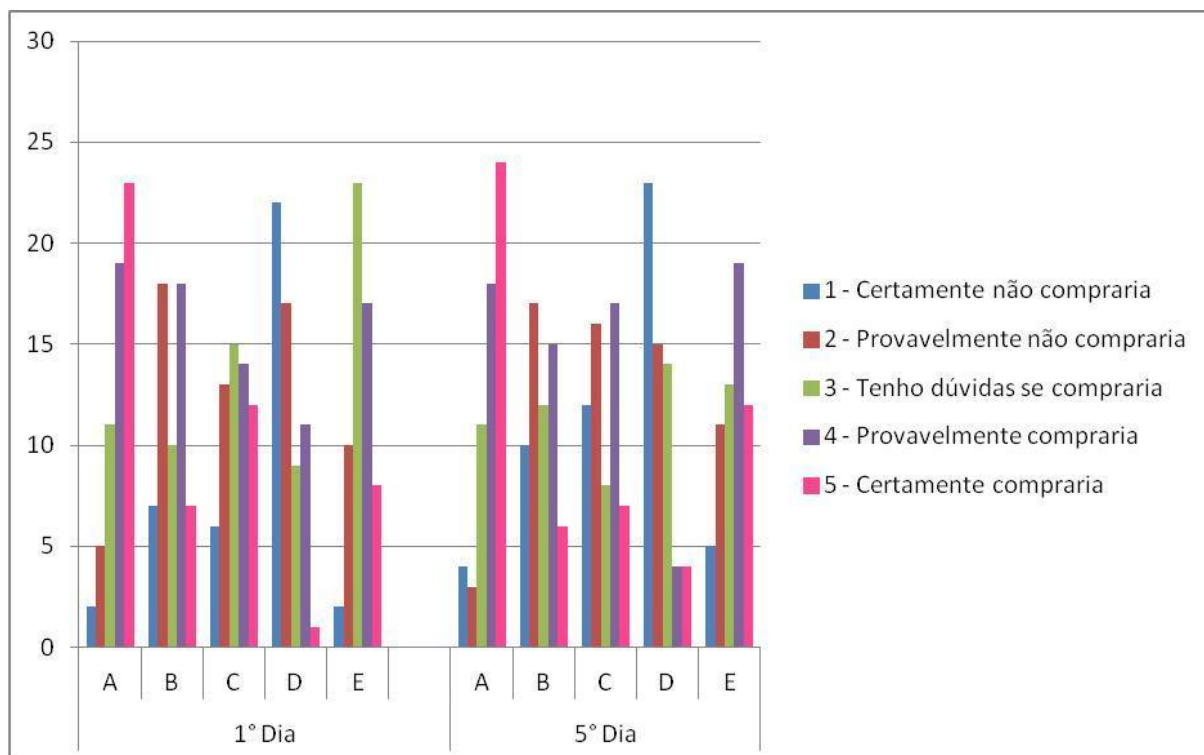


Figura 3. Intenção de compra das diferentes formulações das mousses alternativas de mirtilo um dia e cinco dias após a produção, onde: A (0,4% xantana e 0,4% guar), B (1,0% xantana e 0,4% guar; C (0,4% xantana e 1,0% guar); D (1,0% xantana e 1,0% guar); E (0,7% xantana e 0,7% guar).

Para as amostras B e C o percentual de julgadores que certamente comprariam ou provavelmente comprariam foi muito próximo. No quinto dia verificou-se redução na aceitação das amostras B, C e D e um aumento na aceitação da amostra E; a amostra A manteve-se estável.

Estes resultados correlacionam-se parcialmente com a análise de ordenação de preferência, já que o pequeno aumento na aceitação da amostra D na segunda análise sensorial não foi acompanhado de aumento na intenção de compra. Pequenas discrepâncias poderiam ser atribuídas ao fato de ser menos complexo ao julgador relatar a intenção de compra do que realizar uma ordenação de preferência. A tabela 6 mostra o percentual de julgadores que atribuíram nota 4 e 5 para cada uma das amostras.

Tabela 6. Percentual de julgadores que atribuíram notas 4 e 5 na análise de intenção de compra, no primeiro e quinto dia após a produção das mousses alternativas de mirtilo.

	1º Dia		Total	2º Dia		Total
	4	5		4	5	
A (%)	31,6	38,3	69,9	30,0	40,0	70,0
B (%)	30,0	11,6	41,6	25,0	10,0	35,0
C (%)	23,3	20,0	43,3	28,3	11,7	40,0
D (%)	18,3	1,7	20,0	6,7	6,7	13,4
E (%)	28,3	13,3	41,6	31,7	20,0	51,7

A (0,4% xantana e 0,4% guar), B (1,0% xantana e 0,4% guar; C (0,4% xantana e 1,0% guar); D (1,0%xantana e 1,0%guar); E (0,7%xantana e 0,7%guar).

5 = Certamente compraria; 4 = Provavelmente compraria.

A amostra A, melhor, apresentou percentual de 69,9% de julgadores que provavelmente comprariam ou certamente comprariam a amostra no primeiro dia de produção, e 70% dos julgadores no quinto dia, o que evidencia sua potencialidade de no mercado consumidor. Salienta-se que a análise sensorial foi efetuada entre indivíduos não portadores de intolerância à lactose, não habituados a consumir produtos à base de soja. De acordo com Parraga (1990), alimentos preparados com ingredientes pertencentes aos hábitos alimentares de uma determinada população são mais bem aceitos. Considerando estes fatores, o resultado de 70% de julgadores que provavelmente comprariam ou certamente comprariam o produto é muito bom e indica a potencialidade de comercialização do produto com apelo para nichos mercadológicos específicos.

4 Conclusões

A concentração das gomas não influenciou na cor propriamente dita das *mousses*, apenas na luminosidade. Todas as proporções de gomas testadas propiciaram a obtenção de *mousses* pseudoplásticas e com estrutura de gel verdadeiro, ocorrendo pouca alteração nos valores durante o armazenamento. A quantidade total de goma utilizada teve maior influência na aceitação do que as proporções destas, sendo que quanto menor o percentual de goma utilizado maior a aceitação sensorial dos julgadores. A formulação elaborada com 0,4% de xantana e 0,4% de guar, de estrutura menos consistente, foi a mais preferida, com 70% dos julgadores, não

pertencentes ao nicho de mercado específico, afirmando no teste de intenção de compra provavelmente ou certamente comprar a mesma, demonstrando a potencialidade deste produto, principalmente como alternativa para consumidores com necessidades alimentícias especiais.

5 Referências Bibliográficas

ARAGON-ALEGRO, L. C.; ALEGRO, J. H. A.; CARDARELLI, H. R.; CHIU, M. C.; SAAD, S. M. I. Potentially probiotic and synbiotic chocolate mousse. **LWT**, v.40, p.669-675, 2007.

BACH, H.; GUTNICK, D. L. **Engineering bacterial biopolymers for the biosorption of heavy metals**. In: YAREMA, K. J. Handbook of carbohydrate engineering, p.507-534. CRC Press, Boca Raton, 2005. 944p.

BONACUCINA, G.; MARTELLI, S.; PALMIERI, G. F. Rheological, mucoadhesive and releas e properties of Carbopol gels in hydrophilic cosolvents. **International Journal of Pharmaceutics**, v.282, p.115-130, 2004.

BORGESON, N.; MULLER, S.; KISHI, A. **Food Additives**. SRI International, 2002.

BROUILLARD, R. Chemical structure of anthocyanins. In: **Anthocyanins as Food Colors**. Pericles Markakis (ed.), Academic Press Inc., New York, p.1-38, 1982.

BROUILLARD, R.; MAZZA, G.; SAAD, Z.; ALBRECHT-GARY, A. M.; CHEMINAT A. The co-pigmentation reaction of anthocyanins: a microprobe for the structural study of aqueous solutions. **Journal of American Chemical Society**, v.111, p.2604-2610, 1989.

BURITI, F. C. A.; CASTRO, I. A.; SAAD, S. M. I.; Effects of refrigeration, freezing and replacement of milk fat by inulin and whey protein concentrate on texture profile and sensory acceptance of symbiotic guava mousses. **Food Chemistry**, v.123, p.1190-1197, 2010.

CARDARELLI, H. R.; ARAGON-ALEGRO, L. C.; ALEGRO, J. H. A.; CASTRO, I. A.; SAAD, S. M. I. Effect of inulin and *Lactobacillus paracasei* on sensory and instrumental texture properties of functional chocolate mousse. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.88, p.1318-1324, 2008.

CASTANEDA-OVANDO, A.; PACHECO-HERNANDEZ, M. L.; PAEZ-HERNANDEZ, M. E.; RODRIGUEZ, J. A.; GALAN-VIDAL, C. A. Chemical studies of anthocyanins: a review. **Food Chemistry**, v.113, p.859-871, 2009.

CHALLENG, I. A. Xanthan gum: A multifunctional stabilizer for food products. In: K. NISHINARI; E. DOI (eds.), **Food Hydrocolloids: Structure, properties, and functions**. New York, Plenum Press, p.135-140, 1994.

COUTO, A. F.; BOROWSKI, J. M.; ÜCKER, C. D. L.; VENDRUSCOLO, C. T.; MOREIRA, A. S. *Mousses de framboesa (Rubus ideaus) alternativas livres de ingredientes de origem animal e tradicionais: análise sensorial*. **Higiene Alimentar**, v.25, p.215-216, 2011.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

DEA, I. C. M.; MORRISON A. Chemistry and interactions of seed galactomannans. **Advances in Carbohydrate, Chemistry and Biochemistry**, v.32, p.241–312, 1975.

FRANCIS, F. J. Food colorants: anthocyanins. **Critical Review of Food Science and Nutrition**, v.28, p.273-314, 1989.

GASPARIN, F. S. R.; TELES, J. M.; ARAÚJO, S. C. Alergia à proteína do leite de vaca versus intolerância à lactose: as diferenças e semelhanças. **Revista Saúde e Pesquisa**, v.3, n.1, p.107-114, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4º ed. 1º ed. digital. São Paulo. Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

KAHKONEM, M. P.; HEINAMAKI, J.; OLLIAINEM, V.; HEINONEM, M. Berry anthocyanins: isolation, identification and antioxidant activities. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.83, p.1403-1411, 2003.

KATZBAUER, B. Properties and applications of xanthan gum. **Polymer Degradation and Stability**. n.59, p.81-84, 1998.

KUCK, L. S.; ALVES, F. G.; COUTO, A. F.; SOMACAL, S.; MOREIRA, A. da S.; VENDRUSCOLO, C. T. A mousse de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) para população portadora de intolerância à lactose ou alérgica a proteínas de origem animal. **Higiene Alimentar**, v.25, p.169-170, 2011.

MATTAR, R.; MAZO, D. F. C. Intolerância à lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.56, n.2, p.230-236, 2010.

NUNES, M.C.; MURATA, L.T.F.; ALCÂNTARA, M.R.S.; GERMANO, M.I.S.; GERMANO, P.M.L. Avaliação das sobremesas lácteas: características que podem comprometer a garantia de qualidade. **Higiene Alimentar**, v.12, n.58, p.41-48, 1998.

OHATA, S. M.; ZACARCHENCO, P. B.; AULER, F.; ANTUNES, A. J. Adição de concentrado protéico de soro (CPS) em mousse de maracujá. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.7, n.1, p.55-66, 2005.

PARRAGA, I. M. Determinants of food consumption. **Journal of American Dietetic Association**, v.90, n.5, p.661-663, 1990.

PAYNE, T. J. Formulating with Blueberries for Health. **Cereal Foods World**, v.50, n.5, p.262-264, 2005.

PIRES, M. H. Sobremesas lácteas aeradas: sistemas de estabilização e tecnologia de aeração. **Food Ingredients**, v.6, p.74-77, 2004.

RICHARDSON, R. K.; ROSS-MURPHY, S. B. Non-linear viscoelasticity of polysaccharide solutions. 2: Xanthan polysaccharide solutions. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.9, p.257–264, 1987.

ROCKS, J. K. Xanthan gum. **Food Technology**, v.25, n.5, p.22–31, 1971.

RODGE, A. B.; SONKAMBLE, S. M.; SALVE, R. V.; HASHMI, S. I.; Effect of hydrocolloid (guar gum) incorporation on the quality characteristics of bread. **Journal of Food Processing & Technology**, v.3, n.1, 2011.

SANDERSON, G.R. Polyssacharides in foods. **Food Technology**. v.35, n.5, p. 50 57. 1981.

SANDERSON, G.R. Gums and their use in food systems. **Food Technology**, v.50, n.3, p.81-84, 1996.

SMITH, M. A. L.; MARLEY, K. A.; SEIGLER, D.; SINGLETARY, K. W.; MELINE, B. Bioactive properties of wild blueberry fruits. **Journal of Food Science**, v.65, n.2, 2000.

SUTHERLAND, I. W. Xanthan. In: SWINGS, J. G.; CIVEROLO, E. L. **Xanthomonas**. London: Chapman & Hall, p.363-388, 1993.

SWORN, M. G. **Xanthan gum**. In: PHILLIPS, G. O.; WILLIAMS, P. A. Handbook of hydrocolloids, p.103-115. CRC Press, Boca Raton, 2000. 948p.

TÁRREGA, A.; COSTELL, E. Colour and consistency of semi-solid dairy desserts: instrumental and sensory measurements. **Journal of Food Engineering**, v.78, p.655–661, 2007.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. **Food Chemistry**, v.45, p.304-309, 1997.

CONCLUSÕES GERAIS

O estudo proporcionou a obtenção de polpas de mirtilo de boa qualidade, onde a formulação utilizando frutos desintegrados sem adição de xantana teve os melhores percentuais antociânicos em 90 dias de armazenamento e a formulação elaborada com frutos desintegrados com adição de xantana teve os melhores resultados em relação à cor. A aplicação de polpa na elaboração de *mousses* alternativas, sem adição de produtos de origem animal foi positiva, com desenvolvimento de um produto sensorialmente bem aceito mesmo após 5 dias de armazenamento. A utilização de menor percentual de gomas (0,4% de xantana e 0,4% de guar) propiciou a obtenção de *mousse* com textura menos consistente, preferida pelos avaliadores.

REFERÊNCIAS GERAIS

ADAMS, J. B. Thermal degradation of anthocyanins with particular reference to the 3-glycosides of cyanidin. I. In acidified aqueous solution at 100°C. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.24, p.747-762, 1973.

AKOH, C.C. Fat replacers. **Food Technology**, v.52, n.3, p.47-53, 1998.

AMERICAN BEAUTIES NATIVE PLANTS. Disponível em: <http://www.abnativeplants.com>>. Acesso em: 13 de set. 2011.

AMES, B. N. SHIGENAGA, M. K.; HAGEN, T. M. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.90, p.7915-7922, 1993.

AMR, A.; AL-TAMIMI, E. Stability of the crude extracts of *Ranunculus asiaticus* anthocyanins and their use as food colourants. **International Journal of Food Science and Technology**, v.42, p.985-991, 2007.

ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.151-158, 2002.

ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M. **Situação atual da oferta e demanda de mirtilo no Brasil. In: Curso produção de mirtilo de baixo requerimento de frio.** Palestras. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007.

ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. **Cultivo do mirtilo (*Vaccinium* spp.)**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, p.99, 2006.

ARAGON-ALEGRO, L. C.; ALEGRO, J. H. A.; CARDARELLI, H. R.; CHIU, M. C.; SAAD, S. M. I. Potentially probiotic and synbiotic chocolate mousse. **LWT**, v.40, p.669-675, 2007.

ASEN, S.; STEWART, R. N.; NORRIS, K. H. Co-pigmentation of anthocyanins in plant tissues and its effect on colour. **Phytochemistry**, v.11, p.1139-1144, 1972.

ASSIMOPOULOU, N. A.; ZLATANOS, S. N.; PAPAGEORGIOU, V. P. Antioxidant activity of natural resins and bioactive triterpenes in oil substrates. **Food Chemistry**, v.92, p.721-727, 2005.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16th ed. Gaithersburg: AOAC International, 1997. 1141 p.

ATTOE, E. L.; VON ELBE, J. H. Photochemical degradation of betanine and selected anthocyanins. **Journal of Food Science**, v.46, p.1934-1937, 1981.

AYAZ, F. A.; KADIOGLU, A.; BERTOFT, E.; ACAR, C.; TURNA, I. Effect of fruit maturation on sugar and organic acid composition in two blueberries (*Vaccinium arctostaphylos* and *V. myrtillus*) native to Turkey. **Journal of Crop and Horticultural Science**, v.29, p.137-141, 2001.

AZUAJE, R. A.; SÁNCHEZ, J. A. Produccion de xantano por *Xanthomonas campestris* en un medio de cultivo no convencional. **Acta Científica Venezolana**, v.50, p.201-209, 1999.

BACH, H.; GUTNICK, D. L. **Engineering bacterial biopolymers for the biosorption of heavy metals**. In: YAREMA, K. J. Handbook of carbohydrate engineering, p.507-534. CRC Press, Boca Raton, 2005.

BAÑADOS, M. P. Blueberry production in South America. **Acta Horticulturae (ISHS)**, n.715, p.165-172, 2006.

BARBA, F. J.; JÄGER, H.; MENESES, N.; ESTEVE, M. J.; FRÍGOLA, A. KNORR, D. Evaluation of quality changes of blueberry juice during refrigerated storage after high-pressure and pulsed electric fields processing, **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, 2012.

BARRETT, D. M.; SOMOGYI, L.; RAMASWAMY, H. S. **Processing Fruits: Science and Technology**, 2nd edition, CRC Press, 2004. 864p.

BASSA, I. A.; FRANCIS, F. J. Stability of anthocyanins from sweet potatoes in a model beverage. **Journal of Food Science**, v.52, p.1753-1754, 1987.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de Tecnologia de Alimentos**. Volume 3. São Paulo: Atheneu, 1998. 317p.

BATES, R. P.; MORRIS, J. R.; CRANDALL, P. G. Principles and practices of small-and medium-scale fruit juice processing. **Agricultural Services Bulletin – FAO**, n.146, 2001.

BENAVENTE-GARCIA, O.; CASTILLO, J.; MARIN, F. R.; ORTUNO, A.; DEL RIO, J. A. Uses and properties of citrus flavonoids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.45, p. 505 – 4515, 1997.

BILLAUD, C.; BRUN-MÉRIMÉE, S.; LOUARME, L.; NICOLAS, J. Effect of glutathione and Maillard reaction products prepared from glucose or fructose with glutathione on polyphenoloxidase from apple I: enzymatic browning and enzyme activity inhibition. **Food Chemistry**, v.84, p.223-233, 2004.

BOBBIO F.O., BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1992. 223p.

BOBBIO, F. O.; MERCADANTE, A. Z. Anthocyanins in foods: Occurrence and physicochemical properties. In BOBBIO, F. O.; MERCADANTE, A. Z. **Food colorants: Chemical and functional properties**, Boca Raton: CRC Press, v.1, p.241–276, 2008.

BONACUCINA, G.; MARTELLI, S.; PALMIERI, G. F. Rheological, mucoadhesive and release properties of Carbopol gels in hydrophilic cosolvents. **International Journal of Pharmaceutics**, v.282, p.115-130, 2004.

BORGESON, N.; MULLER, S.; KISHI, A. **Food Additives**. SRI International, 2002. 89p.

BORN, K.; LANGENDORFF, V.; BOULENGUER, P. Xanthan. In: STEINBÜCHEL, A.; VANDAMME, E. J.; DE BAETS, S. **Biopolymers**. Weinheim: Wiley-VCH, v.5, p.259-291, 2002.

BRAMBILLA, A.; MAFFI, D.; RIZZOLO, A. Study of the influence of berry-blanching on syneresis in blueberry purées. **Procedia Food Science**, v.1, p.1502-1508, 2011.

BRAMBILLA, A.; SCALZO, R. L.; BERTOLO, G.; TORREGGIANI, D. Steam-blanching highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) juice: phenolic profile and antioxidant capacity in relation to cultivar selection. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.2643-2648, 2008.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSE, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant. **Lebensm-Wiss Technologic**, v. 28, p.25-30, 1995.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965**. Modifica o Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto nº 691, de 13 de março de 1962. DOU: Diário Oficial da União, 1965.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 07, de 06 de junho de 1989**: Entende o uso dos aditivos, especificados e classificados abaixo,

aos produtos alimentícios e nos limites máximos indicados. DOU: Diário Oficial da União, 1989.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução RDC nº273 de 22 de setembro de 2005**: aprova o regulamento técnico para misturas para o preparo de alimentos e alimentos prontos para o consumo. DOU: Diário Oficial da União, 2005.

BRASIL. MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº01 de 7 de janeiro de 2000**: Aprova o regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. DOU: Diário Oficial da União, 2000.

BRASIL. SVS/MS – Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. **Portaria nº 540 de 27 de outubro de 1997**: Aprova o regulamento técnico para definições, classificação e emprego de aditivos alimentares. DOU: Diário Oficial da União, 1997.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, v.56, n.11, p.317-333, 1998.

BROUILLARD, R. Chemical structure of anthocyanins. In: **Anthocyanins as Food Colors**. Pericles Markakis (ed.), Academic Press Inc., New York, p.1-38, 1982.

BROUILLARD, R.; CHASSAING, S.; ISOREZ, G.; KUENY-STOTZ, M.; FIGUEIREDO, P. **The Visible Flavonoids or Anthocyanins**. In: SANTOS-BUELGA, C.; ESCRIBANO-BAILON, M. T.; LATTANZIO, V. Research to Applications, in Recent Advances in Polyphenol Research, Volume 2, Wiley-Blackwell, Oxford, UK, 2010. 352p.

BROUILLARD, R.; DELAPORTE, B. Chemistry of anthocyanin pigments. 2. Kinetic and thermodynamic study of proton transfer, hydration and tautomeric reaction of malvidin 3-glucoside. **Journal of American Chemistry Society**, v.99, p.8461-8468, 1977.

BROUILLARD, R.; DUBOIS, J. R. M. Mechanism of the structural transformations of anthocyanins in acidic media. **Journal of the American Chemical Society**, v.99, n.5, p.1359-1364, 1977.

BROUILLARD, R.; MAZZA, G.; SAAD, Z.; ALBRECHT-GARY, A. M.; CHEMINAT A. The co-pigmentation reaction of anthocyanins: a microprobe for the structural study of aqueous solutions. **Journal of American Chemical Society**, v.111, p.2604-2610, 1989.

BURDOCK, G.A. **Enciclopédia of Food and Color Aditivies**. CRC Press, 1996. 1059p.

BURITI, F. C. A.; CASTRO, I. A.; SAAD, S. M. I.; Effects of refrigeration, freezing and replacement of milk fat by inulin and whey protein concentrate on texture profile and sensory acceptance of symbiotic guava mousses. **Food Chemistry**, v.123, p.1190-1197, 2010.

CAMPBELL, G. M.; MOUGEOT, E. Creation and characterization of aerated food products. **Trends in Food Science & Technology**, v.10, n.9, p.283-296, 1999.

CARDARELLI, H. R.; ARAGON-ALEGRO, L. C.; ALEGRO, J. H. A.; CASTRO, I. A.; SAAD, S. M. I. Effect of inulin and *Lactobacillus paracasei* on sensory and instrumental texture properties of functional chocolate mousse. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.88, p.1318-1324, 2008.

CARLSON, J. S. **Processing Effects on the Antioxidant Activities of Blueberry Juices**. Thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University. Raleigh, 2003.

CASTANEDA-OVANDO, A.; PACHECO-HERNANDEZ, M. L.; PAEZ-HERNANDEZ, M. E.; RODRIGUEZ, J. A.; GALAN-VIDAL, C. A. Chemical studies of anthocyanins: a review. **Food Chemistry**, v.113, p.859-871, 2009.

CAVALCANTI, R. N.; SANTOS, D. T.; MEIRELES, M. A. A. Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems – An overview. **Food Research International**, v.44, p.499-509, 2011.

CEPONIS, M. J.; CAPPELINI, R. A. Control of postharvest decays of blueberries by carbon dioxide-enriched atmospheres. **Plant Disease**, v.67, n.2, p.169-171, 1983.

CHALKER-SCOTT, L. Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. **Photochemistry and photobiology**, v.70, n.1, p.1-9, 1999.

CHALLEN, I. A. 1994. Xanthan gum: A multifunctional stabilizer for food products. In: K. NISHINARI; E. DOI (eds.), **Food Hydrocolloids: Structure, properties, and functions**. New York, Plenum Press, p. 135-140.

CHEMISTRYLAND. Ácido Cítrico. Disponível em: <http://www.chemistryland.com/CHM151W/04-Solutions/acids/CitricAcid.jpg>. Acesso em: 14 dez. 2010.

CHEN, C.S. **Physicochemical principles for the concentration and freezing of fruit juices**. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. Fruit Juice Processing Technology, Auburndale, FL: Agscience, Inc. 1993. 713p.

CHEYNIER, V. Polyphenols in foods are more complex than often thought. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.81, suppl.223S-9S, 2005.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CISSE, M.; VAILLANT, F.; ACOSTA, O.; MAYER, C. D.; DORNIER, M. Thermal Degradation Kinetics of Anthocyanins from Blood Orange, Blackberry, and Roselle Using the Arrhenius, Eyring, and Ball Models. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, p.6285-6291, 2009.

CLIFFORD, M. N. Anthocyanins: Nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.1063–1072, 2000.

CONCELLÓN, A.; AÑÓN, M.C.; CHAVES, A.R. Characterization and changes in polyphenol oxidase from eggplant fruit (*Solanum melongena* L.) during storage at low temperature. **Food Chemistry**, v.88, n.1, p.17-24, 2004.

CONNOR, A. M.; LUBY, J. J.; HANCOCK, J. R.; BERKHEIMER, S.; HANSON, E. J. Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.50, p.893-898, 2002.

COOK, N. C.; SAMMAN, S.; “Flavonoids – Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources”, **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.7, n.2, p.66, 1996.

COUTO, A. F.; BOROWSKI, J. M.; ÜCKER, C. D. L.; VENDRUSCOLO, C. T.; MOREIRA, A. S. *Mousses de framboesa (Rubus ideaus) alternativas livres de ingredientes de origem animal e tradicionais: análise sensorial*. **Higiene Alimentar**, v. 25, p. 215-216, 2011.

CROFT, K.D. The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. **Annals of the New York Academy of Science**, New York, v.854, p.435-442, 1998.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

DAVIES, K. J. Oxidative stress: the paradox of aerobic life. **Biochemical Society Symposia**, v.61, p.1-31, 1995.

DEA, I. C. M.; MORRISON A. Chemistry and interactions of seed galactomannans. **Advances in Carbohydrate, Chemistry and Biochemistry**, v.32, p.241–312, 1975.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins and betalains – Characteristics, biosynthesis, processing and stability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.40, n.3, p.173-289, 2000.

DEY, P. M.; HARBORNE, J. B. 1. **Plant phenolics methods in plant biochemistry**, 2°ed. London: Academic Press Limited, p.326–341, 1993.

DOUGHALL, D. K.; BAKER, D. C.; GAKH, E. G.; REDUS, M. A.; WHITTEMORE, N. A. Anthocyanins from wild carrot suspension cultures acylated with supplied carboxylic acids. **Carbohydrate Research**, v.310, p.177-189, 1998.

ECK, P., CHILDERS, N.F. **Blueberry culture**. New Brunswick: Rutgers University Press, 1966. 378p.

EIBOND, L. S.; REYNERTSON, K. A.; LUO, X. D.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Anthocyanin antioxidants from edible fruits, **Food Chemistry**; v.84, n.1, p.23, 2004.

ESTABILIZANTES. Food Ingredients Brasil, nº14, 2010. Disponível em: <www.revista-fi.com>. Acesso em 13 nov. 2011.

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.S26-S34, 2011.

FALCÃO, L. D.; BARROS, D. M.; GAUCHE, C.; LUIZ, M. T. B. Copigmentação intra e intermolecular de antocianinas: uma revisão. **Boletim do CEPPA**, v.21, n.2, p.351-366, 2003.

FANG, Z.; ZHANG, M.; SUN, Y.; SUN, J. Polyphenol oxidase from bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) and its role in anthocyanin degradation. **Food Chemistry**, v.103, p.268-273, 2007.

FARIA, A; OLIVEIRA, J.; NEVES, P.; GAMEIRO, P.; SANTOS-BUELGA, C.; FREITAS, V.; MATEUS, N. Antioxidant properties of prepared blueberry (*Vaccinium myrtillus*) extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.6896-6902, 2005.

FAVARO, M. M. A. **Extração, estabilidade e quantificação de antocianinas de frutas típicas brasileiras para aplicação industrial como corantes**. 2008. 105f. Dissertação (Mestrado em Química na área de Química Analítica) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FOLEGATTI, M. I. da S. **Estudo do efeito do uso de diferentes agentes aerantes e gelificantes e do processamento nas características físicas e sensoriais e na estabilidade do produto *mousse* de maracujá**. 2001. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FOLTS, J. Antithrombotic Potential of Grape Juice and Red Wine for Preventing Heart Attacks. **Pharmaceutical Biology**, v.36, p.21, 1998.

FOSEN, T.; CARBRITA, L.; ANDERSEN, Ø.M. Colour and stability of pure anthocyanins influenced by pH including the alkaline region. **Food Chemistry**, v.63, n.4, p.435–440, 1998.

FRAGA, C. G. **Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition and pharmacology**. New Jersey: Wiley & Sons, 2009. 593p.

FRANCIS, F. J. Food colorants: anthocyanins. **Critical Review of Food Science and Nutrition**, v.28, p.273-314, 1989.

FRANCIS, F. J. Anthocyanins and betalainais: composition and applications. **Cereal Foods World**, v. 45, p. 208-213, 2000.

FUKUMOTO, L.; MAZZA, G. Assessing antioxidant and prooxidant activity of phenolic compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p.3597-604, 2000.

FURTADO, P.; FIGUEIREDO, P.; NEVES, H. C.; PINA, F. Photochemical and thermal degradation of anthocyanidins. **Journal of Photochemistry and Photobiology**, v.75, p.113-118, 1993.

GARCIA-VIGUERA, C.; ZAFRILLA, P.; TOMAS-BARBERAN, F. A. The use of Acetone as an Extraction Solvent for Anthocyanins from Strawberry Fruit. **Phytochemistry Analytical**, v.9, p.274-277, 1998.

GARCIA-VIGUERA, C.; ZAFRILLA, P.; ROMERO, R.; ABELLAN, P. ARTES, F.; TOMAS-BARBERAN, F.A. Color Stability of Strawberry Jam as Affected by Cultivar and Storage Temperature. **Journal of Food Science**, v.64, n.2, p. 243-247, 1999.

GARZÓN, G. A.; WROLSTAD, R. E. Comparision of the stability of pelargonidin-based anthocyanins in strawberry juice and concentrate. **Journal of Food Science**, v.67, n.5, p.1288–1299, 2002.

GASPARIN, F. S. R.; TELES, J. M.; ARAÚJO, S. C. Alergia à proteína do leite de vaca versus intolerância à lactose: as diferenças e semelhanças. **Revista saúde e pesquisa**, v.3, n.1, p.107-114, 2010.

GIOVANELLI, G.; BURATTI, S. Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. **Food Chemistry**, v.112, p.903-908, 2009.

GIUSTI, M.M.; WROLSTAD, R.E., Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. **Biochemical Engineering Journal**, v.14, p.217–225, 2003.

GODSHALL, M. A. How Carbohydrates influence food flavour. **Food Technology**, Chicago, v.1, n.51, p.63-67, 1997.

GONNET, J. F. Colour effects of co-pigmentation of anthocyanins revisited-1. A colorimetric definition using the CIELAB scale. **Food Chemistry**, v.63, n.3, p.409-4015, 1998.

GOULD, K. S., LEE, D. W. **Anthocyanins and leaves. The function of anthocyanins in vegetative organs. Advances in botanical research.** London: Academic Press, v.37, 2002.

GUICHARD, E. Interactions between flavour compounds and food ingredients and their influence on flavour perception. **Food Review International**, v.1, n.18, p.49-70. 2002.

HALLIWELL, B. Antioxidants and human disease: A general introduction. **Nutrition Reviews**, v.55, p.S44-S52, 1997.

HAN, X; SHEN, T; LOU, H. Dietary polyphenols and their biological significance. **International Journal of Molecular Sciences**, v.8, p.950-988, 2007.

HARB, J. Y.; STREIF, J. Controlled atmosphere storage of Highbush blueberries cv. 'Duke'. **European Journal of Horticultural Science**, v.69, p.66-72, 2004.

HARBORNE, J. B.; **The Flavonoids: advanced in research since 1986**, Champman and Hall: New York, 5th edition, 1994. 676p.

HE, J.; GIUSTI, M. M. Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. **Annual Review of Food Science Technology**, v.1, p.163-187, 2010.

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.

HEREDIA, F. J.; FRANCA-ARICHA, E. M.; RIVAS-GONZALO, J. C.; VICARIO, I. M.; SANTOS-BUELGA, C. Chromatic characterization of anthocyanins from red grapes – I. pH effect. **Food Chemistry**, v.63, n.4, p.491-498, 1998.

HERMES-LIMA, M.; STOREY, J. M.; STOREY, K. B. Antioxidant defenses and metabolic depression. The hypothesis of preparation for oxidative stress in land snails. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, v.120, p.437-448, 1998.

HOWARD, L. R.; CASTRODALE, C.; BROWNMILLER, C.; MAUROMOUSTAKOS, A. Jam processing and storage effects on blueberry polyphenolics and antioxidant capacity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p.4022-4029, 2010.

HUI, Y. H.; BARTA, J.; CANO, M. P.; GUSEK, T. W.; SIDHU, J. S.; SINHA, N. K. **Handbook of fruits and fruit processing**. Wiley-Blackwell, 2006. 697p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4° ed. 1° ed. digital. São Paulo. Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

JACKMAN, R. L.; YADA, R. Y.; TUNG, M. A.; SPEERS, R. A. Anthocyanins as food colorants - a review. **Journal of Food Biochemistry**, v.11, p.201-247, 1987.

JANSSON, P. E., KENNE, L., LINDBERG, B. Structure of the extracellular polysaccharide from *Xanthomonas campestris*. **Carbohydrate Research**, v.45, p.275-282, 1975.

JEANES, A. Extracellular microbial polysaccharides - new hydrocolloids of interest to the food industry. **Food Technology**, Chicago, v.28, n.5, p.34-40, 1974.

JESUS, M. M. S.; CARNELOSSI, M. A. G.; SANTOS, S. F.; NARAIN, N.; CASTRO, A. A. Inibição do escurecimento enzimático de quiabo minimamente processado. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.4, p.524-530, 2008.

JIANG, Y.; DUAN, X.; JOYCE, D.; ZHANG, Z.; LI, J. Advances in understanding of enzymatic browning in harvested litchi fruit. **Food Chemistry**, v.88, p.443-446, 2004.

KADER, A. A. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, v.398, p.59-70, 1995.

KADER, F.; IRMOULI, M.; NICOLAS, J. P.; METCHE, M. Involvement of blueberry peroxidase in the mechanisms of anthocyanin degradation in blueberry juice. **Journal of Food Science**, v.67, n.3, p.910-915, 2002.

KADER, F.; ROVEL, B.; GIRARDIN, M.; METCHE, M. Fractionation and identification of the phenolic compounds of Highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). **Food Chemistry**, v.55, p.35-40, 1996.

KAHKONEN, M. P.; HEINAMAKI, J.; OLLIAINEN, V.; HEINONEN, M. Berry anthocyanins: isolation, identification and antioxidant activities. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.83, p.1403-1411, 2003.

KAHKONEN, M. P.; HOPIA, A. I.; HEINONEN, M. Berry phenolics and their antioxidant capacity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, p.4076-4082, 2001.

KAISU, R.; JAAKOLA, L.; KÄRENLAMPI, S.; HOHTOLA, A. Organ-specific distribution of phenolic compounds in bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and 'northblue' blueberry (*Vaccinium corymbosum* x *V. Angustifolium*). **Food Chemistry**, Barking, v.110, n.1, p.156-160, 2008.

KALT, W.; DUFOUR, D. Healthy functionality of blueberries. **HortTechnology**, v.7, n.3, p.216-221, 1997.

KALT W.; FORNEY C.F.; MARTIN A.; PRIOR R.L. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, p.4638-4644, 1999.

KALT, W.; LAWAND, C.; RYAN, D. A. J.; MCDONALD, J. E.; DONNER, HL; FORNEY, C. F. Oxygen radical absorbing capacity, anthocyanin and phenolic

content of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during ripening and storage. **Jornal of the American Society for Horticultural Science**, v.128, n.6, p.917-923, 2003.

KALT, W.; MCDONALD, J. E.; DONNER, H. Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity of processed lowbush blueberry products. **Journal of Food Science**, v.65, n.3, 2000.

KALT, W.; RYAN, D. A. J.; DUY, J. C.; PRIOR, R. L.; EHLENFEDT, M. K.; KLOET, S. P. V. Interspecific variation in anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity among genotypes of highbush and lowbush blueberries (*Vaccinium* Section *cyanococcus* spp.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, p.4761-4767, 2001.

KAMEI, H.; KOJIMA, T.; HASEGAWA, M.; KOIDE, T.; UMEDA, T.; YUKAWA, T.; TERABE, K. Suppression of tumour cell growth by anthocyanins *in vitro*. **Cancer Investigation**, v.13, p.590-594, 1995.

KANG, S. Y.; SEERAM, N. P.; NAIR, M. G.; BOURQUIN, L. D. Tart cherry anthocyanins inhibit tumor development in Apc(Min) mice and reduce proliferation of human colon cancer cells. **Cancer Letters**, v.194, p.13-19, 2003.

KATSUBE, N.; IWASHITA, K.; TSUSHIDA, T.; YAMAKI, K.; KOBORI, M. Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.68-75, 2003.

KATZBAUER, B. Properties and applications of xanthan gum. **Polymer Degradation and Stability**. n. 59, p.81-84, 1998.

KAUR, C.; KAPOOR, H. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, v.36, p.703-725, 2001.

KAVRAYAN, D.; AYDEMIR, T. Partial purification and characterization of polyphenoloxidase from peppermint (*Mentha piperita*). **Food Chemistry**, v.74, p.147-154, 2001.

KEARSLEY, M. W.; RODRIGUEZ, N. The stability and use of natural colors in foods: anthocyanin, β -carotene and riboflavin. **Journal of Food Technology**, v.16, p.421-431, 1981.

KECHINSKI, C. P. **Estudo de diferentes formas de processamento do mirtilo visando à preservação dos compostos antociânicos**. 2011. 277f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química), Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

KECHINSKI, C. P.; GUIMARÃES, P. V. R.; NOREÑA, C. P. Z.; TESSARO, I. C.; MARCZAK, L. D. F. Degradation kinetics of anthocyanin in blueberry juice during thermal treatment. **Journal of Food Science**, v.75, n.2, p.173-176, 2010.

KECHINSKI, C. P.; SCHUMACHER, A. B.; MARCZAK, L. G. F.; TESSARO, I. C.; CARDOZO, N. S. M. Rheological behavior of blueberry (*Vaccinium ashei*) purees containing xanthan gum and fructose as ingredients. **Food Hydrocolloids**, v.25, p. 299-306, 2011.

KIRCA, A.; ÖZKAN, M; CEMEROĞLU, B. Effects of temperature, solid content and pH on the stability of Black carrot anthocyanins. **Food Chemistry**, v.101, p.212-218, 2007.

KLAIC, P. M. A. **Desenvolvimento de método de digestão ácida para determinação de sais em xantana e potencialização reológica de xantana de *Xanthomonas arboricola* PV pruni por troca iônica**. 2010. 111f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

KLAIC, P. M. A.; NUNES, A. M.; RIBEIRO, A. S.; MOREIRA, A. S.; VENDRUSCOLO, C. T., Determination of Na; K; Ca and Mg in xanthan gum: sample treatment by acid digestion. **Carbohydrate Polymers**, v.83, p.1895-1900, 2011.

KLUGE, R.A., HOFFMANN, A., BILHALVA, A.B. Comportamento de frutos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) cv. Powder Blue em armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, v.24, n.2, p.281-285, 1994.

KLUGE, R. A.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; BILHALVA, A. B.; SANTOS, A. M. Frigoconservação de frutos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) cv. Clímax. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.1, n.3, p.185-188, 1995.

KONG, J. M.; CHIA, L. S.; GOH, N. K.; CHIA, T. F.; BROUILLARD, R. Analysis and biological activities of anthocyanins. **Phytochemistry**, v.64, p.923-933, 2003.

KONJAC FOODS. Fat substitutes in food products. Disponível em: <<http://www.konjacfoods.com>>. Acesso em: 26 nov. 2011.

KREWER, G.; NESMITH, D. S. Blueberry cultivars for Georgia. Disponível em: <http://www.smallfruits.org/Blueberries/production/06bbcvproc_Nov0206.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2011.

KUCK, L. S.; ALVES, F. G.; COUTO, A. F.; SOMACAL, S.; MOREIRA, A. da S.; VENDRUSCOLO, C. T. A mousse de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) para população portadora de intolerância à lactose ou alérgica a proteínas de origem animal. **Higiene Alimentar**, v. 25, p. 169-170, 2011.

LALEH, G. H.; FRYDOONFAR, H.; HEIDARY, R.; ZARE, S. The effect of light, temperature, pH and species on stability of anthocyanin pigments in four berberis species. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.5, n.1, p.90-92, 2006.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Impact of juice processing on blueberry anthocyanins and polyphenolics: Comparison of two pretreatments. **Journal of Food Science**, v.67, n.5, p.1660–1667, 2002.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analysis in Cranberries. **Hortiscience**, v.7, n.1, p.83-84, 1972.

LIMA, V., L., A., G.; GUERRA, N., B. Antocianinas: Atividade Antioxidante e Biodisponibilidade. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.37, p.121-128, 2003.

LOEWENSTE, A.; ROBERTS, D. The ionization of citric acid studied by the nuclear magnetic resonance technique. **Journal of American Chemical Society**, v.82, n.11, p.2705-2710, 1960.

LOHACHOOMPOL, V.; MULHOLLAND, M.; SRZEDNICKI, G.; CRASKE, J. Determination of anthocyanins in various cultivars of highbush and rabbiteye blueberries, **Food Chemistry**, v.111, p.249-254, 2008.

LOPES, A. S. **Pitanga e acerola: estudo de processamento, estabilidade e formulação de néctar misto**. 2005. 175f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MACENA, P. T.; NUNES, W. V. Acidulantes. **Food Ingredients**, n.19, p. 24-28, 2011.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; SANTOS, G. M.; SILVA, D. S.; FERNANDES, A. G.; PRADO, G. M. Efeito do processamento sobre componentes do suco de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.27, n.1, p.130-134, 2007.

MAIER, T.; FROMM, M.; SCHIEBER, A.; KAMMERER, D.R.; CARLE, R. Process and storage stability of anthocyanins and non-anthocyanin phenolics in pectin and gelatin gels enriched with grape pomace extracts. **European Food Research and Technology**, v.104, p.732–739, 2009.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. D. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, p.659-664, 2005.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, p.727-747, 2004.

MARKAKIS, P. Stability of anthocyanins in foods. In: **Anthocyanins as Food Colors**, New York: Academic Press Inc., p.163-178, 1982.

MARTINEAU, L. C.; COUTURE, A.; SPOOR, D.; BENHADDOU-ANDALOUSSI, A.; HARRIS, C.; MEDDAH, B. et al. Anti-diabetic properties of the Canadian lowbush blueberry *Vaccinium angustifolium* Ait. **Phytomedicine**, v.13, p.612–623, 2006.

MARTINEZ, M. V.; WHITAKER, J. R. The biochemistry and control of enzymatic browning. **Trends Food Science and Technology**, v.6, p.195-200, 1995.

MATSUMOTO, H.; NAKAMURA, Y.; TACHIBANAKI, S.; KAWAMURA, S.; HIRAYAMA, M. Stimulatory effect of cyanidin 3-glycosides on the regeneration of rhodopsin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.3560-3563, 2003.

MATTAR, R.; MAZO, D. F. C. Intolerância à lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.56, n.2, p.230-236, 2010.

MATTES, R.D. Position of the American Dietetic Association: fat replacers. **Journal of American Dietetic Association**, v.98, n.4, p.463-468, 1998.

MAZZA, G.; BROUILLARD, R. Recent developments in the stabilization of anthocyanins in food products. **Food Chemistry**, v.25, p.207-225, 1987.

MAZZA, G.; KAY, C. D.; COTTRELL, T.; HOLUB, B. J. Absorption of anthocyanins from blueberries and serum antioxidant status in human subjects. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.7731-7, 2002.

MEBANE, R. C.; RYBOLT, T. R.. Edible acid-base indicators. **Journal of Chemical Education**, v.62, n.4, p.285, 1985.

MIRANDA, C. M. P. B.; SILVA, J. F.; OLIVEIRA, T. C. Análise sensorial de mousse de pequi com diferentes concentrações. **Revista Digital de Nutrição**, v.3, n.4, p.362-370, 2009.

MORAES, J. O.; PERTUZATTI, P. B.; CORRÊA, F. V.; SALAS-MELLADO, M. L. M. Estudo do mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) no processamento de produtos alimentícios. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.18-22, 2007.

MOYER, R. A.; HUMMER, K. E.; FINN, C. E.; FREI, B.; WROLSTAD, R. E. Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus* and *Ribes*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.519-525, 2002.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v.41, p.1523-1542, 2006.

NACHTIGALL, A. M.; SILVA, P. I.; BERTOLDI, M. C.; STRINGHETA, P. C. Impacto da luz, pH, ácido ascórbico e glicose na estabilidade de antocianinas da fonte não usual “Maria-pretinha” (*Solanum americanum*, Mill.). **Boletim do CEPPA**, v.28, n.2, p.213-222, 2010.

NEBESKY, E. A.; ESSELEN, W. B.; MCCONNELL, J. E. W.; FELLERS, C. R. Stability of color in fruit juices. **Food Research**, v.14, p.261–274, 1949.

NETO, C. C. Cranberry and blueberry: evidence for protective effects against cancer and vascular diseases. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.51, p.652-664, 2007.

NICHOLSON, R.L.; HAMMERSCHMIDT, R. Phenolic compounds and their role in disease resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v.30, p.369-380, 1992.

NIKAEDO, P. H. L.; AMARAL, F. F.; PENNA, A. L. B. Caracterização tecnológica de sobremesas lácteas achocolatadas cremosas elaboradas com concentrado protéico de soro e misturas de gomas carragena e guar. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.40, n.3, p.397-404, 2004.

NINDO, C. I.; TANG, J.; POWERS, J. R.; SINGH, P. Viscosity of blueberry and raspberry juices for processing applications. **Journal of Food Engineering**, v.69, p.343-350, 2005.

NUNES, M.C.; MURATA, L.T.F.; ALCÂNTARA, M.R.S.; GERMANO, M.I.S.; GERMANO, P.M.L. Avaliação das sobremesas lácteas: características que podem comprometer a garantia de qualidade. **Higiene Alimentar**, v.12, n.58, p.41-48, 1998.

OHATA, S. M.; ZACARCHENCO, P. B.; AULER, F.; ANTUNES, A. J. Adição de concentrado protéico de soro (CPS) em *mousse* de maracujá. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.7, n.1, p.55-66, 2005.

OMAYMA, W. S. YOUSSEF, M. M. Fat Replacers and their applications in food products: a review. **Alex Journal of Food Science and Technology**, v.4, n.1, p.29-44, 2007.

OREN-SHAMIR, M. Does anthocyanin degradation play a significant role in determining pigment concentration in plants? **Plant Science**, v.177, p.310-316, 2009.

OSAWA, Y. Copigmentation of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. 263p.

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Vacaria, RS. **Anais do Seminário Brasileiro Sobre Pequenas Frutas**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2003, p.7-15.

PANTELIDIS, G.E.; VASILAKAKIS, M.; MANGANARIS, G.A.; DIAMANTIDIS, G. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. **Food Chemistry**, v.102, p.777–783, 2007.

PARRAGA, I. M. Determinants of food consumption. **Journal of American Dietetic Association**, v.90, n.5, p.661-663, 1990.

PAYNE, T. J. Formulating with Blueberries for Health. **Cereal Foods World**, v.50, n.5, p.262-264, 2005.

PERTUZATTI, P. B. **Compostos bioativos em diferentes cultivares de mirtilo (Vaccinium ashei Reade)**. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

PIETTA, P. G. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**, v.63, p.1035-1042, 2000.

PINHEIRO, M. V. S.; PENNA, A. L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e nutrição**, v.12, n.2, p.175-186, 2004.

PIRES, M. H. Sobremesas lácteas aeradas: sistemas de estabilização e tecnologia de aeração. **Food Ingredients**, v.6, p.74–77, 2004.

POLTRONIERI, E. **Alternativas para o mercado interno de pequenas frutas**. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Vacaria, RS. Anais do Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2003, p.37-40.

PRADELLA, J. G. C. **Biopolímeros e Intermediários Químicos**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, São Paulo, 2006. 119p.

PRIDHAM, J.B. **Phenolics in Plants in Health and Disease**, Pergamon Press, New York, NY, 1960.

PRIOR, R. L. Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage. **American Journal of Clinical Nutrition** v.78, n.3, Suppl: 570S-8S, 2003.

PRIOR, R. L.; CAO, G.; MARTIN, A.; SOFIC, E.; MCEWEN, J.; O'BRIEN, C.; LISCHNER, N.; EHLENFELDT, M.; KALT, W.; KREWER, G.; MAINLAND, C.M. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p.2686-2693, 1998.

PRIOR, R. L.; WILKES, S. E.; ROGERS, T. R.; KHANAL, R. C.; WU, X.; HOWARD, L. R. Purified blueberry anthocyanins and blueberry juice alter development of obesity in mice fed an obesogenic high-fat diet. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p.3970-3976, 2010.

PRIOR, R. L.; WU, X.; GU, L.; HAGER, T.; HAGER, A.; WILKES, S.; HOWARD, L. Purified berry anthocyanins but not whole berries normalize lipid parameters in mice fed an obesogenic high fat diet. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.53, p.1406–1418, 2009.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; NOHYNEK, L.; MEIER, C.; KÄHKÖNEN, M.; HEINONEN, M.; HOPIA, A. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. **Journal of Applied Microbiology**, v.90, p.494-507, 2001.

QUEIROZ, Y. A.; BASTOS, D. H. M.; SAMPAIO, G. R.; SOARES, R. A. M.; ISHIMOTO, E. Y.; TORRES, E. A. F. S. Influência dos aditivos alimentares na atividade antioxidante in vitro de produtos de alho. **Alimentos e nutrição**, v.17, n.3, p.287-293, 2006.

RAMIREZ, M. R. **Análise química e avaliação das atividades biológicas e comportamentais de extratos de frutas ricas em compostos fenólicos (Mirtilo e**

Amora-Preta). 2008. Tese (Doutor em Ciências Farmacêuticas), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

RAPEANU, G.; LOEY, A.V.; SMOUT, C.; HENDRICKX, M. Biochemical characterization and process stability of polyphenoloxidase extracted from Victoria grape (*Vitis vinifera* ssp. *Sativa*). **Food Chemistry**, v.94, n.2, p.253-261, 2006.

RASEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L. E. C. (Ed.). **A cultura do Mirtilo (*Vaccinium* sp.)** (Série Documentos, 121). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004, 67p.

REIN, M. **Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins.** 2005. 87f. Dissertação, University of Helsinki, Helsinki.

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAPAGANDA, G. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology and Medicine**, v.20, p.933-956, 1996.

RICHARDSON, R. K.; ROSS-MURPHY, S. B. Non-linear viscoelasticity of polysaccharide solutions. 2: Xanthan polysaccharide solutions. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.9, p.257–264, 1987.

RIZZOLO, A.; NANI, R. C.; VISCARDI, D.; BERTOLO, G.; TORREGGIANI, D. Modification of glass transition temperature through carbohydrates addition and anthocyanin and soluble phenol stability of frozen blueberry juices. **Journal of Food Engineering**, v.56, p.229-231, 2003.

ROCKS, J. K. Xanthan gum. **Food Technology**, v.25, n.5, p.22–31, 1971.

RODGE, A. B.; SONKAMBLE, S. M.; SALVE, R. V.; HASHMI, S. I.; Effect of hydrocolloid (guar gum) incorporation on the quality characteristics of bread. **Journal of Food Processing & Technology**, v.3, n.1, 2011.

RODRIGUES, R. S.; SAINZ, R. L.; FERRI, V. C. Tecnologia de Frutas e Hortaliças Módulo IV: **Tecnologia de Polpas e Sucos de Frutas e Hortaliças**. Pelotas: Editora Universitária UFPel, 2009. 69p.

RODRIGUES, S. A. **Efeito de acidulantes, espessantes e cultivares nas características físico-químicas e estruturais de topping de mirtilo**. 2006. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

RODRIGUES, S. A.; RODRIGUES, A. A.; VENDRUSCOLO, C. T. Efeito de acidulantes e espessantes nas características físico-químicas e estruturais de *topping* de mirtilo. **Brazilian Journal of Food Technology**, IIISSA, 2010.

ROSALAM, S.; ENGLAND, R. Review of xanthan gum production from unmodified starches by *Xanthomonas campestris* sp. **Enzyme and Microbial Technology**, v.39, n.2, p.197-207, 2006.

ROSSI, M.; GIUSSANI, E.; MORELLI, R.; SCALZO, R. L.; NANI, R. C.; TORREGGIANI, D. Effect of fruit blanching on phenolics and radical scavenging activity of highbush blueberry juice. **Food Research International**, v.36, p.999-1005, 2003.

ROSSO, V. V. de. **Composição de carotenóides e antocianinas em acerola. Estabilidade e atividade antioxidante em sistemas-modelo de extratos antociânicos de acerola e açaí**. 2006. 136f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Evaluation of colour and stability of anthocyanins from tropical fruits in an isotonic soft drink system. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.8, p.347-352, 2007.

SAHI, T. Genetics and epidemiology of adult-type hypolactasia. **Scandinavian Journal of Gastroenterology**, v.29, p.7-20, 1994

SANDERSON, G.R. Polyssacharides in foods. **Food Technology**. v.35, n.5, p. 50-57. 1981.

SANDERSON, G.R. Gums and their use in food systems. **Food Technology**, v.50, n.3, p.81-84, 1996.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. **Journal of Nutrition**, v.130, n.8 (Supplemental), p.2073S-2085S, 2000.

SERRADELL, M.D.L.A.; ROZENFELD, P.A.; MARTÍNEZ, G.A.; CIVELLO, P.M.; CHAVES, A.R.; AÑÓN, M.C. Polyphenoloxidase activity from strawberry fruit (*Fragaria ananassa*, Duch., cv *Selva*): characterization and partial purification. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, n.9, p.1421-1427, 2000.

SEERAM, N. P., BOURQUIN, L. D., NAIR, M. G. Degradation products of cyanidin glycosides from tart cherries and their bioactivities. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, p.4924-4929, 2001.

SHAH, N. P.; FEDORAK, R.N.; JELEN, P. J. Food consistency effects of quarg in lactose malabsorption. **International Dairy Journal**, n.2, p.257-269, 1992.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Phenolics in food and nutraceuticals**, CRC Press, Boca Raton, FL, 2004. 576p.

SHIPP, J.; ABDEL-AAL, E. M. Food applications and physiological effects of anthocyanins as functional food ingredients. **The Open Food Science Journal**, v.4, p.7-22, 2010.

SIES, H. Biochemistry of oxidative stress. **Angewandte Chemie International Edition in English**, v.25, n.12, p.1058-1071, 1986.

SILVA, P.R. Mercado e Comercialização de Amora, Mirtilo e Framboesa. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v.2, n.12, p.1-6, 2007.

SKREDE, G.; WROLSTAD, R. E.; DURST, R. W. Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). **Journal of Food Science**, n.65, p.357–364, 2000.

SLONEKER, J. H.; JEANES, A. Exocellular bacterial polysaccharide from *Xanthomonas campestris* NRRL B - 1459. **Canadian Journal of Chemistry**, v.40, n.11, p.2066-2071, 1962.

SMITH, M. A. L.; MARLEY, K. A.; SEIGLER, D.; SINGLETARY, K. W.; MELINE, B. Bioactive properties of wild blueberry fruits. **Journal of Food Science**, v.65, n.2, p.352-356, 2000.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. III Diretrizes Brasileiras Sobre Dislipidemias e Diretriz de Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC). **Arquivos da Sociedade Brasileira de Cardiologia**, v.77(Supl. III), p.1-40, 2001.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. IV Diretrizes Brasileiras Sobre Dislipidemias e Diretriz de Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC). **Arquivos da Sociedade Brasileira de Cardiologia**, v.88 (Supl. I), p.1-19, 2007.

SOUZA, A. V. **Tratamento térmico na manutenção da qualidade de lichias armazenadas sob refrigeração**. 2009. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP.

SOUZA, D. **Estudo das propriedades físicas de polpas e néctares de pequenos frutos**. 2008. 171f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

STOJANOVIC, J.; SILVA, J. L. Influence of osmotic concentration, continuous high frequency ultrasound and dehydration on antioxidants, colour and chemical properties of rabbiteye blueberries. **Food Chemistry**, v.101, p.898-906, 2007.

STRIK, B. Blueberry: An expanding world berry crop. **Horticultural Sciences Focus**, v.45, p.7-12 , 2005.

STRIK, B. C. Berry crops: worldwide área and produtcion systems. In: ZHAO, Y. **Berry Fruits: Value-added products for health promotion**. CRC Press, EUA, 2007. p. 4-45.

STRINGHETA, P. C.; BOBBIO, P. A. Copigmentação de antocianinas. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v.14, p.34-37, 2000.

SU, M. S.; CHIEN, P. J. Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation. **Food Chemistry**, v.104, p.182-187, 2007.

SUTHERLAND, I. W. Xanthan. In: SWINGS, J. G.; CIVEROLO, E. L. **Xanthomonas**. London: Chapman & Hall, p.363-388, 1993.

SWORN, M. G. **Xanthan gum**. In: PHILLIPS, G. O.; WILLIAMS, P. A. Handbook of hydrocolloids, p.103-115. CRC Press, Boca Raton, 2000. 948p.

TAIZ, L.; ZEIGER, F. **Fisiologia Vegetal**. 3ºed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TÁRREGA, A.; COSTELL, E. Colour and consistency of semi-solid dairy desserts: instrumental and sensory measurements. **Journal of Food Engineering**, v.78, p.655–661, 2007.

TAYLOR, A. J.; CLYDESDALE, F. M. Potential of oxidised phenolics as food colorants. **Food Chemistry**, v.24, p.301-307, 1987.

THAKUR, B. R.; ARYA, S. S. Studies on stability of blue grape anthocyanins. **International Journal of Food Science and Technology**, v.24, p.321–326, 1989.

TOLENTINO, V. R.; GOMES, A. **Processamento de vegetais: frutas/polpa congelada**. Manual Técnico 12. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 22p.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice produced with different carrier agents. **Food Research International**, v.43, p.907-914, 2010.

TSUDA, T.; WATANABE, M.; OHSHIMA, K.; NORINOBU, S.; CHOI, S.W. et al. Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyaniding 3-O-beta-d-glucoside and cyanidin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, n.11, p.2407–2410, 1994.

VENDRUSCOLO, C. T. **Produção e caracterização do biopolímero produzido por *Beijerinckia* sp isolada do solo cultivado com cana-de-açúcar da região de Ribeirão Preto-São Paulo-Brasil**. 1995. 143f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas, SP.

VENDRUSCOLO, C. T.; MOREIRA, A. S.; VENDRUSCOLO, J. L. S. Tecnologia de Frutas e Hortaliças Módulo VII: **Geléias, doces cremosos e em massa**. Pelotas: Editora Universitária UFPel, 2009. 84p.

VENDRUSCOLO, C. T.; VENDRUSCOLO, J. L. S.; MOREIRA, A. S. Process for preparing a xanthan biopolymer. **PI0406309-0, WO/2006/047845**, 2006.

VERBEKEN, D.; BAEL, K.; THAS, O.; DEWETINCK, K. Interactions between κ -carrageenan, milk proteins and modified starch in sterilized dairy desserts. **International Dairy Journal**, v.16, p.482–488, 2006.

VON ELBE, J. H.; SCHWARTZ, S. J. Colorants. In: **Food Chemistry**. Fennema O. R., 3rd ed., Marcel Dekker Inc., New York, p.651-723, 1996.

VUONG, T.; BENHADDOU-ANDALOUSSI, A.; BRAULT, A.; HARBILAS, D.; MARTINEAU, L. C.; VALLERAND, D.; RAMASSAMY, C.; MATAR, C.; HADDAD, P.

S. Antiobesity and antidiabetic effects of biotransformed blueberry juice in KKAY mice. **International Journal of Obesity**, p.1-8, 2009.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.701-705, 1996.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. **Food Chemistry**, v.45, p.304-309, 1997.

WANG, H.; NAIR, M.; STRASBURG, G.; CHANG, Y.; BOOREN, A.; GRAY, J.; DEWITT, D. Antioxidant and Antiinflammatory Activities of Anthocyanins and Their Aglycon, Cyanidin, from Tart Cherries. **Journal of Natural Products**, v.62, p.294-296, 1999.

WANG, S. Y.; JIAO, H. Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p.5672- 5676, 2000.

WELCH, C. R.; WU, Q.; SIMON, J. E. Recent advances in anthocyanin analysis and characterization. **Current Analytical Chemistry**, n.4, v.2, p.75-101, 2008.

WONG, D. W. S. **Química de los alimentos: mecanismos y teoria**. Zaragoza: Acribia, 1995. 476p.

WU, X.; PRIOR, R. L. Identification and Characterization of Anthocyanins by High-Performance Liquid Chromatography-Electrospray Ionization-Tandem Mass Spectrometry in Common Foods in the United States: Vegetables, Nuts, and Grains. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.3101-3113, 2005.

YOU DIM, K. A.; MCDONALD, J.; KALT, W.; JOSEPH, J. A. Potential role of dietary flavonoids in reducing microvascular endothelium vulnerability to oxidative and inflammatory insults. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.13, p.282-288, 2002.

ZHANG, Z; XIAOLAN, K.; FUGAL, K.; MCLAUGHLIN, J. Comparison of HPLC methods for determination of anthocyanins and anthocyanidins in Bilberry extracts. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.52, p.688-691, 2004.

ZHAO, Y. **Berry fruit: value-added products for health promotion**. CRC Press, EUA, 2007. p. 4-45.

ZHENG, W.; WANG, S. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries and lingonberries **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.2, p.502-509, 2003.