

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
Agroindustrial



DISSERTAÇÃO

**EFEITO DE ACIDULANTES, ESPESSANTES E CULTIVARES NAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ESTRUTURAIS DE *TOPPING* DE
MIRTILO**

SABRINA ÁVILA RODRIGUES

PELOTAS, 2006.

SABRINA ÁVILA RODRIGUES

**EFEITO DE ACIDULANTES, ESPESSANTES E CULTIVARES NAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ESTRUTURAIS DE *TOPPING* DE
MIRTILO**

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 Ciências dos Alimentos.

Orientadora: Prof^a Dr. Claire Tondo Vendruscolo

Pelotas, 2006.

Dados de catalogação na fonte:

(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

R---e Rodrigues, Sabrina Ávila

Efeito de acidulantes, espessantes e cultivares nas características físico-químicas e estruturais de topping de Mirtilo / Sabrina Ávila Rodrigues. - Pelotas, 2006.

93f. : il.

Dissertação (mestrado em Ciência dos Alimentos) –Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. - Pelotas, 2006, Claire Tondo Vendruscolo, Orientador.

1. Mirtilo 2. Topping 3. Cobertura alimentícia 4. Cultivar 5. Acidulante 6. Espessante I. Vendruscolo, Claire Tondo (orientador) II. Título.

CDD 664.8

Banca examinadora:

Prof^a Dr. Claire Tondo Vendruscolo – Professora UFPel

Dr. João Luiz da Silva Vendruscolo – Pesquisador Embrapa Clima Temperado

Prof. Dr. Paulo Renato Buchweitz – Professor UFPel

Dr. Luis Eduardo Correa Antunes – Pesquisador Embrapa Clima Temperado

Dedico,

aos meus pais, com amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida.

A Universidade Federal de Pelotas pelos 11 anos de aprendizado que me proporcionou.

A CAPES, FAPERGS e CNPq pelo apoio financeiro indispensável para a realização deste projeto.

A Embrapa Clima Temperado pelo apoio e doação das frutas.

Aos meus pais e às minhas irmãs, por todo amor, apoio, incentivo, e compreensão pois sem eles nada seria possível.

Ao Charles, pelo amor, carinho, companheirismo e compreensão.

A Prof.^a Dr.^a Claire Tondo Vendruscolo, pelos ensinamentos, orientação, apoio, amizade e oportunidade.

Aos amigos do Laboratório de Biopolímeros, Carol Borges, Bilica, Ruti, Angelita, Ellen, Andréa, Lú, Carol Bastos, Clarice, Laurí, Rudah, Joyce, Greici pela amizade, incentivo, apoio e momentos de descontração.

A Bete e a Greici, que trabalharam ao meu lado incansavelmente. E a Carol Borges pelas análises reológicas.

A Márcia pela amizade e orientação na análise sensorial.

A Sandra e a Ana Clara pela amizade, apoio e incentivo.

*“Comece fazendo o que é necessário,
depois o que é possível e, de repente,
você estará fazendo o impossível”*

São Francisco de Assis

Resumo

RODRIGUES, Sabrina Ávila. Efeito de acidulantes, espessantes e cultivares nas características físico-químicas e estruturais de *Topping* de mirtilo. **2006. 92f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.**

O objetivo deste estudo foi desenvolver *topping* de mirtilo através da melhor combinação de espessantes e acidulantes com retenção de antocianinas e aceitação sensorial, assim como verificar a influencia da cultivar nas características físicas químicas e sensoriais de *topping* de mirtilo. Quinze formulações foram testadas. Três gomas (xantana, carboximetilcelulose, tara) e três ácidos (cítrico, tartárico e ascórbico) foram avaliados. Seis cultivares de mirtilo foram estudadas: Woodard, Powderblue, Briteblue, Bluegem, Bluebelle e Delite. As características físicas, químicas e sensoriais foram verificadas. Antocianinas totais foram determinadas por método espectrofotométrico. As propriedades reológicas e o conteúdo de antocianinas totais foram influenciados pelos espessantes e ácidos. Os maiores teores de antocianinas foram encontrados no *topping* elaborado com goma xantana e ácido cítrico, e nas frutas e *topping* da cultivar Powderblue. Não houve relação entre as características físico-químicas das frutas e *toppings* de diferentes cultivares. Todas as cultivares testadas podem ser utilizadas na elaboração de *topping* com boa aceitação sensorial.

Palavras chave: mirtilo, *topping*, espessante, ácido, cultivar.

Abstract

RODRIGUES, Sabrina Ávila. Efeito de acidulantes, espessantes e cultivares nas características físico-químicas e estruturais de *Topping* de mirtilo. 2006. 92f. **Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.**

The aim of this study was develop a blueberry topping by the best combination of thickening agents and acids to obtain high anthocyanins retention and sensory acceptance; and verify the influence of blueberry cultivars on the physical, chemical and sensory properties on blueberry toppings. Fifteen formulations were tested. Three gums (xanthan, carboxymethylcellulose, tara) and three acids (citric, tartaric and ascorbic) were evaluated. Six blueberry cultivars were studied: Woodard, Powderblue, Briteblue, Bluegem, Bluebelle and Delite. The physical, chemical, microbiological and sensory properties were verified. Total anthocyanins were determined by spectrophotometric methods. The rheological properties and total anthocyanins contents were affected by thickening agents and acids. The highest total anthocyanins were found in the xanthan gum and citric acid formulation, and in the fruits and toppings of Powderblue cultivar. There was no relationship between fruit cultivars and physical-chemical properties of topping. All cultivars studied can be use to production of blueberry topping with high sensory acceptance.

Key words: blueberry, topping, thickening, acid, cultivars.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
INTRODUÇÃO GERAL	0
1 REVISÃO DE LITERATURA	15
1.1 MIRTILO.....	15
1.2 ANTOCIANINAS	18
1.2.1 Aspectos históricos em antocianinas	20
1.2.2 Fatores que afetam a estabilidade das antocianinas	21
1.3 ESPESSANTES	23
1.3 Xantana.....	24
1.3.2 Carboximetilcelulose	26
1.3.3 Goma Tara	27
1.4 ACIDULANTES	28
1.4.1 Ácido Cítrico	29
1.4.2 Ácido Tartárico	30
1.4.3 Ácido Ascórbico.....	31
EFEITO DE ACIDULANTES E ESPESSANTES NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS E ESTRUTURAIS DE <i>TOPPING</i> DE MIRTILO	33
1 INTRODUÇÃO	35
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.1 Matéria-prima	37
2.2 Elaboração das formulações.....	38
2.3 Análises físico-químicas	39
2.4 Viscosidade	40
2.5 Análise microbiológica.....	40
2.6 Análise sensorial	40
2.7 Análise estatística	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
3.1 Análise físico-química	41
3.2 Viscosidade	43
3.3 Teor de antocianinas.....	47

3.4 Análise microbiológica.....	49
3.5 Análise sensorial	49
4 CONCLUSÕES	54
5 REFERÊNCIAS.....	54
INFLUÊNCIA DA CULTIVAR NAS CARACTERÍSTICA FÍSICAS, QUÍMICAS E SENSORIAIS DE TOPPING DE MIRTILO.....	58
1 INTRODUÇÃO	59
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	60
2.1 Fruta.....	60
2.2 Elaboração do <i>topping</i>	61
2.3 Avaliação físico-química.....	62
2.4 Teor de antocianinas.....	62
2.5 Viscosidade	62
2.6 Análise microbiológica.....	63
2.8 Análise estatística	63
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
3.1 Avaliações físico-químicas	64
3.2 Teor de antocianinas.....	68
3.3 Viscosidade	71
3.4 Análises microbiológicas	73
3.5 Análise sensorial	74
4 CONCLUSÃO.....	76
5 REFERÊNCIAS.....	76
CONCLUSÕES GERAIS.....	80
REFERENCIAS GERAL.....	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mirtilo	16
Figura 2	Estrutura das antocianinas comumente encontradas em tecidos de vegetais.....	20
Figura 3	Representação estrutural do ácido cítrico.....	30
Figura 4	Representação estrutural do ácido tartárico.....	31
Figura 5	Representação estrutural do ácido ascórbico.....	32

TOPPING DE MIRTILO: DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO

Figura 1	Torta coberta com <i>topping</i> de mirtilo.....	37
Figura 2	Variação no teor de antocianinas de <i>topping</i> de mirtilo.....	48
Figura 3	Teste de aceitação sensorial da amostra T1.....	54

INFLUÊNCIA DA CULTIVAR NAS CARACTERÍSTICA FÍSICAS, QUÍMICAS E SENSORIAIS DE *TOPPING* DE MIRTILO

Figura 1	Fluxograma de processamento de <i>topping</i> de mirtilo.....	62
Figura 2	Comportamento reológico (mPa.s) a 25°C de <i>toppings</i> produzidos com diferentes cultivares de mirtilo.....	73
Figura 3	Teste de aceitação sensorial das amostras de <i>topping</i> de mirtilo....	76

LISTA DE TABELAS

TOPPING DE MIRTILO: DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO

Tabela 1	Caracterização físico-química do mirtilo.....	38
Tabela 2	Espessantes e ácidos utilizados nas formulações de topping de mirtilo.....	39
Tabela 3	Caracterização físico-química dos <i>toppings</i> de mirtilo.....	43
Tabela 4	Viscosidade aparente (mPa.s) a 25°C de <i>toppings</i> de mirtilo.....	45
Tabela 5	Caracterização sensorial dos <i>Toppings</i> de mirtilo.....	51

INFLUÊNCIA DA CULTIVAR NAS CARACTERÍSTICA FÍSICAS, QUÍMICAS E SENSORIAIS DE *TOPPING* DE MIRTILO

Tabela 1	Características físicas das frutas de seis cultivares de mirtilo.....	65
Tabela 2	Caracterização físico-química das frutas de seis cultivares de mirtilo	66
Tabela 3	Caracterização físico-química dos <i>toppings</i> de mirtilo.....	68
Tabela 4	Teor de antocianinas das e frutas e <i>toppings</i> de mirtilo.....	70
Tabela 5	Viscosidade aparente (mPa.s) a 25°C de <i>toppings</i> produzidos com diferentes cultivares de mirtilo.....	72
Tabela 6	Caracterização sensorial dos <i>toppings</i> de mirtilo.....	75

INTRODUÇÃO GERAL

Introduzido no Brasil em 1983, pela Embrapa Clima Temperado de Pelotas, Pelotas RS, o mirtilo que até pouco tempo era praticamente desconhecido do produtor e do consumidor, vem se tornando cada vez mais popular (HOFFMAN; ANTUNES, 2004).

Conhecida como a “fruta da longevidade”, é uma das frutas com maior teor de antocianinas. Seu sabor único, cor inconfundível, elevado teor de antioxidantes e a ação preventiva de doenças degenerativas (SANTOS, 2004), além da alta rentabilidade ao produtor fazem com que o mirtilo esteja entre as frutas que mais crescem em consumo no mundo.

Um fator limitante, no entanto, para a popularização e aumento do consumo de mirtilo no Brasil é a pequena oferta de produtos industrializados desta fruta, que atualmente é comercializada *in natura*, refrigerada ou congelada. O uso do frio na conservação, distribuição e comercialização dificulta a logística e torna o processo inviável aos pequenos produtores.

Uma das formas processadas do mirtilo seria através do uso de *Toppings* de mirtilo podem ser conservados por longos períodos sem uso de refrigeração, são produtos de consumo imediato dispensando qualquer tipo de preparo como lavagem, e cozimento, por exemplo, por isso adaptam-se ao estilo de vida moderno. Conservam as bagas inteiras, são extremamente atrativos visualmente, além de preservar o sabor da fruta. Podem ser consumidos por indivíduos de uma ampla faixa etária e atingem público de diversas camadas sociais através do consumo associado a produtos alimentícios variados, como tortas, sorvetes, iogurtes, flans e pudins.

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de *topping* de mirtilo através da melhor combinação de ácido e espessante, que resultasse em boa

retenção de antocianinas, estabilidade e aceitação sensorial; bem como avaliar a influencia de diferentes cultivares de mirtilo sobre as características físicas, químicas e sensoriais do *topping*.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 MIRTILO

O mirtilo é uma planta frutífera de clima temperado pertencente à família Ericaceae e ao gênero *Vaccinium*. Possui porte arbustivo, 1,5 a 3,0 metros de altura; caducifólia, ou seja, perde as folhas no inverno, tem hábito ereto ou rasteiro. Produz frutos tipo baga, de coloração azul-escura, de formato achatado, coroada pelos lóbulos persistentes do cálice, envolvida em uma polpa de coloração esbranquiçada com muitas sementes e de sabor doce-ácido. Os frutos têm, em geral, em torno de 1-2,5cm de diâmetro e 1,5-4g de peso podendo ser destinados tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento (ECK; CHILDERS, 1966; KLUGE et al., 1994).



Fig. 1. Mirtilo (Fonte: Fazenda Sant'Clair)

A produtividade varia conforme a cultivar e a região de cultivo, oscilando entre 6 e 10 toneladas por hectare. A colheita, no hemisfério sul, normalmente ocorre entre novembro e abril, coincidindo com a entressafra dos principais pólos produtores: Estados Unidos e Canadá, que produzem respectivamente 90 e 66 milhões de toneladas ao ano (SANTOS, 2004). Atualmente, no Brasil, o maior produtor de mirtilo é o município de Vacaria, no Rio Grande do Sul.

O mirtilo apresenta uma alta importância econômica, especialmente nos Estados Unidos e Europa, centros de origem das espécies deste gênero. O interesse por esta cultura em outras regiões tem sido crescente. Além da Europa e Estados

Unidos também são países produtores de mirtilo o Peru, Chile, Argentina e Brasil, que consolida aos poucos sua posição de exportador de mirtilo (SANTOS, 2004).

O mirtilo (*blueberry*, em inglês; *arándano*, em espanhol) é uma espécie ainda pouco conhecida no Brasil. Sua implantação data da segunda metade da década de 1980, em uma coleção de cultivares da Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS) e a primeira iniciativa comercial no país começou a partir de 1990, em Vacaria (RS) (HOFFMAN; ANTUNES, 2004).

Há muitas espécies de mirtilo, sendo que as principais espécies com expressão comercial são divididas em três grupos, segundo Eck et al. (1990) de acordo com o genótipo, hábito de crescimento, tipo de fruto produzido e outras características. As práticas de manejo são diferenciadas para cada um dos grupos, desde a produção de mudas até a colheita e utilização dos frutos. Estes grupos são:

- *highbush*, tetraplóide, originário da costa oeste da América do Norte. Caracteriza-se pela produção, dentre os demais grupos, de frutas com qualidade superior, tanto em tamanho como no sabor dos frutos. A principal espécie deste grupo é *Vaccinium corymbosum*, apesar das espécies *V. australe* e *V. darrowi* serem usadas para fins de melhoramento genético;

- *rabbiteye*, hexaplóide, originário do sul da América do Norte. Compreende a espécie *Vaccinium ashei* Reade. Em relação ao grupo anterior, produz frutos de menor tamanho. Apresenta maior produção por planta e seus frutos conservação pós-colheita mais prolongada. Apresenta maior importância comercial em regiões com menor disponibilidade de frio, por causa da sua tolerância a temperaturas mais elevadas e à deficiência hídrica;

- *lowbush*, diplóide, tem hábito de crescimento rasteiro e produz frutos de pequeno tamanho, cujo destino é a indústria processadora.

A colheita pode ser realizada de forma manual ou mecânica e as bagas são consideradas maduras quando apresentam pH em torno de 3,25 – 4,25, acidez total (ácido cítrico) 0,3-1,3%, sólidos solúveis totais (açúcar) acima de 10% (ECK 1970), relação acidez : sólidos solúveis 10:33 (BALLINGER; KUSHMAN 1970).

Após a colheita, as frutas são resfriadas, em tanques por imersão onde são selecionadas de acordo com sua cor, tamanho e densidade; passam à uma esteira onde os materiais estranhos são retirados manualmente e são lavadas em água

clorada (100ppm) para sanitização. A seguir, ocorre a remoção de frutas verdes através de um detector de cor, e posteriormente são retirados folhas e materiais estranhos remanescentes. São finalmente encaminhadas para rolos onde são removidos talos e então classificadas mecanicamente de acordo com seu tamanho (CARLSON, 2003).

As perspectivas de cultivo no Brasil são promissoras, tanto para consumo interno como para exportação. Segundo Santos (2004) para a maior parte da região sul do Brasil, onde o mirtilo tem maior possibilidade de adaptação, a espécie *Vaccinium ashei* é a mais promissora.

O cultivo de pequenas frutas de clima temperado, como o morango, amora-preta, framboesa e mirtilo, está concentrado nas regiões sul e sudeste do Brasil e é ainda considerado pequeno, se comparado com os tradicionais países produtores. No entanto, o interesse do mercado por frutas de alta importância nutricional e terapêutica, a globalização de informações dos tradicionais pólos consumidores de pequenas frutas, a potencialidade de adaptação destas espécies no país e a rentabilidade da produção constituem-se nos principais fatores que estão contribuindo para o incremento da área cultivada no Brasil.

O mirtilo pode ser consumido *in natura* ou ser adicionado em diversos alimentos industrializados, como suco, vinho, vinagre, polpa, purê, panquecas de milho pré-cozidas, geléias, barras de cereais, bolos, *muffins*, balas e gomas de mascar, iogurtes e bebidas lácteas (MAZZA, 2000; CEPEDA et al., 2002), nos Estados Unidos, é o terceiro suco mais consumido, o primeiro é a laranja e o segundo a maçã; também na Europa é comercializado na forma de chá, cerveja, *snaks*, molhos, cereais matinais, sorvetes, recheios para chocolates, *waffles*, entre outros. No Brasil não encontram-se disponíveis produtos de mirtilo industrializados, no entanto pode-se encontrar no mercado nacional alguns produtos importados de países como Alemanha e Estados Unidos.

Entre as frutas, o mirtilo é uma das que apresenta maior teor em antioxidantes já estudadas. Possui um conteúdo particularmente elevado de polifenóis tanto na casca quanto na polpa, que conferem funções de proteção sobre as paredes das células. No entanto, os aspectos nutricionais desta fruta não vinham sendo devidamente estudados pela comunidade científica que até recentemente relatava poucos benefícios à saúde advindos do consumo de mirtilo.

Até 1960 o mirtilo era reportado como uma excelente fonte de fibras, cálcio, ferro e elevado teor de vitamina C (WATT, 1963). Devido ao fato de que estes componentes não estavam presentes em níveis tão elevados quanto em outras frutas, estes argumentos não serviram de impulso para o aumento de consumo. O único outro uso potencial considerado para o mirtilo era baseado em seu poder corante (antocianinas) (ECK, 1988). Este fato gerou grande interesse para indústria de alimentos por algum tempo. Diferentemente da década de noventa, quando começa a ocorrer um incremento no consumo de mirtilo alavancado pelo interesse no potencial nutracêutico da fruta.

O uso de antocianinas como agente corante natural é limitado em função de problemas para extração e estabilidade das mesmas. Para usar um extrato de antocianinas em alimentos, o solvente utilizado na extração deve ser de grau comestível e isto constituía um problema. A estabilidade, porém, é o problema maior. Dependendo de fatores como pH, temperatura e níveis de oxigênio, os agentes corantes naturais degradam mais rapidamente que os sintéticos. O interesse em antocianinas como agente corante continua até hoje (ARSEGO et al., 2002; BORGES et al., 2004).

1.2 ANTOCIANINAS

As antocianinas, pigmentos da classe dos flavonóides, são os principais agentes cromóforos encontrados em tecidos vegetais de cor vermelha, azul e púrpura. Quando extraídas do meio natural, apresentam-se na forma de sais de flavílio, normalmente glicosiladas, ou seja, ligadas a moléculas de açúcares, sendo os mais comuns a β -D-glucose, a β -D-galactose e a α -D-ramnose. Quando livres dos açúcares são chamadas antocianidinas (NYMAN; KUMPULAINEN, 2001; RAMOS, 2000). As estruturas mais comuns apresentadas pelas antocianidinas são apresentadas na Figura 2.

Também podem ser encontradas na forma de proantocianidinas, que são polímeros de antocianinas (SHAHIDI, 2004).

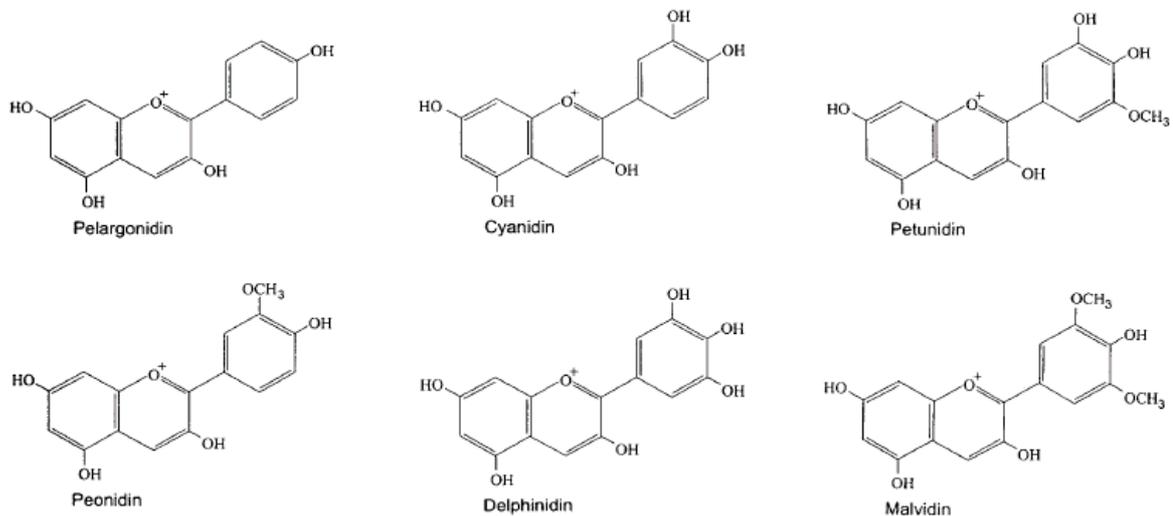


Figura 2: estrutura das antocianinas comumente encontradas em tecidos vegetais (Fonte: Nyman, 2001).

O significado da palavra antocianina vem do grego *anthos*=flor e *Kyanos*=azul. Antocianinas são polihidróxi e polimetóxi derivados de 2-fenilbenzopirilium. Antocianinas são formadas através de fotossíntese e glicólise (MAZZA; MINATI, 1993), são suscetíveis a mudanças de pH; em pH menor que 2,0 existem primordialmente nas formas vermelha e amarela. Em valores de pH entre 2,0 e 4,0 antocianinas existem em diferentes proporções de vermelho, amarelo, azul e roxo. Em valores de pH entre 4,0 e 4,5 apresentam-se azuis e roxas. São responsáveis pela coloração em diversas plantas. Esta variação de cores foi extensamente estudada e discutida por Brouillard (1977,a,b.) e colaboradores.

Antocianinas são encontradas em muitas plantas como mirtilo, framboesa, amora-preta, morangos, repolho roxo e ameixas. Apenas seis antocianinas são encontradas comumente em frutas, malvidina, cianidina, petunidina, peonidina, delphinidina, e pelargonidina. As antocianinas mais comumente consumidas são cianidina e malvidina (SCALBERT, WILLIAMSON 2000). Antocianinas estão presentes nas células da casca e polpa de mirtilo (ECK, 1988).

Plantas produzem antocianinas para combater o stress oxidativo e fisiológico, assim como agressões ambientais (CARLSON, 2003; CROSS et al.,

1998; KRAUSE, 1994; MELHORN, 1990; PRICE; HENDRY, 1991; TERAMURA; SULLIVAN, 1994). Entre outros antioxidantes produzidos por plantas estão incluídos vitamina C, vitamina E, flavonóides e carotenóides. A produção destas combinações de antioxidantes resulta com que algumas plantas se tornem excelentes fontes dietéticas destes compostos.

1.2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS EM ANTOCIANINAS

Os primeiros estudos em antocianinas começaram nos anos sessenta com Durkee e Jones (1969). Os testes foram realizados em função do mercado para corantes naturais para a indústria de alimentos, e o crescimento potencial da indústria de mirtilo. O método principal de extração de antocianinas envolvia álcoois. A base deste método consistia na extração de antocianinas com metanol e na mensuração da absorvância em um comprimento de onda específico. Algumas tentativas de identificação de antocianinas em mirtilo foram realizadas.

Pesquisas conduziram à identificação de muitas antocianinas presentes em mirtilo (BALLINGER et al., 1970; MAKUS; BALLINGER 1973). As primeiras identificações utilizavam métodos de cromatografia de papel, principalmente (FRANCIS et. al., 1966). Nos anos 80, com o uso de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) e espectrometria de massa foi possível identificar antocianinas específicas em mirtilo (GOTO, 1987). No entanto, foi dirigida pouca importância à possibilidade das antocianinas apresentarem benefícios para a saúde. A meta da pesquisa era avaliar a ocorrência natural de corantes.

A maior ênfase das pesquisas com antocianinas em mirtilo estava relacionada com os diferentes níveis em diferentes épocas de colheita, estabilidade de antocianinas em diferentes temperaturas, estabilidade em diferentes pH e desenvolvimento de outros métodos de extração.

No começo dos anos 90 foi quando se percebeu o valor dos antioxidantes na saúde humana. Dr. Ronald Prior e outros pesquisadores do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos desenvolveram um novo ensaio, chamado ORAC (oxygen radical absorbance capacity). Este procedimento mede a capacidade de que diversas frutas e legumes tem de absorver os radicais livres. O mirtilo apresenta uma das maiores capacidades de absorção de radicais livres entre as frutas estudadas

(PRIOR et al., 1998). Esta foi uma descoberta importante, em função dos diversos problemas que a formação de radicais livres podem causar à saúde. Além do ORAC, diversos métodos tem sido utilizados para avaliar a atividade antioxidante em alimentos, entre eles pode-se citar ABTS (LEONG; SHUI, 2002; MILLER; RICE-EVANS, 1997), DPPH (BRAND-WILLIAMS et al., 1995; GIL et al., 2002), e também FRAP (BENZIE; STRAIN, 1999; GUO et al., 2003; JIMENEZ-ESCRIG et al., 2001).

Suplementos contendo mirtilo alegam diminuir problemas de cegueira noturna (JAYLE et al. 1965; KALT, DUFOUR 1997), aumento da adaptação da luminosidade na visão, prevenção de cataratas (KALT, DUFOUR 1997), redução em glaucoma diabético induzido e miopia (CIGNARELLA et. al., 1996; VARMA, 1986) e redução de contração ocular. Outras alegações de benefícios à saúde incluem a melhoria do sistema circulatório do corpo (SATUE-GRACIA et al. 1997; LAPLAUD et al., 1997; KALT, 1997), suporte para a produção de tecidos conjuntivos saudáveis, redução do potencial de doenças cardiovasculares (ANDRIAMBELOSON et al. 1996, 1998; HERTOOG et al. 1993), e redução de infecções do trato urinário (CRISTONI; MAGISTRETTI, 1987; HOWELL, 2002; OFEK et al., 1991, 1996)

Os resultados da pesquisa conduzida por Prior (1998), referente às propriedades antioxidantes de mirtilo possibilitou a abertura de novos mercados para a fruta e tornou-se o conhecimento mais comum dentro de comunidades científicas seculares. O ORAC revelou que as antocianinas encontradas em mirtilo apresentam habilidade de antioxidante, e que está entre as frutas que apresentam esta habilidade em maior grau. Todos os estudos posteriores reforçaram estes resultados.

1.2.2 FATORES QUE AFETAM A ESTABILIDADE DAS ANTOCIANINAS

Antocianinas são instáveis frente à diversos fatores como o pH, temperatura, enzimas, luz entre outros. Em soluções ácidas, existem quatro tipos de antocianinas: base quinonoidal, cátion flavílio, pseudobase hemiacetal e chalcona (BROUILLARD 1982). Em pH baixo, entre 1,0 e 3,0, o cátion flavílio estável é predominante com quantidades secundárias da forma hemiacetal incolor presente (MAZZA 1997; BROUILLARD; 1982, SARNI-MANCHADO et al. 1997). O cátion flavílio é a forma

mais estável de antocianinas, portanto, baixos níveis de pH são apropriados para a retenção das mesmas.

A temperatura interfere na estabilidade de antocianinas. A cinética de degradação de antocianinas pelo calor foi demonstrada por Tanchev (1974). Temperaturas de ebulição apresentaram as maiores taxas de degradação de antocianinas (GARCIA-VIGUERA et al. 1998, 1999). Kalt (1999) e sua equipe demonstraram que temperaturas de congelamento (-20 °C) exercem pouco efeito sobre os níveis de antocianinas. Temperaturas situadas entre estas, permitem perda gradual destes compostos (KALT et al. 1999, SEERAM et al. 2001).

A enzima polifenoloxidase (PPO), presente na maioria das frutas, é prejudicial às antocianinas. Esta enzima age sobre ácidos orgânicos, formando orto-quinonas, que são responsáveis pela degradação de compostos fenólicos, incluindo antocianinas, através de oxidação ou por reações de condensação (WESCHE-EBELING; MONTGOMERY, 1990, KADER et al. 1998). Em estudos realizados na ausência destes ácidos intermediários não houve degradação de antocianinas, enquanto que na presença do ácido caftarico ocorreu a degradação (SARNI-MANCHADO et al., 1997). Efeito semelhante foi observado com ácido clorogênico por Yokotsuka e Singleton (1997). Esta relação foi vista em outras frutas que contêm antocianinas, inclusive morangos (WESCHE-EBELING; MONTGOMERY, 1990), e uva (PRIEUR, 1994). Segundo Kader (1999) PPO é muito ativa em uma gama de pH de 3,0-5,0, esta é a faixa de pH onde se encontra um grande número de frutas, entre elas o mirtilo.

A degradação de antocianinas pode ser retardada pela redução de pH ou por refrigeração (3-5 °C) (KALT et al. 1999). Mirtilos cobertos com carboximetilcelulose sódica também apresentaram redução na degradação de antocianinas (ZHANG et al., 1997) evitando a perda destas com a água.

Antocianinas, quando expostas à luz ultravioleta sofrem degradação exponencial, segundo estudo realizado por Baublis (1994) ao expor extratos de antocianinas durante 16 dias à luz ultravioleta. Observou que a maior degradação ocorre nos quatro primeiros dias.

1.3 ESPESSANTES

Os hidrocolóides são substâncias orgânicas que dissolvem ou dispersam em água e, conseqüentemente, modificam as propriedades físicas de sistemas aquosos na forma de gelificação, engrossamento, emulsificação e/ou estabilização. Eles são usados em diversas aplicações tais como: alimentação, tratamento de água, higiene pessoal, têxteis, produtos de construção, detergentes, produtos para campos petrolíferos e processamento mineral (PENNA, 2002).

Na indústria de alimentos, os hidrocolóides ou gomas, como são conhecidos, são utilizados como agentes modificadores da textura em diferentes tipos de produtos (ANDRÉS, 1975; WONG, 1995).

Estas gomas apresentam propriedades funcionais diversificadas. Hidrocolóides são polímeros de cadeia longa, de alto peso molecular, extraídos de plantas marinhas, sementes, exsudados de árvores e de colágeno animal. Alguns são produzidos por síntese microbiana e outros por modificação de polissacarídeos naturais. São hidrossolúveis e hidrofílicos e dissolvem ou dispersam-se em água para proporcionar efeito espessante (ANDRÉS, 1975; BOBBIO; BOBBIO, 1992; GLICKSMAN, 1986; PENNA, 2002).

Estas substâncias são classificados normalmente como polissacarídeos e agrupados de acordo com a sua origem: animal, vegetal, microbiana (IGOE, 1982) ou forma de obtenção: gomas naturais; modificação das naturais ou semi-sintéticas, baseadas em modificações químicas das gomas naturais ou materiais semelhantes a gomas; e gomas sintéticas, preparadas por síntese química total (BRAUN; ROSEN, 2003; FENNEMA, 1996; PHILLIPS; WILLIAMS, 2000).

Todos os espessantes permitidos na legislação brasileira são polissacarídeos naturais ou modificados, com exceção dos mono e diglicerídeos (BRASIL, 2002).

Além da ação espessante, as gomas também são utilizadas para efeitos secundários, incluindo estabilização de emulsões, suspensão de partículas, controle de cristalização, inibição de sinerese, encapsulação de aroma, sabor e cor, além da formação de filmes comestíveis (SANDERSON, 1981).

Na indústria de alimentos, a utilização de polissacarídeos como espessante requer que este, em baixas concentrações, gere uma alta viscosidade, promovendo a suspensão das partículas. Além disso, os produtos alimentícios devem possuir

fluidez ao serem agitados e vertidos e, portanto, a viscosidade deve decrescer sob agitação, mas recuperar-se prontamente após qualquer tensão de cisalhamento. Outra exigência é que essas propriedades se mantenham sob extremos de temperatura, pH e força iônica, e na presença de outros ingredientes do alimento (BOBBIO, 1992; GLICKSMAN, 1986; PENNA, 2004; WILLIAMS; PHILLIPS, 2003).

As propriedades funcionais dos polissacarídeos estão diretamente relacionadas com a sua estrutura (AI-ASSAF, 2006).

A seleção das gomas para a aplicação específica envolve diversos fatores, tais como a aparência do produto final, compatibilidade com os constituintes funcionais do sistema, conservação, considerações legais, custo, estabilidade frente à temperatura, umidade, tempo de estocagem e tipo de embalagem; odor, propriedade emulsificante, propriedades ópticas do produto final (transparente, opaco, translúcido, colorido), sensação ao tato, sensação bucal (fino, gomoso, filamentosos), tipo de aplicação e a viscosidade (PENNA, 2002).

1.3 XANTANA

A xantana (INS¹ 415) é um polissacarídeo de origem microbiana. Foi descoberto na década de 50, por cientistas do *Northern Regional Research Laboratory* do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos quando pesquisavam microrganismos que produziam gomas solúveis em água para interesse comercial. Os cientistas verificaram que a bactéria *Xanthomonas campestris*, encontrada em couves, produzia um polissacarídeo extracelular com propriedades reológicas excepcionais (HARDING et al., 1994; MCNELLY; KANG, 2000). A xantana é o mais importante polissacarídeo microbiano comercialmente, tem um mercado atual de cerca de 270 milhões de dólares e 40.000 toneladas/ano com taxa de crescimento acima de 5% ao ano, com estimativas de perfazer em 2015 um mercado de 400 milhões de dólares e 80.000 toneladas/ano (PRADELLA, 2006).

Morris (1995) afirma que uma das maiores vantagens dos biopolímeros microbianos são suas propriedades físico-químicas reprodutíveis, além das fontes

¹ I.N.S.= International Number System. Sistema de nomenclatura que unifica os códigos de aditivos no mundo.

estáveis. A produção de polímeros por microrganismos permite um efetivo controle dos parâmetros de produção, tais como: tempo, temperatura, pH, teor de oxigênio, entre outros. Este controle favorece a obtenção de polímeros com características muito semelhantes toda vez que ocorre uma fermentação, ao contrário dos polímeros obtidos de outras fontes, como vegetais, por exemplo, que estão sujeitos à variações climáticas, modificações na composição do solo, e ainda estão sujeitas à oscilações na oferta ao longo do ano de acordo com a safra de cada planta.

A xantana é um heteropolissacarídeo. A cadeia principal consiste de unidades de D-glucose unidas entre si por ligações β 1-4. A cadeia lateral trissacarídica contém uma unidade de ácido D-glicurônico entre duas de D-manose. A unidade interna de manose é acetilada e a manose terminal (externa) pode conter resíduos de ácido pirúvico. (GARCÍA-OCHOA, 2000; JANSSON et al, 1975; MORRIS, 1976; SLONEKER, JEANES, 1962). Algumas manoses externas podem conter ainda um grupo acetil (STANKOWSKI et al, 1993).

Segundo Sanderson (1981), a conformação das cadeias da goma xantana quando dispersa em solução é responsável pela alta viscosidade em repouso e baixa viscosidade em cisalhamento, como conseqüências das interações moleculares fracas em baixas concentrações da goma; esta conformação é responsável pela alta pseudoplasticidade da goma.

A xantana é amplamente utilizada na indústria de alimentos devido suas propriedades de emulsificação, suspensão, estabilização, floculação e formação de soluções pseudoplásticas, mesmo em baixas concentrações. É ainda empregada na indústria farmacêutica, em pesticidas agrícolas, na fabricação de tintas e indústria têxtil (DE VUYST et al., 1994; SUTHERLAND, 1993).

Sob o ponto de vista comercial, a xantana é o mais importante biopolímero microbiano, foi o segundo a ser produzido em larga escala e o primeiro a ser amplamente utilizado na indústria de alimentos (MORRIS, 1992; MAUGERI FILHO, 2001).

Apresenta-se na forma de um pó branco ou creme, inodoro, insípido. O peso molecular da xantana varia de 2 a 12 x 10⁶ g, dependendo da amostra e do método utilizado na análise (ROLLER; DEA, 1992; KATZBAUER, 1998). Possui uma ampla faixa de viscosidade, com ótima solubilidade em água fria, sendo que a solubilidade pode ser aumentada pela elevação da temperatura e adição de sais como NaCl, KCl. É insolúvel em álcool (KENEDI, 1984; WHISTLER, 1993).

A Legislação Brasileira permite sua aplicação em alimentos como espessante, estabilizante e emulsificante, em proporções que variam de até 0,2% no produto a ser consumido a até 1,0% no produto a ser consumido quando aplicados em coberturas (BRASIL, 2002).

1.3.2 CARBOXIMETILCELULOSE

Carboximetilcelulose (INS 466) é um hidrocolóide obtido por modificação química da celulose. A celulose é o composto orgânico encontrado em todas as plantas e no material estrutural da parede celular; é completamente insolúvel em água e não é digerida pelo corpo humano (WONG, 1995).

Carboximetilcelulose (CMC) é um polímero aniônico, de peso molecular moderado; em torno de $300.000 \text{Kg.Kmol}^{-1}$ (COELHO, 2003; PHILLIPS, 2002), solúvel em água e comumente chamado de goma de celulose ou CMC. Pode ser preparado com diferentes graus de substituição, o que confere a cada produto viscosidades diferentes.

A CMC é um éter de celulose obtido pela reação da celulose com hidróxido de sódio, originando a álcali-celulose. Da reação da álcali-celulose com monocloroacetato de sódio obtém-se a carboximetilcelulose sódica. A celulose é constituída de uma longa cadeia de unidades anidrogucose, sendo que cada unidade contém três grupos de hidroxilas terminais. Através da substituição do hidrogênio dessas hidroxilas por grupos carboximetil, obtém-se o carboximetil celulose sódico (CMC) (COELHO, 2003; PHILLIPS, 2002).

A função básica da CMC é ligar água ou aumentar a viscosidade na fase aquosa e assim estabilizar os outros ingredientes evitando a sinerese. Esta goma é utilizada geralmente para espessar, suspender, estabilizar, geleificar e modificar as características de fluxo de soluções aquosas ou suspensões, também tem sido utilizada como agente de corpo em alimentos de baixas calorias. Exerce as propriedades secundárias de possibilitar maior incorporação de ar em produtos aerados, evitar formação de cristais em produtos congelados, aumentar a estabilidade ao choque térmico (BRAUN, ROSEN, 2003; WONG, 1995).

As propriedades da CMC dependem do grau de substituição e de polimerização (BATFORD, ROSSMAN, 1973). Em solução aquosa mostram

comportamento pseudoplástico (SHARMA, 1981), são inodoras e incolores, a viscosidade, no entanto, depende do pH (PHILLIPS, 2002).

A carboximetilcelulose sódica de grau purificado, apresenta-se como um pó, com coloração variando entre branco e creme, higroscópico, isento de aglomerações, inodoro, insípido, possuindo uma ampla faixa de viscosidade, com ótima solubilidade em água fria ou quente. Nas concentrações nas quais é utilizado não interfere nas propriedades organolépticas do produto a ser adicionado; é fisiologicamente inerte, não é tóxico e não é agente sensibilizante. Devido a isso possui muitas aplicações em indústrias alimentícias e farmacêuticas (HILL, MITCHELL, 1995).

A CMC é solúvel ou dispersível em sistemas aquosos à temperatura ambiente. Esta solubilidade pode ser aumentada pela elevação da temperatura ou aumentando o grau de substituição. A distribuição granulométrica também é um fator que influencia bastante na solubilidade. A CMC é solúvel em solventes orgânicos .

A Legislação Brasileira permite sua aplicação em alimentos em proporções máximas de 0,5% no produto a ser consumido (BRASIL,2002).

1.3.3 GOMA TARA

A goma tara (INS 417) é obtida do endosperma da semente da árvore peruana Tara (*Caesalpinea spinoza*) através de um processo termo-mecânico (LAPA, 2004). Trata-se de um polissacarídeo composto de manose e galactose na razão de 3:1. Assim como a goma guar, é solúvel a frio e proporciona viscosidade em sistemas aquosos, lácteos e em sistemas de baixa solidez, em poucos minutos (PENNA, 2002).

Aprovada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) em 2002, a goma tara surge no Brasil como uma proposta inovadora. Com preços competitivos quando comparada a outros galactomananos, é oferecida no mercado como uma opção para substituição a pectinas, goma xantana e CMC (carboximetilcelulose) (FURTADO, 2006).

A variação nas proporções de manose e galactose pode interferir em algumas de suas propriedades físicas, sendo que a razão entre estes constituintes em uma mesma goma pode variar de acordo com o tipo de extração (WILLIAMS, 2003).

Segundo Furtado (2003) a alta capacidade de se ligação à água, o alto poder espessante, a estabilidade em soluções e a capacidade de interagir com outros polímeros são os principais motivos pelos quais os galactomananos são utilizados nos alimentos.

Os galactomananos também modificam o comportamento da água nos alimentos, diminuem a fricção entre componentes, auxiliando no processamento e palatabilidade, e propiciando o controle da cristalização de soluções saturadas de açúcares, impedindo a formação de cristais de gelo em sorvete (GLICKSMAN, 1986; NEUKOM, 1989; RAMSEN, 2004)

A produção de plantas com idade superior a três anos, situa-se em torno de 10Kg. A goma é composta por cerca de 2,5% de proteínas, 0,53% de cinzas, 0,86% de fibra bruta, 0,48% de extrato etéreo, 81,87% de carboidratos e 83,2% de açúcares totais (LAPA, 2004).

Aprovada pela FDA em 2001 e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária em 2002, e com boa disponibilidade por empresas peruanas beneficiadoras, a Tara passa por testes em muitas indústrias alimentícias e já começa a ter destino comercial em alguns casos. As principais aplicações tem sido no segmento de sobremesas lácteas, bebidas e panificação.

1.4 ACIDULANTES

Acidulantes são substâncias capazes de conferir ou intensificar o sabor ácido nos alimentos. Possuem importante papel na indústria de alimentos, devido à palatabilidade e conservação (o cítrico e o fosfórico também são classificados como antioxidantes). Contribuem para aumentar a conservação uma vez que a redução do pH inviabiliza ou prejudica a sobrevivência de microrganismos nos alimentos, possibilitando a aplicação de tratamento térmico mais ameno. Muitas vezes são utilizados em associação com métodos físicos para conservação. São de grande importância na fabricação dos refrigerantes. Podem ser utilizados ácidos orgânicos e inorgânicos e seus respectivos sais. Podem ser isolados de vegetais (tartárico), obtidos por fermentação: cítrico, láctico, acético e fumárico; ou ainda por síntese orgânica: málico, acético, fosfórico e adípico (BOBBIO; BOBBIO, 1992; BRASIL, 1997; FENNEMA, 1996; MERCOSUR, 1993).

1.4.1 ÁCIDO CÍTRICO

O ácido cítrico é um acidulante versátil e muito utilizado pelas indústrias de alimentos, tendo como característica a alta solubilidade, a ação seqüestrante de íons metálicos, que previne reações indesejáveis de oxidação de cor e aromas, segurança de manipulação, inocuidade do ponto de vista de saúde e baixa corrosividade das instalações industriais (FERREIRA, 1987). Desta forma sua utilização constitui-se uma alternativa simples e segura.

O ácido cítrico é um ácido orgânico fraco, tricarboxílico presente na maioria das frutas, sobretudo em cítricas como o limão e a laranja. Sua fórmula química é $C_6H_8O_7$. Quimicamente, o ácido cítrico compartilha as características de outros ácidos carboxílicos. Quando aquecido acima de $175^\circ C$, se decompõem produzindo dióxido de carbono e água (BURDOCK, 1996).

A nomenclatura oficial do ácido cítrico é ácido 2-Hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico. Sua estrutura pode ser observada na Figura 3.

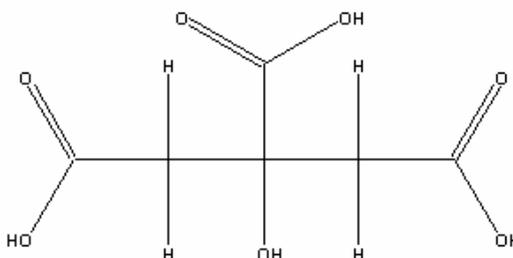


Figura 3 : Representação estrutural do ácido cítrico

Possui alta solubilidade em água e atua como quelante de metais como cobre e ferro. Atua sinergisticamente com antioxidantes fenólicos. Utilizado em óleos, gordura e emulsões oleosas, em frutas, legumes e bebidas (FENNEMA, 1996).

A acidez do ácido cítrico é devida aos três grupos carboxila - COOH que podem perder um próton em soluções. Como consequência forma-se um íon citrato. Os citratos são bons controladores de pH de soluções ácidas. Os íons citratos

formam sais denominados com íons metálicos, que são importantes na preservação e condimentação dos alimentos.

Na temperatura ambiente, o ácido cítrico é um pó cristalino branco. Pode existir na forma anidra, ou como monohidrato que contém uma molécula de água para cada molécula de ácido cítrico. A forma anidra se cristaliza em água quente, enquanto a forma monohidratada do ácido cítrico se cristaliza em água fria. O monohidrato pode ser convertido na forma anidra aquecendo-se acima de 74°C (BURDOCK, 1996).

O ácido cítrico é utilizado na indústria de frutas e hortaliças, sucos, bebidas, carnes, panificação, etc. Recentemente Moda et al.(2005) avaliaram o uso de ácido cítrico como conservante em cogumelos; Berbari et al.(2003) utilizaram ácido cítrico como acidulante em pasta de alho.

1.4.2 ÁCIDO TARTÁRICO

É um composto orgânico de função mista que apresenta os grupos funcionais de ácido carboxílico e álcool, fórmula molecular $C_4H_6O_6$. A fórmula estrutural pode ser observada na Figura 4.

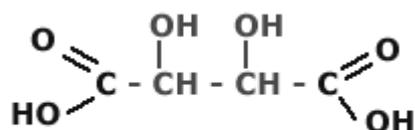


Figura 4: Representação estrutural do ácido tartárico

Sua nomenclatura oficial é ácido dihidroxi-butanodióico (BURDOCK, 1996).

É um acidulante orgânico natural para a indústria de alimentos e bebidas. O ácido tartárico ocorre na natureza em menor escala que o cítrico e o málico, sendo encontrado em alguns frutos e vegetais, principalmente em uvas e tamarindos. É classificado como agente inativador de metais e sua ação pode ser comparada a do ácido cítrico. Age provavelmente por inativação do efeito catalítico de traços de

metais como Fe e Cu nas reações de oxidação. É utilizado, portanto, como agente sinergista de antioxidantes (WONG, 1995).

Todas as variedades do ácido tartárico são sólidas, cristalinas, incolores e muito solúveis em água e em álcool (BURDOCK, 1995). O ácido tartárico é bastante empregado na indústria de sucos, refrigerantes, caramelos, frutas e hortaliças e produtos de padaria, apresenta-se na forma de cristais incolores e inodoros de sabor ácido agradável

1.4.3 ÁCIDO ASCÓRBICO

O ácido ascórbico é um composto solúvel em água e um dos principais antioxidantes do organismo.

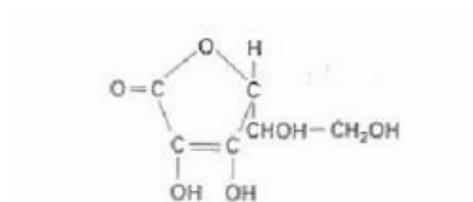


Figura 5: representação estrutural do ácido ascórbico.

Vitamina C é o termo freqüentemente usado para referir-se ao ácido *L*-ascórbico (Fig. 5) e ao seu produto de oxidação inicial, o ácido *L*-deidroascórbico. Este ácido é sintetizado comercialmente através da fermentação bacteriana da glicose, seguida de oxidação química (FORNARO, 1998).

O ácido ascórbico é um dos principais antioxidantes para uso em frutas e hortaliças para prevenir escurecimento e outras reações oxidativas (CARVALHO; CHALFOUN, 1991).

A vitamina C é utilizada no processamento de alimentos com diversas finalidades, por exemplo para prevenir o escurecimento em frutas e vegetais (MELO, VILAS BOAS, 2006) para inibir a oxidação em cerveja, vinho, leite e derivados, como agente redutor de pH em diversos alimentos, para a estabilização da coloração em carnes e fixação da cor em carnes curadas e também para a melhoria das características reológicas de massas de pães.

É encontrado na natureza em frutas cítricas e em diversos vegetais. O ácido ascórbico é um nutriente essencial na dieta humana. Este é um ácido fraco, quando comparado com os demais tem pouco poder de reduzir o pH, a vitamina C é considerada um antioxidante (BRASIL, 1997).

1 °ARTIGO

EFEITO DE ACIDULANTES E ESPESSANTES NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ESTRUTURAIS DE *TOPPING* DE MIRTILO

S.A. Rodrigues¹, C. T. Vendruscolo²;

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial - UFPel

²Laboratório de Biopolímeros - Centro de Biotecnologia - UFPel

Universidade Federal de Pelotas, CP 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil

RESUMO

O objetivo deste estudo foi elaborar um *topping* de mirtilo através da melhor combinação de espessante e acidulante com retenção de antocianinas e aceitação sensorial. Nove formulações foram testadas. Três gomas: xantana, carboximetilcelulose e tara e três tipos de ácidos foram empregados: ácido cítrico, ácido tartárico e ácido ascórbico. Durante a estocagem o teor de antocianinas totais foi determinado por métodos espectrofotométricos. Teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável, comportamento reológico e pH foram avaliados. O perfil sensorial foi determinado, a aceitação também foi avaliada por 50 potenciais consumidores. A viscosidade foi mais elevada nas formulações com goma xantana. Os espessantes e acidulantes influenciaram na viscosidade e conteúdo de antocianinas totais. Após 120 dias de estocagem a formulação elaborada com goma xantana + ácido cítrico apresentou o maior teor de antocianinas, melhor comportamento reológico e boa aceitabilidade.

Palavras chave: mirtilo, *topping*, espessante, ácido.

ABSTRACT

The aim object of this study was to develop blueberry topping by the best combination of thickening agents and acids, to obtain anthocyanin retention and sensory acceptance. Nine formulations were tested. Three gums were studied: xanthan, carboxymethylcellulose and tara. Three types of acids were studied: citric, tartaric and ascorbic. During storage total anthocyanins were determined by spectrophotometric methods. Soluble solids, tritrable acidity, rheological behavior and pH were also measured. The sensory profiles were traced, and acceptance was also evaluated by 50 potential consumers. The viscosity was highest in the xanthan gum formulations. The thickening and acids was influenced on viscosity and total anthocyanins contents. After 120 days of storage, the xanthan gum + citric acid formulation was the highest total anthocyanin, highest viscosity and good sensory acceptability.

Key words: blueberry, topping, thickening, acids.

1 INTRODUÇÃO

O mirtilo (*Vaccinium* spp.) conhecido como cereja-azul, *blueberry* (inglês), *myrtille* (francês), arándano (espanhol) e *waldheidelbeere* (alemão), é uma espécie ainda pouco conhecida no Brasil. Sua implantação data da primeira metade da década de oitenta, em uma coleção de cultivares na Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS). O primeiro plantio comercial no país ocorreu em 1990, em Vacaria (RS) (HOFFMAN; ANTUNES, 2004).

Considerada a fruta da longevidade, o mirtilo possui um elevado teor de antocianinas, que são responsáveis pela sua cor atrativa e comprovados benefícios à saúde. A busca por uma dieta saudável e rica em componentes nutracêuticos tem contribuído para o aumento no consumo desta fruta e dos produtos elaborados a partir dela (CARLSON, 2003).

As frutas *in natura* podem ser preservadas por cerca de trinta dias sob refrigeração (KLUGE et al., 1994, 1995). Atualmente, a conservação do mirtilo produzido no Brasil é realizada predominantemente pelo processo de congelamento. Uma alternativa para a comercialização destas frutas é o processamento na forma de suco, geléia, vinho, licor e outros produtos derivados que podem ser preservados por longos períodos e não dependem de armazenamento sob refrigeração ou congelamento. No Brasil não existem produtos industrializados que utilizem mirtilo como matéria-prima ou ingrediente (REDIES et al., 2006; VENDRUSCOLO et al., 2006).

Topping é um tipo de cobertura, caracterizada pela presença de frutas inteiras, íntegras ou em pedaços padronizados, imersas em uma fase líquida viscosa. As frutas ou pedaços devem apresentar aspecto atrativo para o consumo, o líquido de cobertura deve ser viscoso e translúcido, com cor, sabor e aroma característico da fruta com que foi elaborado e levemente ácido. A textura deverá ser suficientemente firme para que permaneça na superfície do produto com o qual será consumido, e devendo escorrer lentamente por ocasião do consumo. O *topping* deverá manter suas características sensoriais, sem homogeneizar-se ou transferir cor, aroma e sabor para o alimento que está sendo consumido em conjunto.



Figura 1. Torta coberta com *topping* de mirtilo. (Fonte: o autor)

O *topping* deve ser elaborado com frutas maduras, sadias, íntegras, inteiras ou em pedaços, frescas ou congeladas, cozidas em uma solução de água, sacarose, espessante e ácido. Poderá ser consumido como cobertura em bolos, iogurtes, sorvetes, tortas, flans, pudins, entre outros.

O *Topping* tem sua estrutura fundamentada na ação de espessantes. Diferentes espessantes proporcionam variações na viscosidade, estabilidade, retenção de cor e aroma entre outras características físico-químicas em alimentos (TERTA et al., 2005).

A redução do pH através do uso de ácidos orgânicos aprovados para aplicação em alimentos contribui para a conservação, diminuindo a resistência térmica dos microrganismos ou inibindo sua proliferação dos mesmos; aumenta a digestibilidade; melhora a palatabilidade mascarando gostos desagradáveis e intensificando o sabor da fruta. A adição de ácidos também interfere na estabilidade dos espessantes (PHILLIPS, 2000) e de antocianinas (CHAOVANALIKT et al., 2003; FRANCIS, 1989; LIMA et al, 2003; MAGA, KIM, 1989; SAKAMURA, OBATA, 1963; SAKAMURA et al, 1965; SKEREDE et al., 2000). O ácido ascórbico, apesar proporcionar redução no pH é utilizado como antioxidante em alimentos.

Como relatado anteriormente a introdução e produção de mirtilo é recente no Brasil, sendo mais expressivo na região Sul. Raros são os estudos conhecidos de produto industrializado a base de mirtilo no Brasil (JUNG; BORTOLINI, 2005). Atualmente a maioria dos estudos tem sido direcionados à conservação pós-

colheita. Torna-se necessário, portanto, o desenvolvimento de produtos com capacidade de serem industrializados para potencializar o aproveitamento desta fruta por períodos mais prolongados através de seus derivados.

Levando-se em consideração que a adição de espessantes e ácidos alimentícios permite obter produtos de mirtilo com padrões físico-químicos e sensoriais estáveis, com retenção de antocianinas e aceitação pelo consumidor; este trabalho teve por objetivo desenvolver um *topping* de mirtilo resultante da melhor combinação de espessante e ácido com retenção de antocianinas, estabilidade físico-química e aceitação pelo consumidor.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

Foi utilizado mirtilo congelado, qualidade exportação, proveniente da empresa Italbraz, da cidade de Vacaria – RS, safra 2004. A caracterização da fruta está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização físico-química do mirtilo.

Análise	Resultado
Umidade (%)	84,0
Proteína (%)	0,70
Lipídeos (%)	0,32
Cinzas (%)	0,3
Fibras (%)	1,60
pH	3,01
Acidez (% ácido cítrico)	0,85
Teor de Sólidos Solúveis Totais(%)	11,0

Foi empregada sacarose comercial da marca União. Goma Xantana (Jungbunzlauer), Carboximetilcelulose (Carbocel AM 3000 XF – Arinos) e Goma Tara (Aglumix-01 – Mark) como espessantes; ácido cítrico, ácido tartárico e ácido ascórbico (Synth), como acidulantes.

2.2 Elaboração das formulações

Foram elaboradas nove formulações de *topping* de mirtilo variando as combinações de ácido (cítrico, tartárico e ascórbico) e espessante (goma xantana, CMC e tara), conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2: Espessantes e ácidos utilizados nas formulações de *topping* de mirtilo

Formulação	T1	T2	T2	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Goma Xantana ¹	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-
CMC ¹	-	-	-	0,5	0,5	0,5	-	-	-
Goma Tara ¹	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5
Ac. Cítrico ²	0,08	-	-	0,08	-	-	0,08	-	-
Ac. Tartárico ²	-	0,06	-	-	0,06	-	-	0,06	-
Ac. Ascórbico ²	-	-	0,11	-	-	0,11	-	-	0,11

1: % m/m no produto a ser consumido

2: % m/m no produto a ser consumido

A escolha dos espessantes foi realizada em função da origem e forma de obtenção (microbiana, modificada quimicamente de polímero de origem vegetal, e de origem vegetal), da diferente viscosidade conferida nos níveis empregados para o *topping*, do comportamento reológico (as três gomas escolhidas exibem comportamento pseudoplástico em solução aquosa), do custo, da disponibilidade para a indústria, das características sensoriais conferidas pelos diferentes espessantes (gomosidade, brilho, adstringência, entre outros) e de aspectos legais.

Para a escolha dos ácidos, levaram-se em consideração as características da fruta, os efeitos do ácido sobre o sabor e aroma, as propriedades físico-químicas dos ácidos e o seu poder acidulante.

Os níveis de ácido e espessantes empregados neste estudo foram definidos previamente (REDIES et al. 2006; VENDRUSCOLO et al, 2006) com vistas ao

estabelecimento da concentração mínima na qual os espessantes conferissem a viscosidade e pseudoplasticidade desejadas. Estes parâmetros foram avaliados através de análises reológicas e sensoriais. Para o cálculo do teor de ácido a ser adicionado foi construída uma curva de acidificação, levando-se em consideração o pH e a acidez total (%) da fruta *in natura*, de modo que o produto final mantivesse níveis semelhantes, auxiliando na manutenção do aroma e sabor originais da fruta e evitando a degradação de antocianinas. O pH reduzido também é responsável pela conservação e pela coloração do produto, modificando a cor azul, que não exibe boa aceitabilidade em alimentos, para tonalidades vermelho e vinho. Estes parâmetros foram estabelecidos com base em análises físico-químicas e sensoriais.

Para a elaboração das formulações adicionaram-se água, açúcar e espessante. A mistura foi homogeneizada até dissolução completa da goma e em seguida concentrada em tacho aberto, sob constante agitação, até atingir a concentração de sólidos solúveis totais de 50°Brix. Neste momento foram adicionadas as frutas descongeladas, na proporção de uma parte de fruta para uma parte da base preparada e concentrando-se novamente até atingir 50°Brix. Adicionou-se o ácido e o produto foi homogeneizado por 30 segundos. O *topping* foi rapidamente acondicionado em potes de vidro com capacidade para 258mL e tampa metálica, previamente esterilizados. As embalagens contendo o produto foram submetidas a tratamento térmico em tacho aberto com água fervente por 15 minutos. Após este período, as embalagens foram resfriadas em água clorada, identificadas e armazenadas em caixas de papelão, à temperatura ambiente de 24±2°C. No momento do envase existe um gradiente de aproximadamente 20°Brix entre a porção fluída do *topping* e as frutas, sendo que o equilíbrio ocorre na embalagem, após 24 a 48 horas de estabilização. Análises físicas, químicas e sensoriais foram realizadas nos tempos 0, 45, 90 e 120 dias de armazenamento, após o período inicial de estabilização de 48 horas.

2.3 Análises físico-químicas

A determinação de pH foi realizada em potenciômetro de bancada digital (Digimed – DM 20); teor de sólidos solúveis totais-SST (°Brix) por leitura direta em refratômetro de bancada à temperatura de 25°C.

A determinação de umidade e acidez total foi realizada segundo a metodologia adotada pela A.O.A.C..

A avaliação do teor de antocianinas totais foi realizado de acordo com protocolo de Lees (1972). Inicialmente as amostras foram trituradas e homogeneizadas. Uma alíquota de 10 gramas foi coletada e armazenada em solução extratora (etanol e ácido clorídrico 1N na proporção de 95:5) por 16 horas sob refrigeração em ambiente escuro. Após este período, foi realizada a filtração das amostras em filtro Wathman N°1, completando-se o volume até 500mL com a solução extratora. Uma alíquota de 2 mL foi retirada e diluída em 20 mL da solução extratora, quando procedeu-se a leitura da absorbância em 535nm, em espectrofotômetro (HITACHI, U-1800) seguido do cálculo do teor de antocianinas. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.4 Viscosidade

A viscosidade do *topping* foi avaliada em reômetro rotacional marca HAAKE RS 150, a 25°C, utilizando-se sistema de cilindros coaxiais, sensor DG-41, taxa de deformação de 0,01 – 100 s⁻¹. As análises foram realizadas com tempo de 300 segundos, com obtenção de 50 pontos para cada amostra. As determinações foram feitas na porção fluída da amostra, após centrifugação para retirada do ar, de sementes e demais partículas em suspensão; seguido de repouso à temperatura de 25°C, por 24horas.

2.5 Análise microbiológica

As amostras foram analisadas quanto ao desenvolvimento de bolores e leveduras, contagem total de mesófilos segundo metodologia APHA sendo os resultados expressos em UFC.g⁻¹ (VANDERZANT; SPLITTSTCESSER, 1992).

2.6 Análise sensorial

A avaliação sensorial dos *toppings* foi realizada nos mesmos períodos das demais análises. Foi utilizada uma equipe de 15 julgadores treinados, com idades entre 20 e 28 anos, composta por 12 julgadores do sexo feminino e três do sexo

masculino, recrutados junto aos alunos, professores e funcionários da Universidade Federal de Pelotas.

As amostras foram codificadas com algarismos de três dígitos e apresentadas de forma monádica em cabines individuais, com luz branca. Foi utilizada escala não estruturada de 9cm, conforme indicações da ISO (1987) e ABNT (1998), na qual o julgador assinala o ponto que descreve a intensidade percebida. Os limites extremos dos atributos foram vermelho e vinho para cor, líquido e pastoso para textura, murchas e íntegras para aparência das frutas, nenhuma acidez e extremamente ácido para acidez, nada característico e extremamente característico para sabor.

2.7 Análise estatística

Visando a comparação dos dados de cada formulação ao longo do tempo de armazenamento, realizou-se a análise de variância e teste de Tukey. O nível de confiança utilizado foi de 95% e os dados foram analisados através do programa Statistica (Statsoft, versão 5.0)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise físico-química

Os valores de pH, teor de sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$), acidez titulável (g de ácido cítrico. 100g^{-1}) e teor de umidade (%) das amostras de topping de mirtilo obtidos durante o armazenamento podem ser observados na Tabela 3.

Entre as amostras podem-se verificar variações no teor de sólidos, pH e acidez. No decorrer do período de armazenamento, no entanto, estas permaneceram estáveis quanto aos parâmetros físico-químicos avaliados.

Pode-se verificar que o teor de SST não variou em função dos espessantes e acidulantes utilizados e manteve-se praticamente estável ao longo do período de

Tabela 3. Caracterização físico-química dos *toppings* de mirtilo.

	Tempo (dias)	Formulação								
		Xantana			CMC			Tara		
		Ác. Cítrico	Ác. Tartárico	Ác. Ascórbico	Ác. Cítrico	Ác. Tartárico	Ác. Ascórbico	Ác. Cítrico	Ác. Tartárico	Ác. Ascórbico
pH	0	3,13	3,00	3,25	3,86	3,44	3,56	3,04	2,97	3,16
	45	3,21	3,40	3,23	3,88	3,38	3,62	3,12	3,00	3,28
	90	3,17	3,40	3,23	3,88	3,39	3,63	3,04	2,97	3,15
	120	3,18	3,50	3,25	3,88	3,41	3,60	3,04	3,00	3,21
°Brix	0	42,6 ^{a-A}	43,0 ^{a-A}	40,0 ^{a-A}	42,0 ^{a-A}	40,0 ^{a-A}	42,0 ^{a-A}	42,0 ^{a-A}	42,0 ^{a-A}	42,2 ^{a-A}
	45	40,6 ^{a-A}	42,4 ^{a-A}	40,0 ^{a-A}	41,6 ^{a-A}	39,8 ^{a-A}	41,2 ^{a-A}	41,2 ^{a-A}	42,0 ^{a-A}	42,6 ^{a-A}
	90	41,0 ^{a-A}	42,2 ^{a-A}	40,4 ^{a-A}	41,4 ^{a-A}	40,2 ^{a-A}	41,4 ^{a-A}	41,4 ^{a-A}	42,6 ^{a-A}	43,2 ^{a-A}
	120	41,0 ^{a-A}	42,2 ^{a-A}	40,2 ^{a-A}	41,6 ^{a-A}	40,0 ^{a-A}	41,4 ^{a-A}	41,4 ^{a-A}	42,4 ^{a-A}	42,8 ^{a-A}
Acidez	0	0,87 ^{a-A}	0,79 ^{a-A}	0,89 ^{a-A}	0,78 ^{a-A}	0,87 ^{a-A}	0,80 ^{a-A}	0,82 ^{a-A}	0,80 ^{a-A}	0,82 ^{a-A}
	45	0,82 ^{a-A}	0,85 ^{a-A}	0,85 ^{a-A}	0,85 ^{a-A}	0,82 ^{a-A}	0,86 ^{a-A}	0,82 ^{a-A}	0,86 ^{a-A}	0,83 ^{a-A}
	90	0,83 ^{a-A}	0,76 ^{a-A}	0,87 ^{a-A}	0,86 ^{a-A}	0,80 ^{a-A}	0,83 ^{a-A}	0,84 ^{a-A}	0,83 ^{a-A}	0,82 ^{a-A}
	120	0,81 ^{a-A}	0,83 ^{a-A}	0,85 ^{a-A}	0,84 ^{a-A}	0,84 ^{a-A}	0,81 ^{a-A}	0,85 ^{a-A}	0,81 ^{a-A}	0,86 ^{a-A}
Teor de umidade	0	57,98 ^{a-A}	54,46 ^{a-A}	54,89 ^{a-A}	54,12 ^{a-A}	55,35 ^{a-A}	54,95 ^{a-A}	55,44 ^{a-A}	54,68 ^{a-A}	55,25 ^{a-A}
	45	58,04 ^{a-A,B}	54,84 ^{a-A,B}	54,72 ^{a-A,B}	54,03 ^{a-B}	58,87 ^{a-A}	55,45 ^{a-A,B}	56,01 ^{a-A,B}	54,50 ^{a-A,B}	55,52 ^{a-A,B}
	90	60,31 ^{a-A}	56,62 ^{a-A,B}	54,36 ^{a-B}	54,80 ^{a-B}	58,88 ^{a-A,B}	56,64 ^{a-A,B}	57,49 ^{a-A,B}	54,15 ^{a-B}	58,05 ^{a-A,B}
	120	60,30 ^{a-A}	56,31 ^{a-A,B}	54,70 ^{a-B}	54,35 ^{a-B}	56,75 ^{a-A,B}	55,32 ^{a-B}	56,90 ^{a-A,B}	54,54 ^{a-B}	56,80 ^{a-A,B}

Letras minúsculas iguais na mesma coluna significa que não há diferença significativa entre os tempos de armazenamento para cada amostra ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas iguais na mesma linha significa que não há diferença entre as amostras em cada tempos de armazenamento ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

armazenamento. Para a maioria das amostras o teor de sólidos apresentou-se elevado no tempo zero, quando as trocas osmóticas entre as bagas e o líquido de cobertura ainda não havia cessado, porém esta diferença não foi significativa; o teor de SST manteve-se estável no decorrer do período.

Em cada período de avaliação ocorreram variações significativas no teor de umidade entre as amostras. E estas podem estar relacionadas aos diferentes níveis de interação da água com os polímeros, que é influenciada pela força iônica do meio.

As amostras elaboradas com CMC apresentaram pH mais elevado em comparação às demais. Esta diferença não foi observada na avaliação de acidez titulável.

A acidez titulável no *topping* oscilou entre 0,76 (goma xantana + ácido tartárico) e 0,89mg de ácido cítrico.100g⁻¹ (goma xantana + ácido ascórbico). Algumas variações na acidez titulável ocorreram em todas as amostras ao longo do período de armazenamento. Estas variações não foram significativas e podem estar relacionadas à diferenças no tamanho e número de bagas nas embalagens, número de bagas rompidas assim como interações com outros componentes da amostra.

O armazenamento por 45 dias ultrapassou o período necessário para que ocorresse a equalização. Para a indústria este é um dado importante, pois indica que o produto está equalizado (estabilizado) ou pronto para ser comercializado. Pode-se observar que os diferentes ácidos e espessantes utilizados não proporcionaram diferenças significativas na estabilidade dos parâmetros de qualidade físico-químicos avaliados (pH, acidez, teor de umidade e °Brix) ao longo do armazenamento para as amostras elaboradas. No entanto em relação a caracterização do comportamento reológico, diferenças significativas foram obtidas especificamente pelo uso de determinado espessante e ácido o que está evidenciado nos resultados de viscosidade (item 3.2).

3.2 Viscosidade

Para realizar o controle de qualidade de um produto alimentício, é aconselhável proceder aos testes reológicos a baixa tensão de cisalhamento. Estes testes simulam as condições de utilização do produto (SCAMPARINI, 1991), sendo que a viscosidade aparente é o parâmetro mais indicado (RAO, 1999).

A viscosidade das amostras de *topping* de mirtilo foi diferente quando utilizados diferentes espessantes e foi influenciada pelo uso de cada acidulante, como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4: Viscosidade aparente (mPa.s) a 25°C de *toppings* de mirtilo.

Formulação		Tempo (dias)	Taxa de deformação (s ⁻¹)			
			10	30	60	100
		Viscosidade mPa.s				
Xantana	Ácido	0	1730	693	411	273
		45	1540	627	374	252
	Cítrico	90	1520	611	364	245
		120	1500	597	351	235
	Ácido	0	2090	833	490	326
		45	2070	868	515	349
	Tartárico	90	1990	802	475	319
		120	1660	671	397	266
	Ácido	0	2420	952	562	371
		45	2030	793	466	309
	Ascórbico	90	1820	718	420	279
		120	1670	655	383	253
CMC	Ácido	0	160	129	112	96,6
		45	157	123	109	95
	Cítrico	90	155	123	107	94
		120	149	121	104	92,6
	Ácido	0	213	132	116	85
		45	209	129	109	84,9
	Tartárico	90	207	126	108	82
		120	203	123	105	81
	Ácido	0	237	179	144	115
		45	235	186	143	125
	Ascórbico	90	229	178	149	127
		120	196	154	124	105
Tara	Ácido	0	381	315	268	229
		45	313	267	221	189
	Cítrico	90	289	240	208	181
		120	252	216	179	154
	Ácido	0	430	263	217	167
		45	412	260	205	170
	Tartárico	90	708	473	353	274
		120	783	505	383	302
	Ácido	0	468	290	220	178
		45	764	409	290	234
	Ascórbico	90	1140	708	521	401
		120	1950	1130	788	592

A viscosidade aparente das formulações nas taxas de deformação de 10, 30, 60 e 100s⁻¹ apresentaram-se diferentes de acordo com o espessante utilizado, sendo que os maiores valores foram detectados nas amostras elaboradas com goma xantana, seguido de goma tara e CMC. Quando utilizou-se ácido cítrico, a viscosidade apresentou valores mais baixos para os três espessantes testados. As amostras elaboradas com ácido tartárico apresentaram viscosidade intermediária para cada espessante. Os valores mais elevados de viscosidade foram obtidos nas amostras elaboradas com ácido ascórbico.

Analisando-se os resultados de viscosidade pode-se verificar que o tipo de ácido exerce influência sobre este parâmetro. Também pode ser observado que as combinações de goma xantana e CMC com os respectivos ácidos proporcionou a estabilidade da viscosidade aos 45 dias, enquanto que na adição da goma tara com ácido tartárico (T8) e com ácido ascórbico (T9) a viscosidade aumentou drasticamente a partir deste período. Este aumento, contudo, depreciou estes produtos que apresentaram modificações na textura, aparência e cor que não foram aceitas pelos julgadores na avaliação sensorial.

O incremento na viscosidade nas amostras T8 e T9 não foi acompanhado por aumento na estabilidade das antocianinas, ou qualquer melhoria no aspecto das frutas.

Todas as amostras apresentaram comportamento pseudoplástico, no entanto, aquelas elaboradas com goma xantana apresentaram este comportamento de forma mais acentuada.

A pseudoplasticidade é fundamental para este tipo de produto que deve ser estável na embalagem, mantendo as frutas em suspensão e impedindo que se acumulem na parte inferior da mesma prejudicando o aspecto visual do produto e desagradando ao consumidor; também quando aplicado aos alimentos na forma de cobertura deve permanecer na superfície, sem escorrer ou penetrar, e sem homogeneizar-se, mantendo o sabor e cor originais do *topping* e alimento base intactos, sem prejuízo à identidade inicial de cada um; produtos com comportamento pseudoplástico são suaves no momento da mastigação, proporcionando melhor percepção de sabor e aroma, e sensação de textura agradável na boca (KAUTZBAUER, 1998). Pode-se observar ainda que os ácidos não influenciaram na pseudoplasticidade das amostras.

Segundo Rinaudo (1993) a estabilização está relacionada com a diminuição da taxa de sedimentação das partículas pela formação de uma rede transitória que mantém as mesmas em suspensão.

Apesar das amostras adicionadas de ácido cítrico terem apresentado as menores viscosidades para cada goma, os valores da viscosidade aparente e o comportamento reológico apresentaram maior estabilidade durante o armazenamento. Para as amostras elaboradas com CMC, a viscosidade sofreu menor influência dos ácidos no mesmo período.

Existem poucas referências a respeito de propriedades reológicas de produtos de mirtilo. Steffe (1986) observou comportamento pseudoplástico em recheio de mirtilo para torta e Villarán et al. (1997) estudaram o comportamento reológico de geléias de mirtilo.

O uso da goma tara ainda é muito pequeno quando comparado à xantana e CMC. Marquardt et al. (2005) avaliando a utilização das gomas tara, guar e xantana como espessantes em iogurtes desnatados verificaram que a goma tara teve a menor aceitação sensorial, menor viscosidade e não evitou a sinerése.

Com relação à estabilidade da viscosidade em presença de ácidos, Phillips (2000), estudando soluções aquosas de xantana (1%), adicionadas de diferentes concentrações de ácido cítrico e tartárico em temperatura ambiente, verificou que as soluções retêm apenas 75% da viscosidade inicial ao final de 90 dias de armazenamento. Relata ainda que, geralmente, o pH exerce pouco efeito na viscosidade de soluções de xantana nos níveis encontrados em sistemas alimentícios, uma vez que estas soluções revelam excelente estabilidade em baixo pH durante longos períodos.

Quanto aos resultados da análise reológica pode-se concluir que as amostras T1 (goma xantana e ácido cítrico), T2 (goma xantana e ácido tartárico) e T3 (goma xantana e ácido ascórbico), além de terem apresentado a maior viscosidade, apresentaram-se mais pseudoplásticas que as demais em todo o período de amostragem; dentre estas, a amostra T1 (goma xantana e ácido cítrico) teve maior estabilidade da viscosidade durante o armazenamento. As amostras elaboradas com goma xantana também apresentaram melhores resultados na avaliação sensorial de textura (item 3.5).

3.3 Teor de antocianinas

O teor de antocianinas das amostras foi influenciado pelos espessantes, pelos ácidos e pelo tempo de armazenamento, oscilando entre $50,4\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (amostra T1, goma xantana e ácido cítrico, 0 dias) e $6,2\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (amostra T9, goma tara e ácido ascórbico, 45 dias de armazenamento) conforme visualizado na Figura 2.

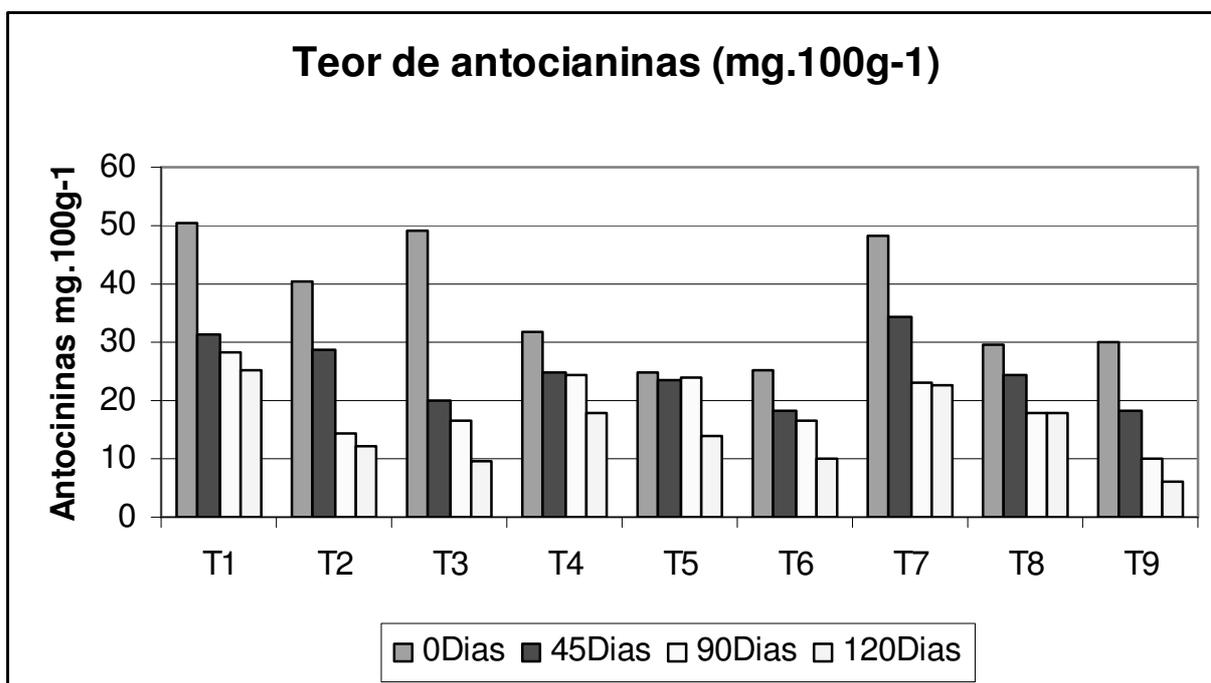


Figura 2. Variação no teor de antocianinas de topping de mirtilo. T1 (goma xantana e ácido cítrico), T2 (goma xantana e ácido tartárico), T3 (goma xantana e ácido ascórbico), T4 (CMC e ácido cítrico), T5 (CMC e ácido tartárico), T6 (CMC e ácido ascórbico), T7 (goma tara e ácido cítrico), T8 (goma tara e ácido tartárico), T9 (goma tara e ácido ascórbico)

Para todas as gomas, os valores mais elevados foram encontrados quando foi utilizado ácido cítrico ($50,4$; $31,8$ e $48,0\text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ nas amostras T1 - goma xantana e ácido cítrico, T4 - CMC e ácido cítrico e T7 - goma tara e ácido cítrico, respectivamente, no tempo 0), sendo que este comportamento manteve-se durante os três tempos de armazenamento.

Entre as amostras elaboradas com ácido tartárico, a que apresentou menor teor de antocianinas foi preparada com carboximetilcelulose, este comportamento permaneceu durante os três tempos de avaliação. Para o ácido ascórbico, os

menores valores foram verificados nos tempos 0 e 90 dias com goma xantana e 45 e 90 dias com goma tara.

Entre os espessantes, os maiores teores foram detectados nas amostras elaboradas com xantana, seguido da goma tara e por último carboximetilcelulose.

O uso de CMC proporcionou maior estabilidade no teor de antocianinas ao longo do armazenamento. No entanto, estas amostras também apresentaram os menores níveis deste componente em todos os tempos na presença de ácido cítrico e tartárico (exceto aos 90 dias) e níveis intermediários quando utilizado ácido ascórbico.

A partir de 45 dias de armazenamento a amostra T1 (goma xantana e ácido cítrico) apresentou maior estabilidade no teor de antocianinas e também os maiores níveis deste componente fitoquímico.

As amostras T1 (goma xantana e ácido cítrico) e T9 (goma tara e ácido ascórbico) se destacaram por apresentar respectivamente o maior ($25,4\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e menor ($6,2\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) teor de antocianinas ao final do período de armazenamento. Estes resultados estão de acordo com Lima et al. (2003), que afirmaram que as antocianinas são pigmentos muito instáveis e podem ser degradados sob ação da vitamina C, oxigênio, temperatura e pH do meio. A concentração de antioxidantes e sua atividade biológica podem ser modificados pelas condições ambientais, assim como pelos métodos de processamento. Kaur e Kapoor (2001) também afirmam que, em geral, o tratamento térmico tem sido a maior causa de depleção em antioxidantes naturais em alimentos.

Não existem dados publicados sobre teor de antocianinas em *topping*, e poucas informações são registradas sobre antocianinas totais em produtos derivados de mirtilo. Rizzolo et al. (2003), avaliando suco de mirtilo armazenado a -10, -20 e -30 °C durante seis meses, verificaram um decréscimo de antocianinas ao longo do tempo de armazenamento. Segundo os autores, a degradação de antocianinas depende do tempo e da temperatura de armazenamento, quanto menor o tempo e a temperatura, maior a retenção de antocianinas. Su e Silva (2005) verificaram teores de antocianinas em vinho e em vinagre de mirtilo, os valores obtidos foram $11,9\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ e $2,3\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, respectivamente.

Pesquisas relatam a ação encapsuladora da goma xantana sobre compostos corantes e aromatizantes (GUICHARD, 2002). Esta retenção está

relacionada com mecanismos que envolvem interações moleculares específicas que promovem adsorção, retenção em micro regiões, complexação, encapsulação e formação de pontes de hidrogênio (GODSHAL, 1997; KINSELLA, 1989).

Pode-se concluir, com a avaliação do teor de antocianinas totais, que o ácido ascórbico quando utilizado em combinação com a goma tara ou CMC proporciona maior estabilidade nos níveis deste composto durante o armazenamento. A combinação de goma xantana e ácido cítrico, no entanto, foi mais eficiente na retenção e estabilização de antocianinas de *topping* de mirtilo.

3.4 Análise microbiológica

As amostras foram avaliadas quanto à presença de microorganismos mesófilos e bolores e leveduras. Para ambas as análises os resultados foram $<10^1$ UFC.g⁻¹, o que indica que todos os toppings de mirtilo enquadram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação em vigor.

Em relação ao tempo de armazenamento todas as formulações permaneceram estáveis microbiologicamente, apresentando $<10^1$ UFC.g⁻¹ de bolores e leveduras e mesófilos totais no final do período de armazenamento.

Dos resultados das análises microbiológicas pode-se concluir que a estabilidade microbiológica de *toppings* de mirtilo foi conferida pelo baixo pH, associado ao elevado teor de SST, ao acondicionamento em embalagem hermética, ao processamento e tratamento térmico. Este conjunto de fatores demonstrou, pela análise dos resultados da avaliação microbiológica, ser eficiente na eliminação e controle da flora microbiana.

3.5 Análise sensorial

As amostras foram avaliadas quanto à textura da porção fluída do *topping*, acidez, cor, sabor e aparência das frutas. De acordo com os resultados mostrados na Tabela 5, pode-se observar expressiva variação em todos os atributos entre as amostras e para cada amostra ao longo do período de armazenamento.

De acordo com os resultados, somente as amostras com goma xantana apresentaram textura ideal para *topping*. As três amostras elaboradas com carboximetilcelulose apresentaram-se próximas do extremo esquerdo da escala (líquido); as formulações T1, T2 e T3, com goma xantana, e ácidos cítrico, tartárico e

Tabela 5. Caracterização sensorial dos *Toppings* de mirtilo

	Tempo (dias)	Formulação								
		Xantana			CMC			Tara		
		Ác. Cítrico	Ác. Tartárico	Ác. Ascórbico	Ác. Cítrico	Ác. Tartárico	Ác. Ascórbico	Ác. Cítrico	Ác. Tartárico	Ác. Ascórbico
Textura	0	3,8 ^{b-D}	5,7 ^{a-A}	5,2 ^{a-B}	3,8 ^{a-D}	2,9 ^{a-E}	2,5 ^{a-F}	2,2 ^{a,b-F}	4,2 ^{b-C,D}	4,3 ^{b-C}
	45	4,2 ^{b-G}	5,8 ^{a-B,D}	5,2 ^{a-C}	2,7 ^{a,b-E}	2,4 ^{a-E}	2,5 ^{a-E}	3,5 ^{a-F}	5,4 ^{a,b-C,D}	7,4 ^{a-A}
	90	4,4 ^{b-C}	6,2 ^{a-B}	4,8 ^{a-C}	2,8 ^{b-D}	2,0 ^{a-F,G}	2,1 ^{a-F}	1,6 ^{b-G}	5,9 ^{a-B}	7,5 ^{a-A}
	120	5,7 ^{a-B}	5,5 ^{a-B}	5,9 ^{a-B}	1,4 ^{b-D}	1,7 ^{a-D}	1,6 ^{a-D}	3,5 ^{a-C}	3,8 ^{b-C}	7,9 ^{a-A}
Acidez	0	2,5 ^{b-F}	4,1 ^{a-C}	3,2 ^{a-E}	1,6 ^{b-G}	2,9 ^{a-E}	3,0 ^{b,c-E}	5,3 ^{b-A}	4,5 ^{b-B}	3,6 ^{b-B}
	45	2,7 ^{a,b-E}	4,3 ^{a-C}	2,7 ^{a-E}	3,3 ^{a,b-D}	4,1 ^{b-B}	4,1 ^{a,c-C}	5,3 ^{a,b-B}	6,5 ^{a-A}	5,2 ^{a-B}
	90	3,6 ^{a-D}	4,7 ^{a-B,C}	2,9 ^{a-E}	3,7 ^{a-D}	3,9 ^{a-D}	4,4 ^{a-C}	5,9 ^{a-A}	5,0 ^{b-B}	4,9 ^{a-B}
	120	3,8 ^{a,b-D}	4,0 ^{a-D}	3,4 ^{a-E}	2,8 ^{a,b-F}	4,1 ^{a-D}	2,5 ^{a,c-F}	5,5 ^{a,b-B}	6,2 ^{a-A}	5,1 ^{a-C}
Cor	0	6,4 ^{a-C,D}	6,2 ^{a-C}	5,5 ^{a-E}	4,6 ^{a-F}	6,8 ^{a-B,D}	7,6 ^{a-A}	7,1 ^{a-A,B}	7,0 ^{a-B}	7,2 ^{a-A,B}
	45	6,0 ^{a-B,F}	6,4 ^{a-B,C,D}	4,8 ^{a-E}	6,7 ^{a-A,C}	7,0 ^{a-A}	6,0 ^{a-B}	6,9 ^{a-C}	4,6 ^{b-D}	5,4 ^{b-B}
	90	6,5 ^{a-A}	6,8 ^{a-A}	6,1 ^{a-A,B}	5,2 ^{a-C}	5,4 ^{b-C}	4,5 ^{b-D}	5,3 ^{a-C}	4,4 ^{b-D}	5,9 ^{b-B}
	120	7,1 ^{a-A}	7,1 ^{a-A}	6,6 ^{a-B}	5,8 ^{a-C}	5,8 ^{b-C}	3,2 ^{b-E}	6,0 ^{a-C}	4,7 ^{b-D}	5,7 ^{b-C}
Sabor	0	7,1 ^{a-A}	6,1 ^{a-B}	5,8 ^{a-B}	5,3 ^{a-C}	4,3 ^{b-D}	5,2 ^{a-C}	5,3 ^{a-C}	4,9 ^{a-C}	5,8 ^{a-B}
	45	6,9 ^{a-A}	6,1 ^{a-B,C}	6,3 ^{a-B}	5,9 ^{a-B,C}	5,9 ^{a-B,C}	6,1 ^{a-B,C}	5,7 ^{a-C}	5,7 ^{a-C}	4,7 ^{a-D}
	90	6,9 ^{a-A}	6,1 ^{a-B}	5,3 ^{a-C}	5,7 ^{a-B,C}	5,5 ^{a,b-C}	4,7 ^{a-D}	4,1 ^{a-E}	4,6 ^{a-D}	4,5 ^{a-D,E}
	120	6,9 ^{a-A}	6,1 ^{a-B}	5,9 ^{a-B}	5,3 ^{a-C}	5,2 ^{a,b-C}	4,1 ^{b-D}	4,1 ^{a-D}	4,2 ^{a-D}	4,4 ^{a-D}
Aparência das frutas	0	7,0 ^{a-A}	7,0 ^{a-A}	6,7 ^{a-A}	3,4 ^{a-C,D}	3,6 ^{a-B,C}	3,9 ^{a-B}	3,2 ^{a-C,D}	3,1 ^{a-D}	1,8 ^{a-E}
	45	6,5 ^{a-A}	6,6 ^{a-A}	6,2 ^{a-A}	4,0 ^{a-B}	3,5 ^{a-C}	3,9 ^{a-B}	3,2 ^{a-C}	3,2 ^{a-C}	2,4 ^{a-D}
	90	6,8 ^{a-A}	6,1 ^{a-B}	6,3 ^{a-B}	3,7 ^{a-C,D}	3,5 ^{a-D,E}	3,9 ^{a-C}	3,4 ^{a-D,E}	3,1 ^{a-E}	2,7 ^{a-F}
	120	7,0 ^{a-A}	6,1 ^{a-A,B}	6,5 ^{a-B}	3,5 ^{a-B}	3,9 ^{a-C}	3,5 ^{a-D}	3,6 ^{a-C,D}	3,1 ^{a-E}	2,7 ^{a-E}

Letras minúsculas iguais na mesma coluna significa que não há diferença significativa entre os tempos de armazenamento para cada amostra ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas iguais na mesma linha significa que não há diferença entre as amostras em cada tempos de armazenamento ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

ascórbico, respectivamente, mostram-se em torno da região central da escala (viscoso). Os diferentes acidulantes utilizados não influenciaram significativamente na percepção sensorial da textura para as gomas xantana e CMC. Quando utilizada goma tara e ácido cítrico, o comportamento com relação à textura sensorial foi similar ao das amostras elaboradas com CMC ao longo do período de armazenamento.

Foi percebido pela equipe de julgadores um incremento na viscosidade da amostra T8 (goma tara e ácido tartárico) nos três primeiros meses. A amostra T9 (goma tara e ácido ascórbico), apresentou-se viscosa, no tempo 0 (zero) passando a pastosa durante o período de estocagem. Os dados sensoriais obtidos para este atributo correspondem àqueles obtidos na análise instrumental de viscosidade.

O incremento na viscosidade das amostras T8 e T9 foi acompanhado por modificações significativas da cor, que variou entre as tonalidades vinho no tempo zero e tonalidades de vermelho nos demais períodos.

Apesar da redução do teor de antocianinas ao longo do armazenamento ter ocorrido em todas as amostras, esta redução não foi percebida para as três amostras elaboradas com goma xantana e para aquelas em que foi adicionado ácido cítrico; estes dados são muito importantes pois, segundo Ferreira (2000) a cor é um dos principais atributos considerados pelo consumidor no momento da compra.

Foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,05$) quanto à acidez nas amostras. A acidez sensorial foi percebida com maior intensidade naquelas elaboradas com goma tara; entre os ácidos, a maior percepção foi nas amostras elaboradas com ácido tartárico. Deve-se ressaltar que o sabor ácido acentuado prejudica a percepção do sabor da fruta, provocando uma sensação aguda ou dolorosa nas mucosas bucais. Segundo Redies et. al (2006), *toppings* de mirtilo devem apresentar-se levemente ácidos, acentuando o sabor e aroma da fruta e mascarando o gosto doce.

As variações de cor e textura não influenciaram na percepção do sabor das amostras, todas apresentaram sabor característico da fruta em todos períodos de tempo, com destaque para a amostra T1 que obteve médias significativamente mais elevadas.

Durante o processamento e estocagem as frutas liberam água e componentes hidrossolúveis para a calda, que tem maior concentração de sólidos solúveis até que seja atingido um ponto de equilíbrio. A perda de água faz com que

as frutas apresentem aspecto de murchamento, o que não as torna atrativas para o consumo. Além disso, o manuseio das frutas, o calor e a agitação mecânica durante o processamento ocasiona o rompimento da película de algumas bagas, a polpa se desintegra na calda e partículas da pele e sementes continuam em suspensão, depreciando o produto.

As amostras apresentaram diferença significativa na aparência das frutas, os extremos da escala corresponderam a murchas(0,0) e íntegras (9,0). As amostras T1, T2 e T3, obtiveram melhores resultados com relação a este atributo.

Os *toppings* elaborados com adição de goma tara e carboximetilcelulose não mascararam os sólidos em suspensão e o aspecto murcho das bagas. Os dados obtidos oscilam em torno do extremo esquerdo da escala (murchas) variando entre 1,8 e 4,0. Além disso, foram registrados comentários negativos quanto à presença de pele e sementes.

A adição de goma xantana nas amostras T1, T2 e T3, mascarou o aspecto murcho das bagas e não foram registrados comentários relacionados à presença de pele e sementes, as notas variaram entre 6,1 e 7,0. Não houve diferença significativa no teor de sólidos solúveis totais da calda, o que confirma a liberação de água das frutas para o meio e conseqüente murchamento; a ação da goma xantana parece estar relacionada com a formação de uma camada de calda sobre a pele das bagas no momento do consumo, o que dificulta a visualização do aspecto real das mesmas. Comentários adicionais registrados pelos relacionaram-se ao brilho intenso das frutas nestas amostras. A calda adicionada de xantana, por ser mais viscosa no momento do processamento pode ainda dificultar ou impedir o rompimento das bagas nesta etapa, o que diminui a quantidade de partículas em suspensão.

A influência das gomas no aspecto das frutas parece não estar relacionada com a viscosidade durante o armazenamento, uma vez que as amostras T8 (goma tara e ácido tartárico) e T9 (goma tara e ácido ascórbico), apesar de terem apresentado incremento na viscosidade não apresentaram modificações no aspecto visual das frutas, pele e sementes no mesmo período.

A amostra T1 (goma xantana e ácido cítrico) destacou-se por apresentar o maior teor de antocianinas no final do armazenamento, o pH das amostras, assim como o teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável e teor de umidade permanecerem estáveis. A viscosidade foi superior à das amostras T4 (CMC e ácido cítrico) a T9 (goma tara e ácido ascórbico) e apresentou maior estabilidade durante o

armazenamento quando comparada à T2 (goma xantana e ácido tartárico) e T3 (goma xantana e ácido ascórbico). O sabor foi significativamente mais característico à fruta quando comparado às demais amostras em todos os tempos de estocagem. Os atributos sensoriais de textura, acidez e cor mantiveram-se estáveis e a amostra recebeu muitos comentários na avaliação sensorial referentes ao sabor como “adorei”, “esta é mais gostosa”, “tem sabor bem parecido com a fruta”, “tem aroma de mirtilo”; à integridade das frutas, como “as frutas tem aspecto atrativo”, “não tem sementinhas como as outras” e “frutas bem íntegras”; também com relação à textura: “esta textura é mais adequada para o produto”, “a textura esta ótima”, “adorei a textura, não está líquida nem sólida”.

Levando-se em consideração os resultados da análise sensorial descritiva, antocianinas totais e viscosidade, a amostra T1 (goma xantana e ácido cítrico) foi submetida à teste sensorial de aceitação com escala hedônica de 9 pontos, sendo 1=“desgostei muitíssimo” e 9=“gostei muitíssimo”. Os resultados podem ser observados na Figura 3.

Segundo Ferreira et al. (2000), os testes de aceitabilidade são aplicados com objetivo de conhecer o grau em que os consumidores gostam ou desgostam de um produto Os testes afetivos são uma importante ferramenta pois expressam diretamente a opinião dos potenciais consumidores do produto sobre características específicas ou ainda a impressão global.

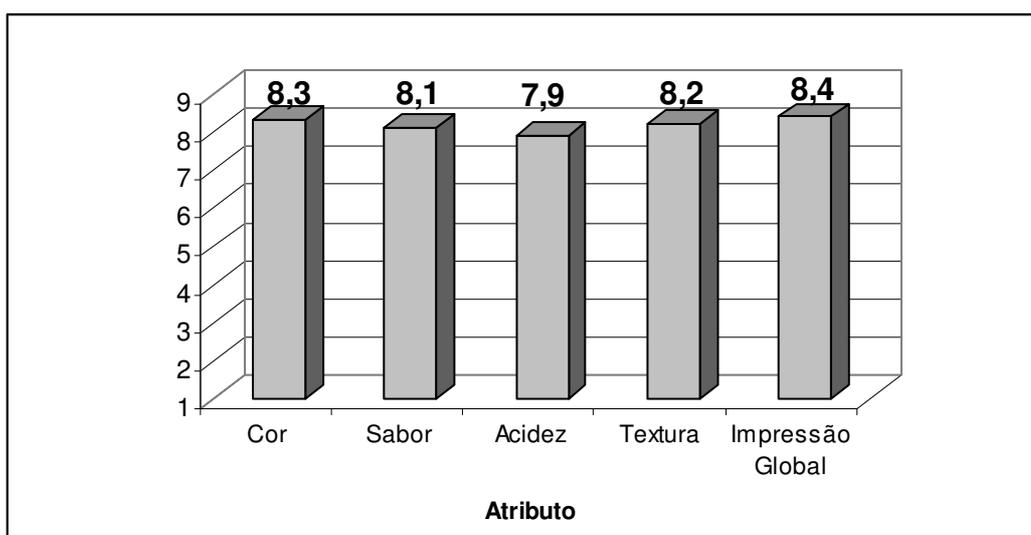


Figura 3. Teste de aceitação sensorial da amostra T1 (goma xantana e ácido cítrico).

A amostra foi apresentada para os consumidores em cabine individual, com luz branca. Os 50 julgadores com idade entre 17 e 35 anos foram recrutados entre alunos, professores e funcionários da UFPel. As amostras foram avaliadas quanto à aceitação dos atributos cor, sabor, acidez, textura e impressão global, os resultados podem ser observados na Figura 3. A amostra elaborada com goma xantana e ácido cítrico apresentou boa aceitação pelos consumidores, que registraram comentários como “adorei”, “esse produto é muito bom”, “a textura é deliciosa”, “tem brilho e cor muito bons”, “a cor é atrativa”, “as frutas inteiras são muito saborosas na cobertura”, entre outros. Na avaliação global 44% dos julgadores gostaram muitíssimo do produto, 50% gostaram muito, 4% gostaram moderadamente e 2% gostaram ligeiramente.

4 CONCLUSÕES

As gomas e ácidos utilizados exerceram influência significativa na viscosidade e retenção do teor de antocianinas das amostras.

A adição de goma tara com ácido tartárico ou ascórbico descaracterizou a formação do *topping* ao longo do armazenamento.

A combinação de xantana e ácido cítrico possibilitou o desenvolvimento de um *topping* de mirtilo com boa retenção de antocianinas e aceitação pelo consumidor, apresentando alto potencial para ser lançado no mercado de produtos industrializados .

5 REFERÊNCIAS

ABNT NBR 14141: Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro. 1998. 3p.

AOAC. Oficial Methods of Analysis. Ed.13. Whashington. DC: Association of Official Analytical Chemists. 1980

CARLSON, J. S.. **Processing Effects on the Antioxidant Activities of Blueberry Juices**. 2003. 80f. Tese - North Carolina State University. Estados Unidos.

CHAOVANALIKIT, A.; DOGHERTY, M.D.; CAMIRE, M.E.; BRIGGS. Ascorbic Acid Fortification Reduces Anthocyanins in Extruded Blueberry-corn cereals. **Journal of Food Science**. v.62, n.6, p.2136-2140, 2003.

CIGNARELLA, A.M., NASTASI, E., CAVALLI, E., PUGLISI, L. Novel lipid-lowering properties of *Vaccinium myrtillus* L leaves, a traditional antidiabetic treatment in several models of rat dyslipidaemia: a comparison with ciprofibrate. **Thrombosis Research**. v.84, n.5, p.311-322. 1996.

FALCÃO, L.D. Estabilidade de antocianinas extraídas de uva Cabernet Sauvignon (*Vitis vinífera* L.) em solução tampão, bebida isotônica e iogurte. 2003. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.A.C.; PETTINELLI, M.L.C.V.; SILAVA, M.A.A.P.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M.M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas, SP. SBCTA, 2000. 127p.

FRANCIS, F.J. **Colorants**. Minnesota: Eagan Press, Eagan Press Handbook Series. p.145, 1999.

GODSHALL, M. A. How Carbohydrates influence food flavour. **Food Technology**, Chicago, v1, n.51, p.63-67, 1997.

GUICHARD, E. Interactions between flavour compounds and food ingredients and their influence on flavour perception. **Food Review International**, Philadelphia, v 1, n18, p.49-70. 2002.

GUTERRES, L.B.; RAMIREZ, M.R.; DICKEL, O.E.; BAISCH, A.L.M.; RASEIRA, M.C.B.; ZUANAZZI, J.A.; HENRIQUEZ, A.; BARROS, D. M. . Avaliação nociceptiva de extratos vegetais contendo antocianosídeos em camundongos. In: FESBE, 2005, Águas de Lindóia, 2005.

HOFFMANN, A.; ANTUNES, L.E.C. Mirtilo: Grande Potencial. **Cultivar – hortaliças e frutas**. v.5, p. 28-30. 2004

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 4121: Sensory Analysis - Methodology - Evaluation of food products by methods using scales, Genève, 1987.

JUNG, A.; BORTOLINI, F. Caracterização de frutos e alternativas de processamento de cultivares de mirtilo (*Vaccinium* spp) produzidas no oeste catarinense. In: Simpósio Latino Americano de Ciencia de Alimentos, 6. 2005. Florianópolis. **Anais do...** Florianópolis, 2005

KALT, W., RYAN, D. A. J., DUY, J. C.; PRIOR, R.L.; EHLENFELDT, M. K., VANDER KILOET S. P. 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**., n.49 p. 4761-4767. 2001

KALT, W.; DUFOUR, D. Health functionality of blueberries. **Hort Technology**, Alexandria, v.7, p.216-221.1997.

KEARSLEY, M.; RODRIGUEZ, V. Effect of heat on anthocyanins. **Journal of Food Technology**. n.16, p. 421-431, 1981.

KINSELLA, J.E. Flavour perception and binding to food components. In: Min, D.B. Smasse, T.M. (Eds) **Aroma Research**. p. 376-403.1989

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of Pigment Analyses in Cranberries. **Hortscience**, Alexandria, v.7, n 1, p.83-84. 1972.

LICHTENTHALER, R.& MARX, F. Total antioxidant scavenging capacities of common European fruit and vegetables juices. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n. 53, p.103-110, 2005.

LIMA, V.L.A.G.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I.S.; LIMA, D. E. S. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de doze diferentes aceroleiras (*Malgiphia emarginata* D.C.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v. 23, n.1, p. 101-103. Jan-abr 2003.

MAGA,J.A; KIM.CH. Co-extrusion of rice flour with dried fruits and fruit juice concentrates. **Lbesm Wiss Technol**. v.22, n.4, p.182-187.1989.

MARQUARDT, Karina ; TELES, C. D. ; FLÔRES, Simone Hickmann . Avaliação do efeito da adição de diferentes espessantes na viscosidade do iogurte desnatado. In: XVII Salão de Iniciação Científica - UFRGS, 2005, Porto Alegre, 2005.

McKENNA, B.M.; LYNG, J.G. Introduction to food rheology and its measurement. In: *Texture in Foods*. V.1. Semi-solid foods. CRC Press. 2003

NINDO, C.I.; TANG, J.; POWERS J.R ; TAKHAR, P.S. Rheological properties of blueberry puree for processing applications. **Food Science and Technology**. In Press. 2006

PHILLIPS, G.O.; WILLIAMS, P.A. **Handbook of hydrocolloids**, New York. CRC Press. 2000.

RAO, M.A. **Rheology of Fluid and Semisolid Foods**. Gaithersburg, MD: Aspen. p.52, 1999.

REDIES, C. R., RODRIGUES, S. Á., BORGES, C. D., PEREIRA, E. R. B., VENDRUSCOLO, C. T. Influência de diferentes espessante e acidulantes na viscosidade de topping de mirtilo In: XIV Congresso de Iniciação Científica e VII Encontro de Pós-Graduação, 2006, Pelotas. In: Anais do **XIV CIC e VII ENPOS**, 2006.

RINAUDO, M. **On the Relation Structure-Properties of Some Polysaccharides Used in the Food Industry**. In: NISHIMARI, K; Doi, E. *Food hydrocolloids: structures, properties, and functions*. New York: Plenum Press, 1993. p.21-34.

SAKAMURA, S.;OBATA,Y. Anthocyanase and anthocyanins in eggplant, *Seanum melongena*L. Part II. Isolation and identification of clorogênico acid and related compounds from eggplant. **Agricultural Biology Chemystry**. n.27, p.121-127, 1963

SAKAMURA,S., WATANAS,S., OBATA,Y. Oxidadse decolorization of the anthocyanin by polyphenol oxidase. **Agricultural Biology Chemystry**. n.29, p.181-190, 1965.

SANTOS, A.M. Situação e perspectivas do mirtilo no Brasil. Embrapa Clima Temperado Pelotas, RS. Série Documentos, n.134, p.282-285. 2004.

SCAMPARINI, A. R. P. Modification of xanthan gum. In: **World Congress Of Food Science And Technology**, 8., 1991, Toronto. *Abstracts...*Toronto, 1991. p.177

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

SKREDE, G., WROLSTED, R. E., PEA, P.; ENERGEN, G. Color stability of strawberry and blackcurrants syrups. **Journal of Food Science**. v.57, n.1, p. 172-177. 1992

STEFFE, J. F. **Rheological methods in food process engineering**. East Lansing: Freeman Press. 1996

STEFFE, J. F; MOHAMED, J.O.; FORD, E.W. Rheological properties of fluid food: data compilation. In: OKOS, M. R. Physical and chemical properties of foods. p. 1-13. USA: ASSAE. 1986.

SU, M.S.; SILVA, J. L. Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) by-products as affected by fermentation. **Food Chemistry**. v.97, n.3, 2005

TERTA, M.; BLECAS, G.; PARASKEVOPOULOU, A. Retention of selected aroma compounds by polysaccharide solutions: a thermodynamic and kinetic approach. Article in Press. **Food Hydrocolloids**. 2005.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTCESSER, P.F. Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods. Ed.13. Washington: American Public Health Association. P.1219 .1992.

VENDRUSCOLO, C. T., RODRIGUES, S. Á., PEREIRA, E. R. B., REDIES, C. R., VENDRUSCOLO, J. L. Characterization of blueberry topping using xanthan gum as thickening agent In: IFT - Annual Meeting + Food Expo, 2006, Orlando.

VILLARÁN, M.C., CEPEDA, E., LLORENS, F.J. & IBARZ, A. Influence of temperature on rheological behaviour of jams of apricot (*Prunus armeniaca*), bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and rose hip (*Rosa canina*). **Food Science and Technology International**, v.3, p.13-19.1997.

2° ARTIGO

INFLUÊNCIA DA CULTIVAR NAS CARACTERÍSTICA FÍSICAS, QUÍMICAS E SENSORIAIS DE *TOPPING* DE MIRTILO

S.A. Rodrigues¹, M.A. Gularte¹, E.R.B. Pereira¹, C.D.Borges², C. T. Vendruscolo³

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial - UFPel

² Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Agrícola - UFPel

³Laboratório de Biopolímeros - Centro de Biotecnologia – UFPel

Universidade Federal de Pelotas, CP 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influencia da cultivar de mirtilo nas características físicas, químicas e sensoriais de *topping* de mirtilo. Seis cultivares foram testadas: Woodard, Powderblue, Briteblue, Bluegem, Bluebelle e Delite. As frutas e *toppings* foram submetidos a análises químicas, físicas e sensoriais. O teor de antocianinas totais foi determinado por espectrofotometria. O maior teor de antocianinas foi encontrado nas frutas e no *topping* da cultivar Powderblue. Não houve correlação entre o teor de antocianinas das frutas e dos *toppings* de cada cultivar. Todas as cultivares utilizadas neste estudo podem ser empregadas na elaboração de *topping*, com boa aceitabilidade sensorial.

Palavras-chave: mirtilo, *topping*, cultivar.

ABSTRACT

The goal of this research was to determine the influence of blueberry cultivars on the physical, chemical and sensory properties of blueberry topping. Six cultivars were tested: Woodard, Powderblue, Briteblue, Bluegem, Bluebelle e Delite. The fruits and toppings were available in physical, chemical and sensory analysis. The total anthocyanins contents were determined by spectrophotometric method. Anthocyanins contents were highest in the fruits and toppings of Powderblue cultivar. There was no relationship between total anthocyanins on fruit and on topping to each cultivar. All cultivar in this study can be used to topping formulations with sensory acceptability.

Key words: blueberry, *topping*, cultivars.

1 INTRODUÇÃO

O mirtilo é uma planta frutífera de clima temperado pertencente à família Ericaceae e ao gênero *Vaccinium*. Possui porte arbustivo, com hábito ereto ou rasteiro produz frutos tipo baga, de coloração azul-escura, de formato achatado, coroada pelos lóbulos persistentes do cálice, com muitas sementes, envolvidas em uma polpa de coloração esbranquiçada de sabor doce-ácido. Os frutos possuem, em geral, em torno de 1cm de diâmetro e 1,5g de peso, podendo ser destinados tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento (ECK, CHILDERS, 1966; KLUGE et al., 1994).

O mirtilo apresenta uma alta importância econômica, especialmente nos Estados Unidos e Europa, centros de origem das espécies deste gênero. O interesse por esta cultura em outras regiões tem sido crescente (SANTOS, 2004).

Há muitas espécies de mirtilo, sendo que as principais espécies com expressão comercial podem ser divididas em três grupos, de acordo com o genótipo, hábito de crescimento, tipo de fruto produzido e outras características: "*highbush*", que tem a melhor classificação em tamanho e sabor dos frutos, "*rabbiteye*" produz frutos de menor tamanho e de menor qualidade apresenta maior produção por planta e melhor conservabilidade pós-colheita e "*lowbush*" que produz frutos de tamanho pequeno, destinados em sua maior parte à indústria de processamento (ECK et al., 1990).

Entre as frutas já estudadas mirtilo é uma das mais ricas em antioxidantes. Apresenta um conteúdo particularmente elevado de polifenóis tanto na casca quanto na polpa, que conferem funções de proteção sobre as paredes das células (DOWNHAM, COLLINS, 2000; KAUR, KAPOOR, 2001; HAKKINEN, TORRONEN, 2000; SAPERS et al., 1984). As antocianinas são encontradas em maior quantidade na pele do mirtilo, sendo que frutas menores têm área de superfície mais alta e a relação de volume que rende maior teor de antioxidante por peso comparado a bagas maiores (CARLSON, 2003).

O teor de antocianinas nos frutos de mirtilo é mais afetado pelo genótipo do que por fatores climáticos ou ambientais. Diferentes cultivares apresentam diferenças nos teores de antocianinas, pH, acidez, teor de sólidos, teor de umidade, sabor dos frutos, tamanho das bagas, número e tamanho de sementes, entre outros (RASEIRA, 2004; FREEMAN et al., 1979; ALBRIGO, 1980; SAPERS et al., 1985;

GERAL, 2001; HAKKINEN, TORRONEN, 2000; KADER et al., 1998; KHAKONEN, 2001; KALT, 2001; SELLAPAN et al., 2002; ZHENG 2003).

Topping é um tipo de cobertura de sabor doce, levemente ácido, caracterizado pela presença de frutas inteiras ou em pedaços, que se encontram em suspensão em um líquido de cobertura viscoso. Deve apresentar cor, sabor e aroma característicos da fruta. Os principais aspectos a serem considerados no controle de qualidade dos *toppings* são a viscosidade, a estabilidade, o teor de antocianinas, a cor e sabor. *Toppings* têm sua estrutura fundamentada na ação de espessantes. Em estudos anteriores, o uso de goma xantana utilizada em conjunto com ácido cítrico demonstrou ser eficiente na preservação de antocianinas, na manutenção da viscosidade e estabilidade, assim como das características sensoriais durante o armazenamento.

A caracterização do uso de diferentes cultivares de mirtilo para industrialização permite suprir as necessidades da indústria de informações sobre a composição química e qualidade dos frutos, possibilitando a opção por cultivares que resultem em produtos com um bom padrão de qualidade, além de orientar na escolha por frutos que exijam menor investimento em matérias-primas e processamento e permitindo maior segurança quanto a fraudes, os resultados também podem auxiliar aos pesquisadores na seleção de cultivares para aprimoramento genético, e orienta aos produtores no momento do plantio para a escolha da cultivar que melhor atenda ao mercado no momento da comercialização da safra.

Baseado nisso, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes cultivares nas características físicas, químicas e sensoriais de *toppings* de mirtilo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Fruta

Foram utilizadas frutas de seis cultivares de mirtilo: Bluegem, Bluebelle, Delite, Woodard, Powderblue e Briteblue; todas maduras e de boa qualidade,

fornecidas pela Embrapa Clima Temperado. As frutas foram lavadas, selecionadas, classificadas, identificadas e acondicionadas sob congelamento (-18°C).

2.2 Elaboração do *topping*

As formulações foram elaboradas com as frutas, água, açúcar, espessante (goma xantana) e acidulante (ácido cítrico), segundo o fluxograma (Fig. 1):

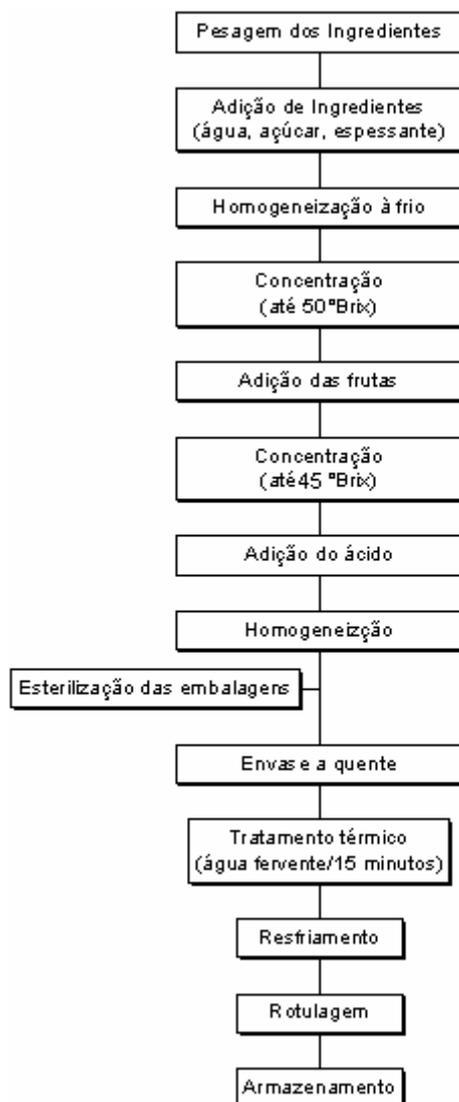


Figura 1: fluxograma de processamento de *topping* de mirtilo.

Para elaboração das formulações, água potável, açúcar e goma xantana (0,5% no produto a ser consumido) foram homogeneizados e concentrados em tacho aberto até atingir 50°Brix. Em seguida foi acrescentada a fruta e novamente concentrado até atingir 45° Brix. O ácido cítrico dissolvido em água foi adicionado ao produto, o envase realizado a quente em embalagens de vidro com tampa metálica, previamente esterilizados. No momento do envase existe um gradiente de

aproximadamente 20 °Brix entre a porção fluída do *topping* e as frutas, sendo que o equilíbrio ocorre na embalagem, após 24 a 48 horas de estabilização. O produto foi submetido a tratamento térmico em água fervente durante 15 minutos, e resfriado até temperatura ambiente, quando foi rotulado e armazenado. Após período de estabilização de 48 horas foram realizadas análises físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas.

2.3 Avaliação físico-química

Foram realizadas análises físico-químicas nas frutas *in natura* e no *topping* elaborados a partir de cada cultivar.

A análise de pH foi realizada em potenciômetro digital (Digimed – DM 20); teor de sólidos solúveis totais-SST (°Brix) em refratômetro. Acidez titulável-AT segundo ABNT. Avaliação do teor de umidade segundo ABNT. Foi verificado o peso e o diâmetro das frutas.

2.4 Teor de antocianinas

A avaliação do teor de antocianinas totais foi realizada de acordo com protocolo de Lees (1972). As amostras foram trituradas, homogeneizadas. Uma alíquota de 10g foi coletada e acondicionada *overnight* em solução extratora (etanol e ácido clorídrico 1N na proporção de 95:5). Após este período, foi realizada a filtragem das amostras em filtro Wathman N°1, e o volume completado até 500mL com a solução extratora. Uma alíquota de 2mL foi retirada e diluída em 20mL da solução extratora, e nestas procedeu-se a leitura da absorbância em 535nm, em espectrofotômetro (HITACHI, U-1800) e realizou-se o cálculo do teor de antocianinas.

2.5 Viscosidade

A viscosidade do líquido de cobertura foi avaliada em reômetro no módulo rotacional (HAAKE RS 150), a 25°C, utilizando-se sistema de cilindros coaxiais, sensor DG-41, taxa de deformação de 0,01-100 s⁻¹. As análises foram realizadas com tempo de 300 segundos, com obtenção de 50 pontos para cada amostra. As determinações foram feitas no líquido de cobertura, após centrifugação para retirada do ar, de sementes e demais partículas em suspensão; e repouso em temperatura de 25°C por 24horas.

2.6 Análise microbiológica

As amostras foram analisadas quanto ao desenvolvimento de bolores e leveduras, contagem total de mesófilos segundo metodologia APHA com resultados expressos em UFC.g⁻¹ (VANDERZANT,SPLITTSTCESSER, 1992)

2.7 Análise sensorial

Para a avaliação sensorial dos *toppings* foi utilizada uma equipe de 8 julgadores treinados, com idades entre 20 e 28 anos, recrutados junto a alunos, professores e funcionários da Universidade Federal de Pelotas.

As amostras foram codificadas com algarismos de três dígitos e apresentadas de forma monádica em cabines individuais, com luz branca. Foi utilizada escala não estruturada de 9cm, conforme indicações da ISO (1987) e ABNT (1998), na qual o julgador assinala o ponto que descreve a intensidade percebida para cada atributo. Os limites extremos dos atributos foram vermelho e vinho para cor, nenhuma acidez e extremamente ácido para acidez, nada característico e extremamente característico para sabor.

As amostras foram ainda submetidas a teste de aceitação com escala hedônica de nove pontos, sendo 1= “desgostei muitíssimo” e 9= “gostei muitíssimo”. Cada amostra foi avaliada por 50 julgadores, com idades entre 20 e 48 anos, recrutados entre alunos e funcionários da UFPel. As amostras foram apresentadas de forma monádica em cabines individuais com luz branca.

2.8 Análise estatística

Para comparação dos dados de cada formulação, análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey foram realizados, estabelecendo-se a significância estatística ao nível de 5%. Os dados foram analisados através do programa Statistica (Statsoft, versão 5.0).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliações físico-químicas

Foi verificado o diâmetro (média de 20 unidades em triplicata) e peso das frutas de cada variedade, conforme visualizado na Tabela 1.

Tabela 1: características físicas das frutas de seis cultivares de mirtilo.

Cultivar	Diâmetro (cm)	Peso (g)
Woodard	1,3 ^c	1,0 ^b
Powderblue	1,5 ^a	1,5 ^a
Bluegem	1,4 ^{b,c}	1,2 ^b
Briteblue	1,2 ^c	1,2 ^b
Bluebelle	1,2 ^c	1,2 ^b
Delite	1,5 ^{a,b}	1,5 ^a

Letras iguais na mesma coluna significa que não há diferença estatística entre as amostras ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

As frutas das seis cultivares analisadas apresentam características semelhantes às descritas por Raseira (2004), que avaliou frutos da safra 2003 produzidos pela EMBRAPA Clima Temperado. Pode-se observar que houve variação no diâmetro e peso das bagas, entre as frutas da mesma cultivar e também entre as cultivares.

De acordo com Redies et. al (2006) e Vendruscolo et. al (2006), o tamanho das frutas influencia na estabilidade e aparência do *topping*. Segundo os autores, são apropriadas para elaboração do produto frutas de tamanho pequeno a médio. De acordo com os resultados verificados para este atributo as seis cultivares avaliadas são apropriadas para uso na elaboração de *topping*.

As frutas também foram avaliadas quanto ao pH, teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável (% de ácido cítrico) e teor de umidade. Os resultados podem ser observados na Tabela 2.

As frutas das seis cultivares diferiram significativamente ($p < 0,05$) em pH, teor de sólidos e acidez titulável. Os resultados encontrados neste trabalho estão de

acordo com os resultados encontrados na literatura para mirtilo de diferentes cultivares e oriundos de diferentes regiões de cultivo.

Tabela 2. Caracterização físico-química das frutas de seis cultivares de mirtilo.

Cultivar	pH	°Brix	Acidez titulável (% de ácido cítrico)	Umidade (%)
Woodard	2,92	12,4 ^b	0,88 ^b	81,81 ^a
Powderblue	3,06	14,0 ^a	0,95 ^b	80,15 ^a
Bluegem	2,90	12,2 ^b	1,28 ^a	82,19 ^a
Briteblue	3,20	11,8 ^b	0,76 ^c	81,05 ^a
Bluebelle	3,08	12,6 ^b	0,92 ^b	81,25 ^a
Delite	3,02	12,4 ^b	0,80 ^c	80,95 ^a

Letras iguais na mesma coluna significa que não há diferença estatística entre as amostras ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

As frutas da cultivar Powderblue apresentaram os maiores teores de SST, os níveis variam entre 1,4 a 2,2°Brix acima das frutas das demais cultivares. É de conhecimento geral em processamento de frutas e hortaliças que o teor de sólidos solúveis totais na fruta está diretamente relacionado com a lucratividade, uma vez que as frutas com maior teor de sólidos permitem reduzir proporcionalmente a quantidade de açúcar a ser adicionado no produto para atingir a concentração de sólidos estabelecida para o produto final. As frutas desta cultivar apresentaram o menor teor de umidade, as diferenças foram entre 0,38 e 2,04% a menos que as demais amostras. O teor de umidade também está diretamente relacionado ao custo, considerando-se que as frutas são comercializadas em função do peso quanto menor o teor de umidade sem prejuízo da qualidade dos frutos menores serão os gastos com aquisição da matéria-prima.

O pH das amostras variou entre 2,90 e 3,20 enquanto a acidez variou entre 0,76 e 1,28% de ácido cítrico. As frutas da cultivar Bluegem apresentaram menor valor de pH e maior teor de ATT, enquanto que as frutas da cultivar Briteblue apresentaram o pH mais elevado e menor teor de ácido entre as seis analisadas.

Segundo Eck (1988), a acidez total das frutas no momento da colheita deve estar entre 0,3 e 1,3% de ácido cítrico, o pH em torno de $3,75 \pm 0,5$ e o teor de SST acima de 10% (1970).

Arsego et al. (2003) mostraram que o pH da fruta *in natura* é importante na retenção de antocianinas, uma vez que em pH <3,0 estes componentes são mais estáveis frente a fatores que aceleram a decomposição.

Os dados obtidos estão próximos aos relatados por Ristow et al. (2004) que detectaram teores de sólidos solúveis totais de 15,33 e acidez titulável 0,45 (% ácido cítrico) em mirtilos, e por Machado (2004) e sua equipe, que verificaram teor de sólidos solúveis totais de 14,46°Brix, acidez titulável 0,78 e pH 3,02 em mirtilos da cultivar Woodard; na cultivar Bluegem 14,46°Brix, 1,07% de ácido cítrico e pH 2,97.

Os resultados das análises físico-químicas mostraram que as frutas das seis variedades apresentam características semelhantes e todas estão aptas para serem utilizadas na elaboração de *topping*.

Para a elaboração dos *toppings*, foi levada em consideração a variação na composição das frutas de cada cultivar. O teor de ácido cítrico adicionado foi calculado para resultar em *topping* com pH entre 2,9 e 3,0, levando-se em consideração que antocianinas são melhor preservadas nesta faixa. Em estudos prévios realizados por Redies et al. (2006) e Vendruscolo et al. (2006) foi registrado maior índice de aceitação para *topping* levemente ácido com teor de SST entre 32 e 45%.

Os *toppings* elaborados com as frutas das seis variedades foram avaliados quanto ao pH, teor de SST (°Brix), acidez titulável (% de ácido cítrico) e teor de umidade (%).

De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que não há diferença estatística entre as amostras para os parâmetros avaliados, e que as variações nas características físico-químicas das frutas não influenciou nas características físico-químicas dos *toppings* (Tabela 3).

Tabela 3. Caracterização físico-química dos *toppings* de mirtilo.

Cultivar	pH	°Brix	Acidez titulável (% de ácido cítrico)	Umidade (%)
Woodard	2,95	36,1 ^a	1,01 ^a	59,24 ^a
Powderblue	2,95	35,8 ^a	0,99 ^a	60,22 ^a
Bluegem	2,95	35,9 ^a	1,01 ^a	60,86 ^a
Briteblue	2,94	36,0 ^a	1,01 ^a	59,17 ^a
Bluebelle	2,95	35,9 ^a	0,98 ^a	60,08 ^a
Delite	2,96	36,1 ^a	1,00 ^a	60,89 ^a

Letras iguais na mesma coluna significa que não há diferença estatística entre as amostras ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

O teor de sólidos solúveis totais dos *toppings* permaneceu em torno de $36,0 \pm 0,1$ °Brix. A quantidade de sacarose adicionada foi calculada em função do °Brix da fruta e do teor de sólidos solúveis totais estabelecido para o produto final. A adição de sacarose ao *topping* elaborado com a cultivar Powderblue foi menor em virtude do teor significativamente mais elevado de SST da fruta.

Para padronizar o pH das amostras de *topping*, foi adicionado ao final do processo ácido cítrico na forma de solução aquosa (15%). A adição foi acompanhada pela verificação do pH em potenciômetro, a solução foi adicionada até que cada amostra atingisse pH 3,0; este valor foi estabelecido de acordo com estudos anteriores (REDIES et al. 2006; VENDRUSCOLO et al, 2006) com a finalidade de manter o pH próximo ao original da fruta, realçar a cor e proporcionar maior estabilidade às antocianinas. Ao final do período de estabilização as amostras apresentaram pH em torno de $2,95 \pm 0,01$, a acidez titulável (% ácido cítrico) dos *toppings* permaneceu em torno de $1,00 \pm 0,01\%$.

O teor de umidade das amostras de *topping* oscilou entre 59,17 (Briteblue) e 60,89% (Delite). A adição da sacarose, xantana e a concentração durante o processo de elaboração são responsáveis por estabelecer a umidade do *topping* em torno de 60%. O teor de umidade dos *toppings*, assim como o da fruta, está relacionado ao custo, uma vez que influencia diretamente no rendimento do produto. Variações no teor de umidade influenciam na viscosidade e conservabilidade do produto, por isso é necessário estabelecer um padrão e seus limites, dentro dos quais, o teor de umidade pode oscilar sem causar prejuízo à qualidade e ao rendimento do produto final. Avaliando o resultado da análise reológica (item 3.3)

pode-se inferir que a variação no teor de umidade nos níveis apresentados pelas amostras em análise não influenciou na viscosidade das mesmas.

Os resultados das análises físico-químicas dos *toppings* de mirtilo são semelhantes com os encontrados no estudo anterior e em outros trabalhos do grupo com o mesmo produto onde o pH das amostras situa-se entre 2,70 e 3,80, teor de SST variando entre 32 e 45°Brix, teor de umidade entre 55,30 e 62,12%, e acidez titulável entre 0,75 e 1,4 % de ácido cítrico (REDIES et al. 2006; VENDRUSCOLO et al, 2006). Existem poucos dados sobre produtos industrializados de mirtilo. Jung et al. (2005), estudando geléias e polpas de mirtilo, destacam a acidez elevada, assim como cor atrativa e sabor característico dos frutos. Nindo et. al (2005) avaliando sucos concentrados de mirtilo submetidos a diferentes tratamentos e com diferentes concentrações de sólidos verificou pH variando entre 2,55 e 2,80 e acidez titulável entre 4,55 e 4,90% de ácido cítrico. *Toppings* de mirtilo com características semelhantes ao desenvolvido neste trabalho são comercializados nos Estados Unidos, com base nas informações contidas no rótulo destes produtos, as principais diferenças físico-químicas entre estes são o teor de umidade e teor de sólidos.

Pode-se concluir, quanto aos parâmetros físico-químicos avaliados, que as características de cada cultivar não interferem nas características finais do *topping*, que são resultantes da adição de aditivos e ingredientes e do controle do processo de fabricação.

3.2 Teor de antocianinas

Para verificar as variações no teor de antocianinas, assim como a redução dos níveis deste composto após o processamento, foi realizada a determinação do teor de antocianinas totais ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) nas frutas, e nos *toppings* após o processamento e estabilização. Os resultados podem ser observados na Tabela 4.

As frutas de diferentes cultivares diferem em tamanho da baga, quantidade de cera na superfície (FREMAN, 1979; ALBRIGO, 1980; SAPERS, 1985), espessura e resistência da pele (SAPERS, 1985), textura da polpa (YARBOROUGH, 1947), distribuição e teor de antocianinas.

Houve variação significativa no teor de antocianinas totais entre as frutas e os *toppings* de diferentes cultivares. As cultivares que apresentaram os maiores índices de antocianinas na fruta não foram as mesmas que apresentaram os maiores índices no *topping*.

Tabela 4. Teor de antocianinas das e frutas e *toppings* de mirtilo.

Cultivar	Teor de antocianinas (mg.100g ⁻¹)	
	Fruta	Topping
Woodard	125,0 ^d	42,1 ^b
Powderblue	157,4 ^a	67,7 ^a
Bluegem	128,3 ^c	64,4 ^a
Briteblue	124,0 ^d	38,0 ^b
Bluebelle	130,5 ^b	63,8 ^a
Delite	131,0 ^b	35,7 ^b

Letras iguais na mesma coluna significa que não há diferença estatística entre as amostras ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

De acordo com os resultados obtidos, as frutas da cultivar Powderblue apresentaram os maiores teores de antocianinas, seguido pelas frutas das cultivares Delite, Bluebelle, Bluegem, Woodard e Briteblue.

Estudos indicam ampla variação no teor total de antocianinas em cultivares de mirtilos. Os resultados encontrados para as frutas analisadas neste trabalho são semelhantes aos verificados por Ristow et al. (2004) que analisaram frutas das cultivares Bluegem, Delite, Bluebelle, Woodard e Briteblue, verificando teores de antocianinas totais entre 0,126% e 0,270%. Ballinger et al. (2004) informaram que mirtilos Rabbiteye (*Vaccinium ashei reade*) tem marcante efeito do estágio de maturação no teor de antocianinas, e analisando a cultivar Bluegem verificaram a presença de 272mg.100g⁻¹ destes componentes. Teores de antocianinas variando entre 890 e 3310 mg.Kg⁻¹ foram detectados em mirtilo de 87 cultivares por Ehlenfeldt (2001). SELLAPAN (2002) analisando mirtilo proveniente de diferentes regiões da Geórgia a de diferentes cultivares, detectou índices que variaram de 12,7 até 197,3mg.100g⁻¹. Mazza, (1993) estudando *Highbush* blueberries (*Vaccinium corimbosum* L.) verificou teores de antocianinas entre 25 e 495mg.100g⁻¹.

Ehlenfeldt (2001) entre outros autores, afirmam que o teor de antocianinas em frutos de mirtilo é afetado pelo grau de maturação no momento da colheita, por diferenças genéticas entre cultivares, condições ambientais no momento que antecede à colheita, condições de estocagem pós-colheita e pelo processamento.

Algumas cultivares que apresentaram os menores teores de antocianinas apresentaram também menor pH, o que indica que as variações no teor de antocianinas entre as cultivares em estudo pode estar relacionado com o grau de

maturação das frutas, além de fatores genéticos; uma vez que todas foram colhidas na mesma época e submetidas a tratamento pós-colheita semelhante.

Em relação ao *topping*, a quantidade de frutas na fabricação deste corresponde a aproximadamente 55% (m/m) do produto pronto para o consumo. Portanto, esta relação deve ser levada em consideração para fins de avaliação dos resultados.

Foram verificadas diferenças significativas no teor de antocianinas entre as amostras de *topping*. Quanto ao teor total de antocianinas, as amostras podem ser divididas em dois grupos significativamente diferentes: um constituído pelas cultivares Powderblue, Bluegem e Bluebelle, apresentando entre 63,8 e 67,7mg.100g⁻¹ de antocianinas; e outro com menor teor, entre 35,7 e 42,1mg.100g⁻¹ de antocianinas, constituído pelas variedades Woodard, Briteblue e Delite.

Quando comparado o teor de antocianinas dos *toppings* após o período de estabilização ao teor inicial de antocianinas na formulação antes do processamento, considerando-se que de cerca 55% do *topping* é constituído pelas frutas, e o restante composto pelo conjunto dos demais ingredientes, a cultivar Bluegem apresentou a menor redução, cerca de 9%, seguida pela cultivar Bluebelle (≈11%), Powderblue (≈21%). Nas demais cultivares pode-se verificar significativa redução neste componente, ≈39% para Woodard, ≈44% para Briteblue e ≈50% para a cultivar Delite.

O resultado do teor de antocianinas das frutas não teve correlação com o nível destes pigmentos mantidos nos *toppings* elaborados com cada cultivar.

Os *toppings* elaborados neste estudo apresentam níveis de antocianinas totais semelhantes ou mesmo superiores a outros produtos industrializados elaborados com mirtilo. Em estudo avaliando teor de antocianinas em fermentados elaborados com mirtilo, os níveis variaram entre 14,7 e 170,17mg.L⁻¹ (SANCHEZ-MORENO, 2003). Su e Silva (2005) verificaram teores de antocianinas em fermentado de mirtilo em torno de 11,9mg.100g⁻¹ e em vinagre de 2,3mg.100g⁻¹ deste composto. Skerede et al. (2000) observaram redução de 18 até 90% do teor inicial de antocianinas de mirtilo após o processamento para elaboração de suco. Não existem dados sobre teor de antocianinas em *topping* de mirtilo comercializados em outros países.

Pode-se afirmar que para o produto formulado neste trabalho, houve boa retenção de antocianinas, visto que não atingiu níveis de degradação superiores a

50%. As cultivares Powderblue, Bluebelle e Bluegem são indicadas quando se tem por finalidade a obtenção de produtos com propriedades nutracêuticas. No entanto, para a elaboração de *topping*, que é o objetivo deste estudo, todas as amostras podem ser utilizadas indistintamente.

3.3 Viscosidade

Os resultados de viscosidade das seis amostras estudadas são apresentados de duas formas para melhor entendimento. O gráfico (Figura 2) permite a avaliação do comportamento pseudoplástico dos *toppings*, enquanto que na tabela (Tabela 5) pode-se avaliar a intensidade da pseudoplasticidade e a viscosidade pontual. A pseudoplasticidade caracteriza-se pela diminuição da viscosidade à medida que se aumenta a taxa de deformação (CROSS, 1965; NAVARRO, 1997; SANDERSON, 1981), este comportamento é típico de xantana e é muito importante porque confere ao *topping* a característica de fluidez quando aplicado ao alimento base e aumento de viscosidade quando em repouso.

Tabela 5. Viscosidade aparente (mPa.s) a 25°C de *toppings* produzidos com diferentes cultivares de mirtilo.

Cultivar	Taxa de deformação			
	10 s ⁻¹	30 s ⁻¹	60 s ⁻¹	100 s ⁻¹
Woodard	1100	438	260	174
Powderblue	1250	481	285	191
Bluegem	1210	461	275	184
Briteblue	1370	553	321	217
Bluebelle	1290	497	294	197
Delite	1280	511	306	207

Letras iguais na mesma coluna significa que não há diferença estatística entre as amostras ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

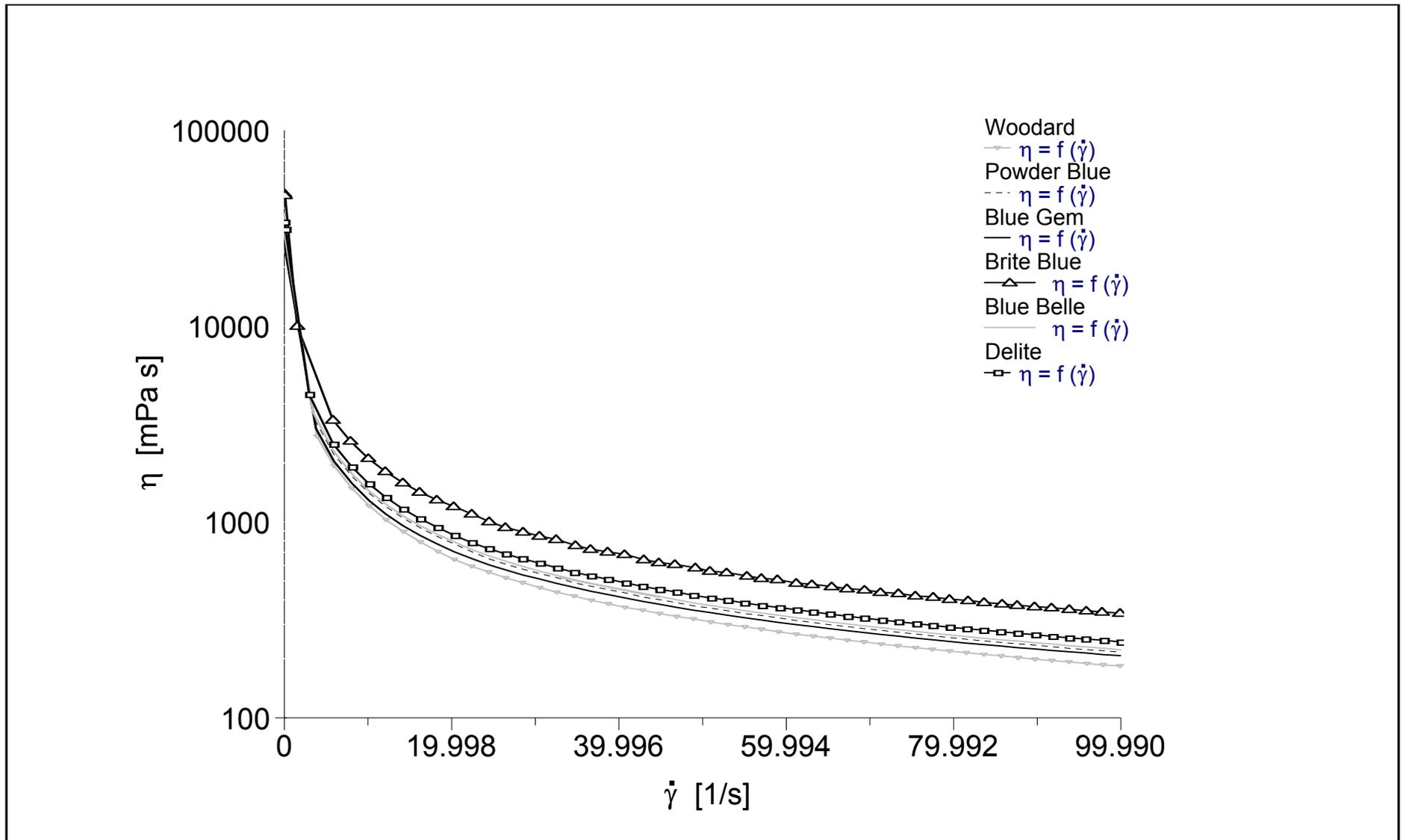


Figura 2: Comportamento reológico (mPa.s) a 25°C de *toppings* produzidos com diferentes cultivares de mirtilo.

Pode-se observar que todas as amostras apresentaram comportamento pseudoplástico, ocorrendo pequena variação na viscosidade das mesmas.

A formulação elaborada com mirtilo Briteblue apresentou-se mais viscosa, e aquela elaborada com a cultivar Woodard menos viscosa. Observa-se uma relação direta entre o pH das frutas e a viscosidade do *topping*. Apesar do pH do produto ser atribuído à adição de ácido cítrico, o pH da fruta prevalece durante todo o processo de elaboração, uma vez que a adição é realizada somente no final do processo. Assim, a variação na viscosidade das amostras pode ser atribuída aos diferentes níveis de inversão da sacarose que ocorrem durante a elaboração do *topping*, ou ainda à degradação do espessante durante o processamento. De acordo com Hill (1995), e Lai e Lii (2004) a funcionalidade dos biopolímeros é extremamente influenciada pela interação química com os demais componentes do meio, assim as diferenças entre as cultivares podem ser atribuídas a variações nos componentes da fruta, como fibras, proteínas, açúcares, ácidos, entre outros. No entanto, não houve correlação entre a viscosidade do *topping* e o teor de antocianinas totais deste ou da fruta.

Nos *toppings*, o comportamento pseudoplástico é fundamental, pois mantém a estabilidade sobre o alimento que está cobrindo quando em repouso, mantém as frutas em suspensão na embalagem fechada e depois de aberta, impedindo a deposição e tornando o aspecto atrativo para o consumo. No momento da mastigação a viscosidade diminui proporcionando suavidade, diminuindo a sensação de gomosidade e facilitando a percepção do sabor e aroma (KAUTZBAUER, 1998).

A viscosidade dos *toppings* elaborados neste estudo é semelhante aos *toppings* que obtiveram melhor aceitação no primeiro estudo e em estudos anteriores realizados por Redies et al. (2006) e Vendruscolo et al. (2006). Com relação à viscosidade, as frutas das seis cultivares podem ser utilizadas indistintamente na elaboração de *topping*.

3.4 Análises microbiológicas

As frutas e *toppings* das seis cultivares de mirtilo foram avaliadas quanto à presença de microorganismos mesófilos e bolores e leveduras. As frutas apresentaram baixa carga microbiana, as contagens de mesófilos e bolores e leveduras resultaram em $<10^4$ UFC.g⁻¹, os *toppings* apresentaram $<10^1$ UFC.g⁻¹. As

frutas e *toppings* de mirtilo enquadram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação quanto aos parâmetros analisados.

De acordo com os dados obtidos pode-se afirmar que a estabilidade microbiológica de *toppings* de mirtilo é conferida pelo baixo pH, associado ao elevado teor de SST, ao acondicionamento em embalagem hermética, e ao processamento e tratamento térmico. Este conjunto de ações demonstrou, através da análise dos resultados da avaliação microbiológica, ser eficiente na eliminação e controle da flora microbiana em *toppings* de mirtilo.

3.5 Análise sensorial

Conforme a avaliação da equipe de julgadores treinados, as amostras de *topping* elaboradas com as seis cultivares apresentaram sabor característico da fruta, assim como a acidez e cor característicos de *topping* de mirtilo. Os resultados podem ser conferidos na Tabela 6.

Tabela 6. Caracterização sensorial dos *toppings* de mirtilo

Cultivar	Atributo		
	Cor	Acidez	Sabor
Woodard	4,7 ^a	4,1 ^b	6,8 ^b
Powderblue	4,9 ^a	3,8 ^b	7,6 ^a
Bluegem	5,1 ^a	3,9 ^b	7,0 ^b
Briteblue	3,9 ^b	4,7 ^a	6,3 ^c
Bluebelle	4,3 ^b	3,9 ^b	7,2 ^b
Delite	4,8 ^a	4,2 ^b	7,2 ^b

Letras iguais na mesma coluna significa que não há diferença estatística entre as amostras ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Todas as amostras apresentaram sabor característico da fruta com destaque para a cultivar Powderblue que diferiu significativamente dos demais, obtendo a maior média.

Para o atributo acidez, a amostra elaborada com mirtilo Briteblue foi a que apresentou maior nota, sendo considerada moderadamente ácida e diferindo estatisticamente das demais, que se apresentaram levemente ácidas. Segundo Ferreira (2000) a acidez é um atributo importante, pois realça o sabor e aroma da

fruta, no entanto deve apresentar-se de fraca a moderada, pois quando muito intensa causa fadiga e interfere de forma negativa na percepção do sabor.

A cor das amostras situou-se na região intermediária da escala, com tonalidades intermediárias entre vermelho e vinho. A cor do *topping* é influenciada pelo pH. Os valores de pH para o *topping* foram estabelecidos de modo a modificar a cor azul, natural do mirtilo, que não é bem aceita para alimentos. A cor das amostras avaliada na análise sensorial não apresentou relação com o teor de antocianinas das mesmas. Segundo Arsego et al. (2003) as antocianinas apresentam coloração diferente quando expostas a variações no pH, no entanto, as amostras de *topping* de mirtilo não apresentaram variação entre si neste parâmetro.

As amostras foram submetidas ainda à teste de aceitação. Os testes afetivos são muito importantes, pois expressam diretamente a opinião dos potenciais consumidores do produto em desenvolvimento. As médias das notas atribuídas pelos julgadores podem ser observadas na figura 3.

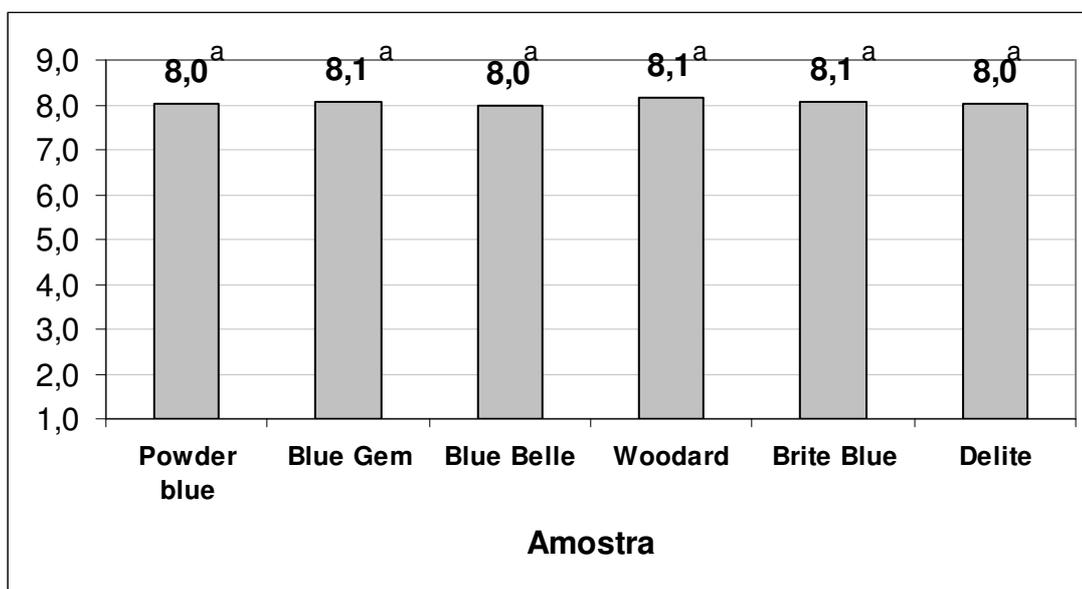


FIGURA 3. Teste de aceitação sensorial das amostras de *topping* de mirtilo. Letras iguais significa que não há diferença estatística entre as amostras ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras de *topping* de mirtilo no teste de aceitação sensorial, as médias das notas atribuídas pelos julgadores oscilaram entre 8,0 e 8,1, e os índices de aceitação oscilaram entre 87% para *toppings* com frutas da cultivar Delite e 90% para as amostras elaboradas com

as frutas da cultivar Woodard. Os testes de aceitabilidade são aplicados com o objetivo de conhecer o grau em que os consumidores gostam ou desgostam de um produto.

4 CONCLUSÃO

Os *toppings* produzidos com todas as cultivares de mirtilo obtiveram índice de aceitação pelos consumidores superior a 87%.

As cultivares não apresentaram influência significativa no *topping* elaborado, indicando que pode-se utilizar qualquer das seis cultivares na elaboração deste produto.

5 REFERÊNCIAS

ABNT NBR 14141: Escalas utilizadas em análise sensorial ed alimentos e bebidas. Rio de Janeiro. 1998. 3p.

AOAC. Official Methods of Analysis. Ed.13. Whashington. DC: Association of Official Analytical Chemists. 1980

ALBRIGO,L.G.; LYRENE, P.M.; FREEMAN, B. Waxes and other surface characteristics of fruit and leaves of native *Vaccinium elliot* champ. **Journal of American Society Hort. Science** n. 105 p.230-235. 1980.

ALBRIGO,L.G.; LYRENE, P.M.; FREEMAN, B. Waxes and other surface characteristics of fruit and leaves of native *Vaccinium elliot* champ. **Journal of American Society Hort. Science** n. 105 p.230-235. 1980.

ARSEGO, J. L.; CAPEL, L. S.; MARASCHIN, R. P.; IANSEN, C.; ABREU, M. F.; VENDRUSCULO, L. F.; PEDROTTI, Ê. L.; MARASCHIN, M. . Cinética da extração de antocianinas em frutos de framboesa (*Rubus idaeus*) e amora preta (*Rubus fruticosus*). In: **XVI Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2002, Belém. In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Belém : Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002.

CROSS, M.M. Rheology of non-Newtonian fluids: a new flow equation for pseudoplastic systems. **Journal Colloid Science**. n.20, p.412-437. 1965

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

ECK, P. **Blueberry Science**. Rutgers Press, Brunswick, N.J. 1988.

ECK, P. Influence of Ethrel Upon Highbush Blueberry Fruit Ripening. **Hort Science**, v. 5, p.23-25. 1970.

EHLENFELDT, M.K.; PRIOR, R. L. Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Phenolic and Anthocyanin Concentrations in Fruit and Leaf Tissues of Highbush Blueberry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** .n49, p.2222-2227. 2001,

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.A.C.; PETTINELLI, M.L.C.V.; SILAVA, M.A.A.P.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M.M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas, SP. SBCTA, 2000. 127p.

FREEMAN, B.; ALBRIGO, L. G.; BIGGS, R. H. Cuticular waxes of developing leaves and fruit of blueberry, *Vaccinium ashei* Reade cv. Bluegem. **Journal of American Society Hort. Science** n. 104 p.398-403. 1979.

HILL, S.E.; MITCHEL, J.R. Chemical interactions in mixed biopolymers systems. In: HARDING, S.E. HILL, S.E.; MITCHEL, J.R. **Biopolymers Mixtures**. Nottingham University Press. 1995

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 4121: Sensory Analysis - Methodology - Evaluation of food products by methods using scales, Genève, 1987.

JUNG, A.; BORTOLINI, F. Caracterização de frutos e alternativas de processamento de cultivares de mirtilo (*Vaccinium spp*) produzidas no oeste catarinense. **6 Simpósio Latino Americano de Ciencia de Alimentos**. In: Anais do 6° SLACA. 2005

KADER,F.; HALUK,J.P.; NICOLAS,J.P.; METCHE, M. Degradation of cyanidin-3-glucoside by blueberry polyphenol oxidase: kinetic studies and mechanisms. **Journal of Agricultural Food Chemistry**. v.46, p.3060-3065, 1998.

KALT, W., RYAN, D. A. J., DUY, J. C.; PRIOR, R.L.; EHLENFELDT, M. K., VANDER KILLET S. P. 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**., n.49 p. 4761-4767. 2001

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

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.

LAI, V.M.F.; LII, C. Role os saccharides in texturization and functional properties of foodstuffs. In: **Chemical and Functional Properties of Saccharides**. CRS Press. 2004.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of Pigment Analyses in Cranberries. **Hortscience**, Alexandria, v.7, n 1, p.83-84. 1972.

MACHADO, N.P.; FRANCHINI, E.R.; RISTOW, N.C.; COUTINHO, E.F.; CANTILLANO, F.R.F.; MALGARIN, M.B. Conservação pós-colheita de mirtilos Flórida, Woodard e Bluegem em atmosfera com oxigênio ionizado. **II Simpósio Nacional do Morango e I Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul**. In: Anais do... p.300-304. 2004

MAZZA, G., MINIATI, E. Anthocyanins in Fruits, Vegetables, and Grains. CRC Press Inc. Boca Ratan, FL. p.85-130.1993.

NAVARRO, R. F. **Fundamentos de Reologia de Polímeros**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 1997. p.300.

NINDO, C.I.; TANG, J.; POWERS J.R ; TAKHAR, P.S. Rheological properties of blueberry puree for processing applications. **Food Science and Technology**. In Press. 2006

RASEIRA, M.C.B. Cultivares. In: A Cultura do Mirtilo. Pelotas: Embrapa CPACT. Série Documentos n.121. 2004

REDIES, C. R., RODRIGUES, S. Á., BORGES, C. D., PEREIRA, E. R. B., VENDRUSCOLO, C. T. Influência de diferentes espessantes e acidulantes na viscosidade de topping de mirtilo In: XIV Congresso de Iniciação Científica e VII Encontro de Pós-Graduação, 2006, Pelotas. In: Anais do **XIV CIC e VII ENPOS**, 2006.

RISTOW, N.C.; FRANCHINI, E.R.; COUTINHO, E.F.; CANTILLANO, F.R.F.; MACHADO, N.P.; MALGARIN, M.B. Associação de refrigeração com oxigênio ionizado na conservação pós-colheita de mirtilo cv. **II Simpósio Nacional do Morango e I Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul**. In: Anais do... p.288-293. 2004

RISTOW, N.C.; MACHADO, N.P.; COUTINHO, E.F.; CANTILLANO, F.R.F.; MALGARIN, M.B. Comportamento pós-colheita de mirtilo Brite Blue durante armazenamento refrigerado. **II Simpósio Nacional do Morango e I Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul**. In: Anais do... p.294-198. 2004

SANCHES-MORENO, C.; CAO, G.; OU, B.; PRIOR, R.L. Anthocyanin and proanthocyanidin content in selected white and red wines. Oxygen Radical Absorbance Capacity Comparison with Nontraditional Wines Obtained from Highbush Blueberry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.51 p. 4889-4896. 2003

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

SKREDE, G., WROLSTED, R. E., & DURST, R. W. Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of Highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). **Journal of Food Science**, v.65, p.357-364. 2000

SAPERS.G.M.; BURHER, A.M.; PHILLIPS, J.G.; JONES, S. B.; STONE E. G. Color and composition of highbush blueberry cultivares. **Journal of American Soc. Hort. Sci** n.109 p. 105-111. 1984

SAPERS.G.M.; BURHER, A.M.; PHILLIPS, J.G.; JONES, S. B.; STONE E. G. Color and composition of highbush blueberry cultivars. *J Amer.Soc. Ort.Sci* n.109 p. 105-111. 1984

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

SELLAPPAN, S.; AKOH, C.C.; KREWER, G. Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Georgia-Grown Blueberries and Blackberries **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n.50,p. 2432-2438.2002.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTCESSER, P.F. Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods. Ed.13. Washington: American Public Health Association. P.1219 .1992.

VENDRUSCOLO, C. T., RODRIGUES, S. Á., PEREIRA, E. R. B., REDIES, C. R., VENDRUSCOLO, J. L. Characterization of blueberry topping using xanthan gum as thickening agent In: IFT - Annual Meeting + Food Expo, 2006, Orlando.

CONCLUSÕES GERAIS

As gomas e ácidos utilizados exerceram influência significativa na viscosidade e retenção do teor de antocianinas das amostras.

A adição de goma tara com ácido tartárico ou ascórbico descaracterizou a formação do *topping* ao longo do armazenamento.

A combinação de xantana e ácido cítrico possibilitou o desenvolvimento de um *topping* de mirtilo com boa retenção de antocianinas e aceitação pelo consumidor, apresentando alto potencial para ser lançado no mercado de produtos industrializados.

Os *toppings* produzidos com todas as cultivares de mirtilo obtiveram índice de aceitação pelos consumidores superior a 87%.

As cultivares não apresentaram influência significativa no *topping* elaborado, indicando que se pode utilizar qualquer das seis cultivares na elaboração deste produto.

REFERENCIAS GERAL

- ABNT NBR 14141: Escalas utilizadas em análise sensorial ed alimentos e bebidas. Rio de Janeiro. 1998. 3p.
- ADRIAMBELOSON, E. STOCLET, J.C. ANDRIANTSITOHAINA, R. Effects vasculaires d'extracts vegetaux contenant des derives polyphnoliques. In: Polyphenolics Communications. Vercauteren, J.; Cheze, C.; Dumon, M.C.; Weber, J.F. p. 421-422. France. 1996.
- ALBRIGO,L.G.; LYRENE, P.M.; FREEMAN, B. Waxes and other surface characteristics of fruit and leaves of native *Vaccinium elliot* champ. **Journal of American Society Hort. Science** n. 105 p.230-235. 1980.
- ANDRÉS. Stabilizers. 1. Gum. Food Proc. January. p. 83-87. 1975.
- AOAC. Oficial Methods of Analysis. Ed.13. Whashington. DC: Association of Official Analytical Chemists. 1980
- ARSEGO, J. L.; CAPEL, L. S.; MARASCHIN, R. P.; IANSSSEN, C.; ABREU, M. F.; VENDRUSCULO, L. F.; PEDROTTI, Ê. L.; MARASCHIN, M. . Cinética da extração de antocianinas em frutos de framboesa (*Rubus idaeus*) e amora preta (*Rubus fruticosus*). In: **XVI Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2002, Belém. In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Belém : Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002.
- BALLINGER, W.E., KUSHMAN, L.J. Relationship of Stage of Ripeness to Composition and Keeping Quality of Highbush Blueberries. **Journal American Society Horticultural Science**. v.95, p.239-242. 1970.
- BATFORD, J.; ROSSMANN, J.M. Sodium carboximethylcellulose. In: Industrial Gums. Ed. Whistler, R.L. Associed Press, New York. p.695. 1973.
- BENZIE, I.F.F., STRAIN, J.J. Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. **Methods in Enzymology**. n. 299, p.15–27, 1999.
- BERBARI, S.A.G.; SILVEIRA, N.F.A.; OLIVEIRA, L.A.T. Avaliação do comportamento de pasta de alho durante o armazenamento (*Allium sativum* L.). **Ciência Tecnologia Alimentos**, v.23, n.3, p.468-472. 2003.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F.A. **Introdução à química de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, p. 234. 1992.

BORGES, C. V.; GONÇALVES, V. Z.; MARASCHIN, M. Extração exaustiva e quantificação de antocianinas em amostras de películas de uva Cabernet Sauvignon. In: **XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2004, Florianópolis. In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br>> (acesso em 05.04.2005).

BRASIL. Portaria nº 540 - SVS/MS, de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego.

BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M.E., BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**. n.28, p.25–30, 1995.

BRAUN, D.B.; ROSEN, M.R. Rheology Modifiers Handbook. Practical Use and Application. New York William Andrew Publishing. 505p. 2003.

BROUILLARD, R, in p.Markakis (Ed), **Anthocyanins as Food Colors**, Academic Press, New York.1982

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

CARLSON, J. S.. **Processing Effects on the Antioxidant Activities of Blueberry Juices**. Thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University. Raleigh,p.80. 2003.

CEPEDA,E. , HERMOSA, M., LLORENZ, F., VOLLARÁN. M.C. Rheological behaviour of blueberry cloudy juice (*Vaccinium corimbosum* L.). **International Journal of Food Science and Thecnology**. n. 37. p. 271-276. 2002.

CHAOVANALIKIT, A.; DOGHERTY, M.D.; CAMIRE,M.E.; BRIGGS. Ascorbic Acid Fortification Reduces Anthocyanins in Extruded Blueberry-corn cereals. **Journal of Food Science**. v.62, n.6, p.2136-2140.2003.

CIGNARELLA, A.M., NASTASI, E., CAVALLI, E., PUGLISI, L. Novel lipid-lowering properties of *Vaccinium myrtillus* L leaves, a traditional antidiabetic treatment in several models of rat dyslipidaemia: a comparison with ciprofibrate. **Thrombosis Research**. v.84, n.5, p.311-322. 1996.

CRISTONI, A., MAGISTRETTI, M.J. Antiulcer and healing activity of *Vaccinium myrtillus* anthocyanosides. **Farmaco**. v.42, n.2, p.29-43. 1987.

CROSS, M.M. Rheology of non-Newtonian fluids: a new flow equation for pseudoplastic systems. **Journal Colloid Science**. n.20, p.412-437. 1965

DE VUYST, L., VERMEIRE, A. Use of industrial medium components for xantham production by *Xanthomonas campestris*. **Applied Microbiology Biotechnology**. v.42, p.187-191, 1994.

DURKEE AB, JONES JD. A mild procedure for extraction and fractionation of anthocyanin, proanthocyanin and other polyphenols of apple peel. **Phytochemistry**, v. 8, p.909–911. 1969.

ECK, P. Influence of Ethrel Upon Highbush Blueberry Fruit Ripening. **Hort Science**, v. 5, p.23-25. 1970.

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

ECK, P. **Blueberry Science**. Rutgers Press, Brunswick, N.J. 1988.

EHLENFELDT, M.K.; PRIOR, R. L. Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Phenolic and Anthocyanin Concentrations in Fruit and Leaf Tissues of Highbush Blueberry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** .n49, p.2222-2227. 2001,

FAZENDA SANT'CLAIR. Disponível on line <<http://fazendastclair.com.br>> acesso em 01/12/2005.

FALCÃO, L.D. Estabilidade de antocianinas extraídas de uva Cabernet Sauvignon (*Vitis vinífera* L.) em solução tampão, bebida isotônica e iogurte. Florianópolis. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina. 113p. 2003.

FENNEMA O.R. **Food Chemistry**, 3 ed, New York , NY: Mevel Dekker, p. 389. 1996.

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.A.C.; PETTINELLI, M.L.C.V.; SILAVA, M.A.A.P.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M.M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas, SP. SBCTA, 2000. 127p.

FORNARO, A., COICHEV, N. Ácido L-ascórbico: reações de complexação e de óxido-redução com alguns íons metálicos de transição. **Química Nova**, v.21, n.5, p.642-650. 1998.

FRANCIS, F.J. **Colorants**. Minnesota: Eagan Press, Eagan Press Handbook Series. p.145, 1999.

FRANCIS, F.J. Less common natural colorants. In: HENDRY, G.A.F; HOUGHTON, J.D. **Natural food Colorants**. 2nd ed. Glasgow: Blackie Academic and Professional, p.310-335.1996.

FREEMAN, B.; ALBRIGO, L. G.; BIGGS, R. H. Cuticular waxes of developing leaves and fruit of blueberry, *Vaccinium ashei* Reade cv. Bluegem. **Journal of American Society Hort. Science** n. 104 p.398-403. 1979

GARCIA-OCHOA, F.; SANTOS, V. E.; CASA, A.; GÓMEZ, E. Xanthan gum: production, recovery and properties. **Biotechnology Advances**. v.18, p.549-579, 2000.

GARCIA-VIGUERA, C. ZAFRILLA, P. and Tomas-barberan. The use of Acetone as an Extraction Solvent for Anthocyanins from Strawberry Fruit. **Phytochemistry Analitical**. v. 9, p.274-277. 1998.

GARCIA-VIGUERA, C.; ZAFRILLA, P.; ROMERO, R.; ABELLAN, P. Artes, F. and Tomas-Barberan, F.A. Color Stability of Strawberry Jam as Affected by Cultivar and Storage Temperature." **Journal of Food Science**. v. 64, n. 2, 1999.

GIL, M.I., TOMAS-BARBERAN, F.A., HESS-PIERCE, B., KADER, A.A. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n. 50, p.4976–4982. , 2002.

GLICKSMAN, M. Hydrocolloid functionality in fabricated foods. **Food Technology in Aust**. v.38, n.1, p.17-25. 1986.

GLICKSMAN, M. Tara Gum. In: Glicksmann, Food Hydrocolloids. Flórida: CRC Press, v.3, p. 186-198. 1986.

GODSHALL, M. A. How Carbohydrates influence food flavour. **Food Technology**. v1, n.51, p.63-67.1997.

GOTO, T. . "Structure, stability and color variation of natural anthocyanins", **Progress Chem Org. Nat. Prod**. v. 52, p.113-158.1987.

GUICHARD, E. Interactions between flavour compounds and food ingredients and their influence on flavour perception. **Food Review International**, n18, v 1, p.49-70. 2002.

GUO, C., YANG, J., WEI, J., LI, Y., XU, J., JIANG, Y. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. **Nutrition Research**. n. 23, p.1719–1726, 2003.

GUTERRES, L.B.; RAMIREZ, M. R.; DICKEL, O.E.; BAISCH, A.L.M.; RASEIRA, M.C.B.; ZUANAZZI, J.A.; HENRIQUEZ, A.; BARROS, D.M. Avaliação nociceptiva de extratos vegetais contendo antocianosídeos em camundongos. In: FESBE, 2005, Águas de Lindóia, 2005.

HARDING, N. E.; CLEARY, J. M.; IELPI, L. Genetics and biochemistry of xanthan gum production by *Xanthomonas campestris*. In: HUI, Y. H.; 1994.

HERTOG, M. G. L.; HOLMANN, P. C. H.; VAN DE PUTTE, B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines, and fruit juices. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 41, p.1242-1246. 1993.

HILL, S.E.; MITCHEL, J.R. Chemical interactions in mixed biopolymers systems. In: HARDING, S.E. HILL, S.E.; MITCHEL, J.R. **Biopolymers Mixtures**. Nothingham University Press. 1995

HOFFMANN, A.; ANTUNES, L.E.C. Mirtilo: Grande Potencial. **Cultivar – hortalizas e frutas**. v.5, p. 28-30. 2004

HOWELL, A.B. , Cranberry proanthocyanidins and the maintenance of urinary tract health. **CRC Critical Review of Food Science Nutrition**, n.42, p.273–278. 2002.

IGOE. Hydrocolloid interactions useful in food systems. **Food Technology**. v.36, n.4, p. 72-74. 1982

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 4121: Sensory Analysis - Methodology - Evaluation of food products by methods using scales, Genève, 1987.

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

JAYLE, G.E. ; AUBRY, M. ; GAVINI, H. ; GRACCINI, G. ; DE LA BAUME, C. Etude concernant l'action sur la vision nocturne. **Ann. Oculistique**, Vol. 198, n. 6, p. 556-562.1965.

JIMENEZ-ESCRIG, A., RINCON, M., PULIDO, R., SAURA-CALIXTO, F. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n.49, p.5489–5493, 2001.

JUNG, A.; BORTOLINI, F. Caracterização de frutos e alternativas de processamento de cultivares de mirtilo (*Vaccinium* spp) produzidas no oeste catarinense. **6 Simpósio Latino Americano de Ciencia de Alimentos**. In: Anais do 6° SLACA. 2005

KADER, F.; IRMOULI, M.; ZITOUNI, N.; NICOLAS, J.P.; METHCE, M.; Degradation of Cyanidin 3-Glucoside by Caffeic Acid o-Quinone. Determination of the Stoichiometry and Characterization of the Degradation Products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p.4625-4630.1999.

KADER,F.; HALUK,J.P.; NICOLAS,J.P.; METCHE, M. Degradation of cyanidin-3-glucoside by blueberry polyphenol oxidase: kinetic studies and mechanisms. **Journal of Agricultural Food Chemistry**. v.46, p.3060-3065, 1998.

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., RYAN, D. A. J., DUY, J. C.; PRIOR, R.L.; EHLENFELDT, M. K., VANDER KILLET S. P. 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**., n.49 p. 4761-4767. 2001

KALT, W.; DUFOUR, D. Health functionality of blueberries. **Hort Technology** . v.7, p.216-221.1997.

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

KEARSLEY, M.; RODRIGUEZ, V. Effect of heat on anthocyanins. **Journal of Food Technology**. n.16, p. 421-431, 1981.

KENNEDY, J.A.; HAYASAKA, Y.; VIDAL, S.; WATERS, E.; JONES, G.P. Composition of grape skin proanthocyanidins at different stages of berry developments. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p.5348–5355. 2001.

KINSELLA, J.E. Flavour perception and binding to food components. In: Min, D.B. Smasse, T.M. (Eds) **Aroma Research**. p. 376-403.1989

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.

KRAUSE, G.H. “The role of oxygen in photo inhibition of photosynthesis” in Causes of Photooxidative Stress and Amelioration of Defense Systems in Plants. CRC Press, Boca Raton, p. 43-76.1994.

LAI, V.M.F.; LIL, C. Role os saccharides in texturization and functional properties of foodstuffs. In: **Chemical and Functional Properties of Saccharides**. CRS Press. 2004.

LAPA, P.C. aproveitamiento integral y racional de la tara caesalpinia spinosa o caesalpinia tinctoria. **Revista del Instituto de Investigación FIGMMG**. vl. 7, n 14, p.64-73, 2004.

LAPLAUD, P.M. LELUBRE, A. , CHAPMAN, M.J. Antioxidant action of *Vaccinium myrtillus* extract on human low density lipoproteins in vitro: initial observations. **Fundamental Clinical Pharmacol**. v. 11, n. 1, p.35-40.1997.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of Pigment Analyses in Cranberries. **Hortscience**, Alexandria, v.7, n 1, p.83-84. 1972.

LEONG, L.P., SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry** n.76, p. 69–75. 2002.

LICHTENTHALER, R.& MARX, F. Total antioxidant scavenging capacities of common European fruit and vegetables juices. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n. 53, p.103-110, 2005.

LIMA, V.L.A.G.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I.S.; LIMA, D. E. S. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de doze diferentes aceroleiras (*Malgiphia emarginata* D.C.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v. 23, n.1, p. 101-103. Jan-abr 2003.

MAGA,J.A; KIM.CH. Co-extrusion of rice flour with dried fruits and fruit juice concentrates. **Lbesm Wiss Technol**. v.22, n.4, p.182-187.1989.

MAKUS, D.J. , BALLINGGER, W.E.. “Characterization of Anthocyanins During Ripening of Fruit of *Vaccinium corymbosum* L.” **Journal of American Society Horticultural Science**, v. 98, p.99- 101.1973.

MARQUARDT, Karina ; TELES, C. D. ; FLÔRES, Simone Hickmann . Avaliação do efeito da adição de diferentes espessantes na viscosidade do iogurte desnatado. In: XVII Salão de Iniciação Científica - UFRGS, 2005, Porto Alegre, 2005.

MAUGERI-FILHO, F. Produção de Biopolímeros. In: Lima, U.A., Aquarone, E., Borzani, W., Schmidell, W., **Biotecnologia Industrial**. v. 3. E. Blucher., 2001.

MAZZA, G., MINIATI, E. Anthocyanins in Fruits, Vegetables, and Grains. CRC Press Inc. Boca Ratan, FL. p.85-130.1993.

MAZZA, G., OOMAH, B.D. Functional Foods & Nutraceuticals Seris: Herbs, Botanicals & Teas,” **Technomic Publishing Company**, Inc. Lancaster.2000

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

MACHADO, N.P.; FRANCHINI, E.R.; RISTOW, N.C.; COUTINHO, E.F.; CANTILLANO, F.R.F.; MALGARIN, M.B. Conservação pós-colheita de mirtilos Flórida, Woodard e Bluegem em atmosfera com oxigênio ionizado. **II Simpósio Nacional do Morango e I Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul**. In: Anais do... p.300-304. 2004

McKENNA, B.M.; LYNG, J.G. Introduction to food rheology and its measurement. In: Texture in Foods. V.1. Semi-solid foods. CRC Press. 2003

MELHORN, H. Ethylene-promoted ascorbate peroxidase activity protects plants against hydrogen peroxide, ozone and paraquat. **Plant Cell Environ**. n.13, p.971-976. 1990.

MELO, Â.A.M.; VILAS BOAS, E.V.B. Inibição do escurecimento enzimático de banana maçã minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.26, n.1, p.110-115. 2006.

MERCOSUR. Resolução nº 83 de 1993. Definiciones de funciones de aditivos alimentarios.

MILLER, N.J., RICE-EVANS, C.A.. Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTSd+ radical cation assay. **Free Radical Research**. n.26, p.195–199 , 1997.

MODA, E.M.; SPOTO, M.H.F. ; HORII, J. Uso de peróxido de hidrogênio e ácido cítrico na conservação de cogumelos Pleurotus sajor-caju in natura. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.2, p.291-296.2005.

MORRIS, E. R. Molecular origin of xanthan solution properties. **American Chemical Society**, Washington, v.172, p.19-19, 1976.

MORRIS, V. J. Bacterial Polysaccharides. In: STEPHEN, A. M. **Food Polysaccharide and their applications**. New York: Basel Marcel Dekker, p.341-375. 1995.

MORRIS, V. J. Science, structure and applications of microbial polysaccharides. In: : PHILLIPS, G.O.; WEDLOCK, D.J.; WILLIAMS, P.A. **Gums and Stabilisers for the Food Industry**. Oxford: Pergamon Press, 1992. p.315.

NAVARRO, R. F. **Fundamentos de Reologia de Polímeros**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 1997. p.300.

NEUKOM, H. Galactomannans: Properties and Applications. *Lebensmittel. Wissenschaft und Technology*. London, v.22, n.2, p. 41-45, 1989.

NINDO, C.I.; TANG, J.; POWERS J.R ; TAKHAR, P.S. Rheological properties of blueberry puree for processing applications. **Food Science and Technology**. In Press. 2006

NYMAN, N. A.; KUMPULAINEN, J.T. Determination of Anthocyanidins in Berries and Red Wine by High-Performance Liquid Chromatography **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n.49, p.4183-4187. 2001.

OFEK, I.; GOLDHAR,; SHARON, N. Anti-*Escherichia coli* adhesion activity of cranberry and blueberry juices. In: Toward Anti-Adhesion Therapy for Microbial Diseases. Kahane & Ofek (eds). Plenum Press, N.Y. p. 179-183. 1996.

OFEK, I; GOLDHAR, D.; ZAFRIRI D.; LIS, H.; ADAR, R.; SHARON, N. Anti-*Escherichiacoli* adhesion activity of cranberry and blueberry juices, **Journal of Medicine**, v. 324, n. 22, p.1599. 1991.

PENNA, A.L.B. Hidrocolóides -Usos em Alimentos. **Food Ingredients** p.58-64. 2002.

PHILLIPS, G.O.; WILLIAMS, P.A. **Handbook of hydrocolloids**, New York. CRC Press. 2000.

PRADELLA, J.G.C. **Biopolímeros e intermediários químicos**. Centro de Gestão e estudos estratégicos: Ciência, Tecnologia e Inovação. São Paulo. 2006. 119p.

PRICE, A.H., HENDRY, G.A.F. . "Iron-catalysed oxygen radical formation and its possible contribution to drought damage in nine native grasses and three cereals." **Plant Cell Environ**. v. 14, p.477-484.1991.

PRIEUR C.; RIGAUD, J; CHEVNIER, V.; MOUTOUNET, M. Oligomeric and polymeric procyanidins from grape seeds. **Journal Phytochemistry**, v. 36, n. 3, p.781-784. 1994.

PRIOR, R. L., CAO, G., MARTIM, 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.

RAMSDEN, L. Plant and algal gums and mucilagen. In: Chemical and Functional Properties of Food Saccharides. CRC Press, 2004.

RAO, M.A. **Rheology of Fluid and Semisolid Foods**. Gaithersburg, MD: Aspen. p.52, 1999.

RASEIRA, M.C.B. Cultivares. In: A Cultura do Mirtilo. Pelotas: Embrapa CPECT. Série Documentos n.121. 2004

REDIES, C. R., RODRIGUES, S. Á., BORGES, C. D., PEREIRA, E. R. B., VENDRUSCOLO, C. T. Influência de diferentes espessantes e acidulantes na viscosidade de topping de mirtilo In: XIV Congresso de Iniciação Científica e VII Encontro de Pós-Graduação, 2006, Pelotas. In: Anais do **XIV CIC e VII ENPOS**, 2006.

REIS, K.C.; PEREIRA, J.; LIMA, L.C.O.; PINHO, R.G.V.; MORAIS, A.R. Aplicação de lactato de cálcio e ácido ascórbico na conservação de minimilho minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia**. v.29, n.2, p. 338-345. 2005.

RINAUDO, M. **On the Relation Structure-Properties of Some Polysaccharides Used in the Food Industry**. In: NISHIMARI, K; Doi, E. *Food hydrocolloids: structures, properties, and functions*. New York: Plenum Press, 1993. p.21-34.

RISTOW, N.C.; FRANCHINI, E.R.; COUTINHO, E.F.; CANTILLANO, F.R.F.; MACHADO, N.P.; MALGARIN, M.B. Associação de refrigeração com oxigênio ionizado na conservação pós-colheita de mirtilo cv. **II Simpósio Nacional do Morango e I Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul**. In: Anais do... p.288-293. 2004

RISTOW, N.C.; MACHADO, N.P.; COUTINHO, E.F.; CANTILLANO, F.R.F.; MALGARIN, M.B. Com portamento pós-colheita de mirtilo Brite Blue durante armazenamento refrigerado. **II Simpósio Nacional do Morango e I Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul**. In: Anais do... p.294-198. 2004

ROLLER, S., DEA, I. C. M. Biotechnology in the production and modification of biopolymers for foods. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 12, n. 3, p. 2161-277. 1992.

SAKAMURA, S.; OBATA, Y. Anthocyanase and anthocyanins in eggplant, *Solanum melongena* L. Part II. Isolation and identification of chlorogenic acid and related compounds from eggplant. **Agricultural Biology Chemistry**. n.27, p.121-127, 1963

SAKAMURA, S., WATANABE, S., OBATA, Y. Oxidation and decolorization of the anthocyanin by polyphenol oxidase. **Agricultural Biology Chemistry**. n.29, p.181-190, 1965.

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

SANCHES-MORENO, C.; CAO, G.; OU, B.; PRIOR, R.L. Anthocyanin and proanthocyanidin content in selected white and red wines. Oxygen Radical Absorbance Capacity Comparison with Nontraditional Wines Obtained from Highbush Blueberry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.51 p. 4889-4896. 2003

SANTOS, A.M. Situação e perspectivas do mirtilo no Brasil. Embrapa Clima Temperado Pelotas, RS. Série Documentos, n.134, p.282-285. 2004.

SAPERS.G.M.; BURHER, A.M.; PHILLIPS, J.G.; JONES, S. B.; STONE E. G. Color and composition of highbush blueberry cultivares. **Journal of American Soc. Hort. Sci** n.109 p. 105-111. 1984

SARNI-MANCHADO, P. CHEVNIER, V., MOUÛOUNET, M. "Reactions of Polyphenoloxidase Generated Caftaric Acid o-Quinone with Malvidin 3-o-Glucoside," **Journal of Phytochemistry**, v. 45, n. 7, p.1635-1369.1997.

SARNI-MANCHADO, P.; HEVNIER, V.; UtOUNET, M. Reactions of olyphenoloxidase Generated Caftaric Acid o-Quinone with Malvidin 3-o-Glucoside. **Journal of Phytochemistry**, v. 45, n. 7, p.1635-1369. 1997.

SATUE-GRACIA, M. T., HEINONEM, I. M.; FRANKEL, E. N. Anthocyanins as antioxidants on human low-density lipoprotein and lecithin-liposome systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.45, p. 3362-3367.1997.

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

SCAMPARINI, A. R. P. Modification of xanthan gum. In: **World Congress Of Food Science And Technology**, 8., 1991, Toronto. *Abstracts...*Toronto, 1991. p.177

SEERAM, N.P; BOURGUIN, 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.4324-4929. 2001.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C.C.; KREWER, G. Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Georgia-Grown Blueberries and Blackberries **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n.50,p. 2432-2438.2002.

SHARMA, S.C. Gums and hydrocolloids in oil-water emulsions. **Food Technology**. v.35, n.1, p. 59-67. 1981.

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

SKREDE, G., WROLSTED, R. E., PEA, P.; ENERGEN, G. Color stability of strawberry and blackcurrants syrups. **Journal of Food Science**. v.57, n.1, p. 172-177. 1992

SLONEKER, J.H.; JEANES, A. Exocellular bacterial polysaccharide from *Xanthomonas campestris* NRRL – 1459. **Can. Journal of Chemistry**. 1962.

STEFFE, J. F. **Rheological methods in food process engineering**. East Lansing: Freeman Press. 1996

STEFFE, J. F.; MOHAMED, J.O.; FORD, E.W. Rheological properties of fluid food: data compilation. In: OKOS, M. R. Physical and chemical properties of foods. p. 1-13. USA: ASSAE. 1986.

SU, M.S.; SILVA, J. L. Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) by-products as affected by fermentation. **Food Chemistry**. v.97, n.3, 2005

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

TANCHEV, S.; LONCHEVA, N. Products of Thermal Degradation of the anthocyanins Cyanidin-3-glucoside, Cyanidin-3-rutinoside, and Cyanidin-3-sophoroside. **Die Nahrung**, v. 20, n. 10, p.889-893.1974.

TERAMURA, A.H., SULLIVAN, J.H. Effects of UV-B radiation on photosynthesis and growth of terrestrial plants. **Photosynthesis Research**, v. 39, p.463-473.1994.

TERTA, M.; BLECAS, G.; PARASKEVOPOULOU, A. Retention of selected aroma compounds by polysaccharide solutions: a thermodynamic and kinetic approach. Article in Press. **Food Hydrocolloids**. 2005.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTCESSER, P.F. Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods. Ed.13. Washington: American Public Health Association. P.1219 .1992.

VARMA, S.D. Inhibition of aldose reductase by flavonoids: possible attenuation of diabetic complications. In Plant Flavonoids in Biology and Medicine: Biochemical, Pharmacological and Structure-Activity Relationships. Alan R. Liss, Inc. p. 343-358.1986.

VENDRUSCOLO, C. T., RODRIGUES, S. Á., PEREIRA, E. R. B., REDIES, C. R., VENDRUSCOLO, J. L. Characterization of blueberry topping using xanthan gum at thickening agent In: IFT - Annual Meeting + Food Expo, 2006, Orlando.

VILLARÁN, M.C., CEPEDA, E., LLORENS, F.J. & IBARZ, A. Influence of temperature on rheological behaviour of jams of apricot (*Prunus armeniaca*), bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and rose hip (*Rosa canina*). **Food Science and Technology International**, v.3, p.13-19.1997.

WATT, B.K.; MERRILL, A.L. **Composition of Foods**. U.S. Department of Agriculture Handbook, v. 8. 1963

WESCHE EBELING, P.; MONTGOMERY, M.W. Strawberry polyphenoloxidase: its role in anthocyanin degradation. **Journal of Food Science**, v. 55, n. 3, p.731-734, 745, 1990.

WILLIAMS, P.A.; PHILLIPS, G.O. The use of hydrocolloids to improve food texture. In: McKenna, B. **Texture in food**. V.1. Semi solids. Cambridge: CRC Press. 2003.

YOKOTSUKA, K.; SINGLETON, V.L. Disappearance of anthocyanins as grapejuice is prepared and oxidized with PPO and PPO substrates. **American Journal of Enology and Viticultural** v.48, p.13-25, 1997.

ZHANG, H.L.; BUSHWAY, A.; WORK, T.; CAMIRE, M.E.; WORK, R. Prevention of anthocyanin leakage of individually quick frozen (IQF) lowbush blueberries in blueberry muffins. **Acta Horticulture**, v. 446, p.211-217, 1997.