

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Pró-Reitoria de Pesquisa e de Pós-Graduação

Programa de Pós-Graduação *Strictu senso*

Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos

ANA MERY DE OLIVEIRA CAMLOFSKI

**CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO DE CEREJEIRA
(*Eugenia involucrata* DC) VISANDO SEU
APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO**

**PONTA GROSSA
2008**

ANA MERY DE OLIVEIRA CAMLOFSKI

**CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO DE CEREJEIRA
(*Eugenia involucrata* DC) VISANDO SEU
APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO**

Dissertação apresentada à banca examinadora como um dos requisitos à obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para o Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profª Dra. Eliana Beleski Borba Carneiro
Co-orientador: Prof. Dr. Alessandro Nogueira

**PONTA GROSSA
2008**

Dedico
Ao meu pai amado Irineu Miguel de Oliveira,
que foi guerreiro e lutou pela vida até o fim.
Agora é um anjo, que cuida de sua família junto
de Deus.
Saudades de sua filha que te Ama !!!!!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois, se hoje estou escrevendo estas linhas, é que Ele me deu forças para superar a perda de meu pai e conseguir concluir este trabalho;

À minha querida orientadora, Prof^a Dr^a Eliana B. B. Carneiro, pelos ensinamentos, dedicação, paciência, incentivo, confiança, amizade. Pessoa honesta, justa que me ensinou a enfrentar as dificuldades da vida com serenidade. Exemplo para minha vida profissional e, sobretudo como ser humano;

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Alessandro Nogueira, pela atenção, ensinamentos, suporte técnico e pela valiosa contribuição no desenvolvimento deste trabalho;

À Prof^a Dr^a Carmen L. O. Petkowicz – UFPR, pelo apoio e análises realizadas;

À Prof^a Dr^a Maria Eugênia Costa, pela atenção e disponibilidade;

Ao Prof. Dr. Paulo Borba Carneiro, pelo suporte técnico nas análises de FT-IR, pela amizade e pelo incentivo nas dificuldades encontradas no desenvolvimento deste trabalho;

À Prof^a Dr^a Mareci Mendes de Almeida e ao Prof. Dr. Gilvan Wosiacki por aceitarem a fazer parte de minha Banca de Qualificação e pelas contribuições ao trabalho;

À Prof^a Dr^a Carla Cristine Kanunfre pela disponibilidade e atenção;

À Prof^a Dr^a Deise Simões pelo auxílio com as análises sensoriais;

À Mestre Danianni Marinho Zardo, pelo auxílio e paciência na realização das análises de atividade antioxidante e principalmente pela amizade;

À Denise Mendes, Danianni Zardo e Rita, os anjos do laboratório, pela paciência e colaboração com as análises de laboratório e principalmente pelos momentos de descontração nas horas em que nada parecia dar certo;

Aos meus queridos amigos do Mestrado, Débora Borsato, Marina Tolentino, Paula Marques Oliveira, Leila Dierings, Lúcia Pereira, Christiane Slivinski., Mary Queiji, Rosa Prestes, Maria Isabel Stets, Cleoci Beninca, Simone Bicudo, pelo companheirismo, pela boa convivência e pela amizade;

Aos meus colegas da UTFPR, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho, pela amizade e principalmente pela boa convivência;

Em especial a todos os meus amigos, que estiveram ao meu lado, sempre com uma palavra de esperança, me dando forças para eu chegasse até aqui, principalmente no momento mais difícil da minha vida, quando meu pai estava doente;

À minha mãe Silvia Meri, principal incentivadora para a realização deste trabalho, mulher maravilhosa que amo muito, pelo carinho e pelo apoio inestimáveis;

Ao meu irmão Cristian, minha cunhada Daniele, meus sobrinhos Lucas e Willian, minha irmã Karime pelo amor, confiança, estímulo, carinho, meu porto seguro nos momentos mais difíceis;

À toda minha família, em especial minhas avós Davina e Sarita, pelo carinho, oração e pelo apoio na realização deste trabalho;

Ao meu marido, Jean Vinícius, pessoa maravilhosa que Deus guardou para mim, pelo amor, carinho, incentivo e principalmente muita compreensão e ajuda nos momentos mais difíceis na realização deste trabalho;

Enfim, a todos aqueles, que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho;

Muito Obrigada por fazerem parte de minha vida!!!!!!!!!!!!!!

RESUMO

A cereja (*Eugenia Involucrata* DC) é um fruto silvestre pertencente à família Myrtaceae, apreciado regionalmente, tanto para o consumo *in natura* quanto sob a forma de sucos e geléias. Apresenta coloração do vermelho ao negro, devido ao alto teor de antocianinas. Neste trabalho foram avaliados os diferentes estádios de maturação do fruto, as propriedades físicas, físico-químicas do fruto maduro e suas aptidões tecnológicas. O fruto apresentou em média 18,85 mm de diâmetro, 20,56 mm de altura e massa de 6,75 g, sendo composto por 76,57 % de polpa. A composição físico-química mostrou que a cereja apresenta elevado teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante significativa (12141,48 $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$), consideráveis conteúdos de minerais, como fósforo e potássio (15,20 e 230,00 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, respectivamente). A polpa de cereja congelada foi monitorada mensalmente durante doze meses. Os principais fatores de perda de qualidade foram à degradação da vitamina C (73,06 %), de compostos fenólicos totais (42,87 %) e atividade antioxidante (45,85 %). Os demais constituintes mostraram boa estabilidade. No processamento do suco de cereja, os maiores rendimentos foram obtidos por tratamento enzimático da polpa, o que também elevou a extração dos compostos fenólicos. Foram elaboradas duas formulações de licor do fruto e através de análise estatística, pode-se verificar que as amostras não apresentaram diferença de preferência pelos provadores. As pectinas de cereja foram extraídas seqüencialmente com água e com ácido cítrico 5%, obtendo-se quatro frações, sendo que as provenientes de extração ácida apresentaram maior rendimento. A composição monossacarídica das frações indicou a presença de ácidos urônicos, arabinose, galactose, glucose e ramnose, o que foi comprovado pela análise de ressonância magnética nuclear (RMN). Todas as frações de pectinas apresentaram baixo grau de esterificação (LM). Estes resultados indicam que a cereja apresenta elevado potencial tecnológico.

Palavras-chaves: *Eugenia involucrata*, suco, polpa, pectina, licor.

ABSTRACT

Cherry (*Eugenia Involucrata* DC), is a wild fruit belonging to Myrtaceae family, very appreciated regionally, both as *in nature* consume as well as juices and jellies. The fruit present red to black color, due to high levels of anthocyanins. In this work several maturation stages, mature fruit nutritional and physical properties and its technological potential were evaluated. The results showed that the fruit presented on average diameter of 18.85 mm, height of 20.56 mm, weight of 6.75 g and contained 76.57 % of pulp. The physiochemical composition showed that the cherry presented high content of phenolic components, significant antioxidant capacity ($12141.48 \mu\text{M.g}^{-1}$) and high contents of phosphorus and potassium (15.20 and 230.00 mg.100g⁻¹, respectively). The frozen pulp cherry was monitored for twelve months. The main factors of quality loss went to the degradation of the vitamin C (73.06 %), phenolic compounds (42.87 %) and antioxidant activity (45.85 %). The other representatives showed good stability. In the processing of the cherry juice, the largest yield was obtained by enzymatic treatment of the pulp. Two liquor fruit formulations were performed and both didn't present difference preferably by sensorial judges. Pectins were extracted sequentially with water and citric acid (5 %), obtaining four fractions, those from acid extraction showed a higher yield. The monosaccharide composition of fractions indicated presence of uronic acids, arabinose, galactose, glucose and ramnose, according GLC and NMR analysis. All the pectic fractions were classified as low esterification degree (LM). These results indicated that the cherry presented high technological potential.

Keywords: *Eugenia involucrata* DC, juice, pulp, pectin, liquor.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 -	Estrutura química geral do flavonóide.....	23
Figura 02 -	Estrutura química das antocianinas.....	23
Figura 03 -	Representação esquemática das estruturas de pectinas.....	28
Figura 04	Árvore de cereja (<i>Eugenia involucrata</i> DC).....	34
Figura 05	Frutos de cereja (<i>E. involucrata</i> DC)	35
Figura 06 -	Fluxograma da obtenção do licor L-1	42
Figura 07 -	Fluxograma da obtenção do licor L-2	43
Figura 08 -	Fluxograma da extração de pectinas dos frutos de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	45
Figura 09 -	Estádios de maturação do fruto de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	49
Figura 10 -	Comparação do diâmetro e altura nos diferentes estádios de maturação de frutos de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	51
Figura 11 -	Composição física dos frutos de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	52
Figura 12 -	Relação entre os diferentes estádios de maturação do fruto cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	53
Figura 13 -	Frutos de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	54
Figura 14 -	Percentual das partes do fruto de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	55
Figura 15 -	Variação do pH em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	59
Figura 16 -	Variação da acidez total em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	60

Figura 17 -	Variação do teor de sólidos solúveis totais em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	61
Figura 18 -	Variação dos teores de açúcar redutor em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	62
Figura 19 -	Variação dos teores de glucose em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	63
Figura 20 -	Variação dos teores de compostos fenólicos em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	64
Figura 21 -	Variação da atividade antioxidante em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	65
Figura 22 -	Variação do teor de flavonol em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	66
Figura 23 -	Variação dos teores de vitamina C em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	67
Figura 24 -	Efeito da taxa de cisalhamento sobre a tensão de cisalhamento para polpa congelada de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	69

Figura 25 -	Sucos de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	70
Figura 26-	Frequência de notas atribuídas pelos provadores às amostras de licor.....	74
Figura 27 -	Resultado da avaliação sensorial dos licores L-1 e L-2 (provadores homens).....	75
Figura 28 -	Resultado da avaliação sensorial dos licores L-1 e L-2 (provadores mulheres).....	75
Figura 29 -	Espectro de infravermelho (FT-IR) da fração PA.....	79
Figura 30 -	Espectro de infravermelho (FT-IR) da fração PAC I.....	79
Figura 31-	Espectro de infravermelho (FT-IR) da fração PAC II.....	80
Figura 32 -	Espectro de infravermelho (FT-IR) da fração PAC III.....	80
Figura 33 -	Espectro de infravermelho (FT-IR) da fração FR.....	81
Figura 34 -	Cromatogramas em HPSEC-MALLS das amostras de pectina.....	83
Figura 35 -	Espectro de RMN de ^{13}C da fração PA.....	84
Figura 36 -	Espectro de RMN de ^{13}C da fração PAC I.....	85
Figura 37 -	Espectro de RMN de ^{13}C da fração PAC II.....	85
Figura 38 -	Espectro de RMN de ^{13}C da fração PAC III.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -	Relação do diâmetro nos diferentes estádios de maturação da cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	50
Tabela 02 -	Relação da altura nos diferentes estádios de maturação da cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	50
Tabela 03 -	Características da cereja (<i>E. involucrata</i> DC) nos diferentes estádios de maturação.....	52
Tabela 04 -	Caracterização físico-química do fruto maduro de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	55
Tabela 05	Teores de minerais da polpa de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	56
Tabela 06 -	Comparação dos teores de minerais da cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	57
Tabela 07 -	Composição físico-química dos sucos extraídos da polpa de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	71
Tabela 08 -	Rendimento das frações de pectinas obtidas da polpa de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	76
Tabela 09 -	Composição monossacarídica das frações de pectinas obtidas da polpa de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	77
Tabela 10	Grau de esterificação das frações de pectina	81

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

$\dot{\gamma}$	Taxa de cisalhamento
τ	Tensão de cisalhamento
η	Viscosidade
Pa	Pascal
σ	Desvio padrão
Pa.s	Pascal.segundo
FRAP	Poder antioxidante pela redução do ferro
AMV	Amarelo com manchas vermelhas
ANOVA	Análise de variância
^{13}C -RMN	Ressonância magnética nuclear de carbono treze
C.V.	Coeficiente de variação
D ₂ O	Óxido de deutério
E II	Pectinas obtidas por extração com água
E III, E IV, E V	Pectinas obtidas por extração com ácido cítrico 5 %
FR	Fração resíduo
FT-IR	Espectroscopia de infravermelho com transformador de Fourier
FV	Fruto verde
FM	Fruto maduro
GL	Grau de liberdade
HM	Pectina de alto grau de esterificação
HPSEC	Cromatografia de exclusão estérica de alta pressão

L-1	Licor obtido do suco despectinizado da cereja
L-2	Licor obtido da infusão da cereja em álcool de maçã
LM	Pectina de baixo grau de esterificação
MALLS	Espalhamento de luz em multiângulos
MHz	MegaHertz
PAC I	Pectina ácido cítrico- 1ª extração ácida
PAC II	Pectina ácido cítrico- 2ª extração ácida
SQ	Soma dos quadrados
TFA	Ácido tricloroacético
VMV	Verde com manchas vermelhas
VC	Vermelho claro
VE	Vermelho escuro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	20
2.1	FRUTOS SILVESTRES.....	20
2.2	APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO.....	29
2.3	ANÁLISE SENSORIAL.....	32
2.4	CEREJA (<i>Eugenia involucrata</i> DC).....	33
3	OBJETIVOS.....	36
3.1	OBJETIVOS GERAL.....	36
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	37
4.1	MATERIAL.....	37
4.2	MÉTODOS.....	37
4.2.1	Desenvolvimento do fruto.....	37
4.2.1.1	Caracterização física do fruto.....	37
4.2.2	Extração e caracterização da polpa de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	38
4.2.2.1	Pré-tratamento dos frutos.....	38
4.2.2.2	Preparo da polpa.....	38
4.2.2.3	Caracterização da polpa de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	38
4.2.2.4	Análises reológicas.....	39
4.2.2.5	Monitoramento da polpa congelada de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	40
4.2.3	Extração e caracterização do suco de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	40
4.2.3.1	Processo de obtenção do suco de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	40
4.2.3.2	Análises químicas.....	41
4.2.3.3	Análises microbiológicas	41
4.2.4.	Processo de obtenção do licor de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	41
4.2.4.1.	Obtenção do licor L-1.....	41
4.2.4.2	Obtenção do licor L-2.....	42

4.2.4.3	Análise sensorial do licor de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	43
4.2.5	Extração de pectinas.....	43
4.2.5.1	Inativação enzimática.....	43
4.2.5.1.1	Extração aquosa.....	44
4.2.5.1.2	Extração ácida.....	44
4.2.5.2	Análises das pectinas.....	45
4.2.5.2.1	Cromatografia em papel.....	45
4.2.5.2.2	Cromatografia líquida-gasosa (GLC).....	46
4.2.5.2.3	Cromatografia de exclusão estérica acoplada a multidetectores (HPSEC-MALLS).....	47
4.2.5.2.4	Espectroscopia de infravermelho (FT-IR).....	47
4.2.5.2.5	Espectroscopia ressonância magnética nuclear (¹³ C-RMN).....	48
4.2.6	Análises estatísticas.....	48
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
5.1	ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.....	49
5.2	CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO MADURO.....	54
5.3	POLPA CONGELADA DE CEREJA (<i>E.involucrata</i> DC).....	58
5.3.1	Estabilidade físico-química da polpa congelada de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	58
5.3.2	Comportamento reológico da polpa congelada de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	69
5.4	SUCO DE CEREJA (<i>E. involucrata</i> DC).....	70
5.4.1	Parâmetros microbiológicos para suco de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	72
5.5	LICOR DE CEREJA (<i>E. involucrata</i> DC).....	72
5.5.1	Análise sensorial do licor de cereja (<i>E. involucrata</i> DC).....	73
5.6	PECTINAS EXTRAÍDAS DA POLPA DE CEREJA (<i>E. involucrata</i> DC).....	76
5.6.1	Obtenção e caracterização das pectinas.....	76
5.6.2	Análises espectroscópicas de infravermelho (FT-IR).....	78
5.6.3	Análise cromatografia por exclusão estérica acoplada a multidetectores (HPSEC-MALLS).....	82

5.6.4	Espectroscopia de ressonância magnética nuclear (^{13}C -RMN).....	84
6	CONCLUSÃO.....	88
	REFERÊNCIAS.....	90
	ANEXO A - Termo de aprovação da COEP.....	104
	ANEXO B - Ficha de análise sensorial.....	106
	ANEXO C - Publicações.....	107

1 INTRODUÇÃO

A flora brasileira compreende espécies nativas de valor econômico e nutricional, muitas delas sub-exploradas.

A Família Myrtaceae apresenta espécies de expressiva representatividade do bioma brasileiro, sendo algumas utilizadas em medicina doméstica como, por exemplo, distúrbios gastrointestinais, estados hemorrágicos e doenças infecciosas. Trata-se de uma das famílias mais conhecidas, devido ao potencial tecnológico de espécies nativas, com frutos em condições para a industrialização, devido ao rendimento em polpa, aroma característico e compostos fitoquímicos com propriedades antioxidantes.

Esta família apresenta aproximadamente 140 gêneros, destacando-se *Eugenia*, com espécies de valor nutritivo. *Eugenia involucrata* DC, popularmente conhecida como cerejeira, cerejeira-do-mato ou cerejeira-do-rio-grande, é uma espécie freqüente na Região Sul do Brasil, tanto no seu estado silvestre, quanto em pomares domésticos. Os frutos são frágeis e apresentam coloração que varia do vermelho escuro ao negro, alto rendimento em polpa e pH ácido, características adequadas para o aproveitamento tecnológico. Neste trabalho, o fruto foi processado sob a forma de polpa congelada, suco e licor. Foi observado elevado teor de antocianinas deste fruto, com estabilidade em pH ácido, podendo constituir-se em pigmento funcional, corante para alimentos. As geléias caseiras do fruto indicam a presença de pectinas, o que motivou a sua extração e análise.

Estas observações indicam a necessidade de um estudo detalhado sobre a cereja, desde sua frutificação, visando o seu aproveitamento tecnológico.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 FRUTOS SILVESTRES

O Brasil, por sua localização geográfica e extensão territorial, abriga uma das maiores biodiversidades do Planeta, com inúmeras espécies botânicas ainda desconhecidas. As fruteiras nativas ocupam lugar de destaque nos ecossistemas naturais e seus frutos são comercializados em feiras, com aceitação popular (SIMARELLI, 2007).

Frutos nativos regionais tornam-se atrativos para a indústria alimentícia e representam novas opções ao consumidor, que está se conscientizando da importância de uma dieta natural (NINDO; TANG; POWERS, 2005). Diversas frutas nativas apresentam qualidade sensorial, o que desperta o interesse pelo conhecimento da composição destas frutas, essencial para o seu aproveitamento tecnológico (MATTIETTO; SOARES; RIBEIRO, 2003).

Embora apresentem potencial econômico, frutas finas como mirtilo, framboesa, cereja, amora, pitaya e physalis, têm consumo restrito devido ao alto valor agregado, em decorrência da produção limitada, difícil colheita, exigência em mão-de-obra, cuidados com o transporte e armazenamento e por serem perecíveis. Os preços restringem seu consumo tornando-as acessíveis apenas no pico da safra. Uma das formas de disponibilizá-las é o congelamento da polpa (PEREIRA, 2007), processo que permite a preservação de suas características sensoriais e nutricionais (FU; LABUZA, 1997).

Dentre as fruteiras nativas do Brasil, a Família Myrtaceae é uma das mais conhecidas, devido ao grande potencial tecnológico de suas espécies nativas. Apresenta cerca de 140 gêneros, dos quais o *Eugenia* apresenta espécies de valor

comercial, nutritivo e potencial de aproveitamento para a obtenção de fármacos. Tem como característica espécies que produzem pequenos frutos. No Sul do país são encontrados tanto no estado silvestre quanto cultivado em pomares domésticos. São frutos saborosos, com alto teor vitamínico, consumidos tanto *in natura*, quanto na forma de doces, geléias e licores. Dentre elas destacam-se a goiaba (*Psidium guajava* L.), pitanga (*Eugenia uniflora* L.), araçá (*Psidium cattleianum* S.), jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* B.), cambucá (*Marlierea edulis* N.), cambuci (*Paivea 'langsdorffii* B), camu-camu (*Myrciaria dúbia*), guabiroba (*Campomanesia fenzliana* B) e uvaia (*Eugenia uvalha* C.) (LORENZI, 2000; SILVA et al., 2003; SANTOS, 2006).

O camu-camu, fruto desta família, nativo da região Amazônica, conhecido como fonte natural de ácido ascórbico é utilizado na forma de suco e néctar, consumido de diversas maneiras nos Estados Unidos, França e Japão (ZANATTA; MERCADANTE, 2007). No Brasil, índios e caboclos, o utilizam como isca para a pesca, porém, a divulgação de sua elevada concentração de ácido ascórbico atraiu interesse para o consumo, incentivando o comércio, extrativismo e estudos relacionados à adaptação e formas de propagação em terra firme (ANDRADE et al., 1991). A pitanga é apreciada pelo sabor doce-ácido e aroma peculiar intenso. Durante o processo de maturação, a cor do epicarpo evolui de verde a vermelha, podendo chegar até negra (BEZERRA; SILVA; LEDERMAN, 2000) e vem sendo foco de estudos devido ao seu teor de antocianinas, pigmentos responsáveis pela coloração característica de uma variedade de frutas e vegetais, que podem ser utilizados como corantes naturais em alimentos (WANG; CAO; PRIOR, 1997; ESPIN et al., 2000; CÖISSON, et al., 2005).

As cores intensas dos frutos indicam a presença de fitoquímicos, compostos bioativos, como os carotenóides e as antocianinas, que contribuem para a preservação da saúde (FRANCIS, 2000).

Os carotenóides compreendem uma família de compostos naturais, dos quais mais de 600 variedades estruturais já foram caracterizados a partir de bactérias, algas, fungos e plantas superiores. Os mais comumente encontrados em alimentos são o β -caroteno, licopeno e xantofilas. Além do atrativo da coloração, apresentam capacidade antioxidante (FONTANA, et al., 2000). Estão protegidos nos tecidos das plantas, no entanto, quando frutas e outros vegetais são cortados, ocorre exposição dos carotenóides ao oxigênio e contato com enzimas oxidativas, principal razão para sua degradação (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997). Fatores como exposição à luz, disponibilidade de água e presença de antioxidantes, podem influenciar esse processo (CAVALCANTE, 1991; RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

Os compostos fenólicos compreendem os flavonóides (que englobam antocianinas e flavonóis), os ácidos fenólicos (derivados de ácidos cinâmico e benzoico), os estilbenos (resveratrol) e uma larga variedade de taninos (FRANCIS, 2000).

As antocianinas (Figura 01) determinam a coloração de frutas e vegetais, estão amplamente distribuídos na natureza e apresentam $C_6-C_3-C_6$ como estrutura geral característica (FRANCIS, 1989).

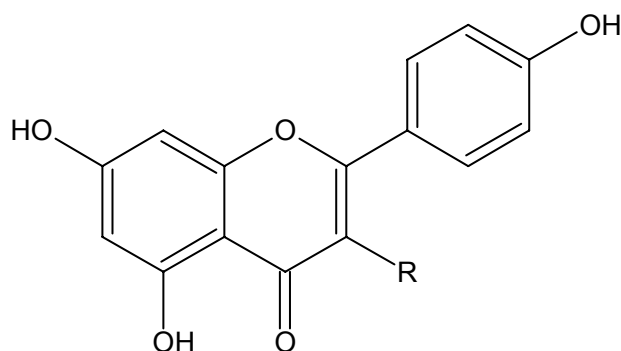


Figura 01: Estrutura química geral do flavonóide

A diferença entre as antocianinas baseia-se no número de grupos hidroxil na molécula; grau de metilação; natureza, número e posição da glicosilação; natureza e número de grupos aromáticos ou ácidos alifáticos ligados ao resíduo glicosil. A estrutura das moléculas (Figura 02) tem efeito profundo na intensidade da cor e na estabilidade durante o processamento. Em geral, o aumento da hidroxilação diminui a estabilidade e o aumento da metilação contribui para a estabilidade da molécula (ARTHEY; ASHURST, 2001).

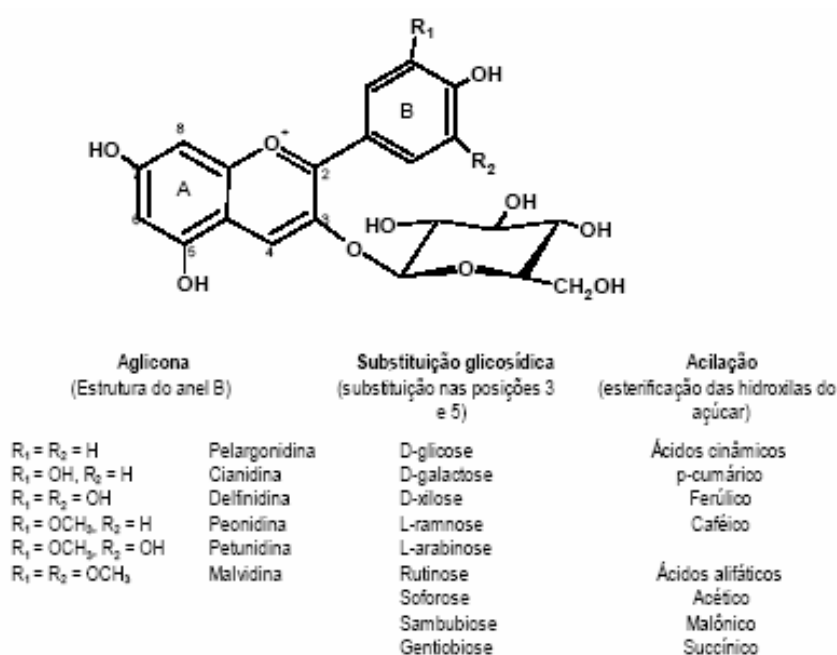


Figura 02: Estrutura química das antocianinas
Fonte: MALACRIDA; MOTTA, 2006.

Antocianinas são compostos estáveis sob condições ácidas, porém, podem degradar por diversos mecanismos durante o processamento ou armazenamento do alimento (JACKMAN; SMITH, 1992). Os principais fatores que influenciam a estabilidade destes pigmentos são pH, temperatura, presença de oxigênio e enzimas, além da interação com outros componentes do alimento como ácido ascórbico, íons metálicos e açúcares (BOBBIO; BOBBIO, 1992; JACKMAN; SMITH, 1992).

Além de utilizadas como corantes naturais para alimentos, o interesse pelas antocianinas decorre de evidências relacionadas ao seu potencial benéfico à saúde em virtude de sua ação antioxidante (ESPÍN, et al., 2000; WANG; CAO; PRIOR, 1997). Porém, o uso de extratos antociânicos como corantes apresenta limitações como disponibilidade de matéria-prima produtora de pigmentos na quantidade e qualidade requeridas, dificuldade na purificação, poder corante reduzido, quando comparado aos produtos sintéticos e baixa estabilidade frente a fatores externos, como a luz e a temperatura de congelamento. Bobbio et al. (1999) constataram a instabilidade à luz, do extrato antociânico purificado do açaí. Silva, Menezes; Guedes (1999) fizeram referência à redução do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada por seis meses.

Os antioxidantes apresentam papel importante no sistema de defesa contra espécies reativas de oxigênio que podem ser originários de compostos naturalmente presentes em alimentos, ou formados durante o processamento (SHAHIDI; NACZK, 1995; GUTTERIDGE, HALLIWELL, 2000). Os antioxidantes são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células é um dos mecanismos de defesa contra os radicais livres que pode ser

empregado nas indústrias de alimentos, cosméticos, bebidas e na medicina (DOROSHOW, 1983; WEIJL; CLETON; OSANTO, 1997).

O elemento químico oxigênio pode atuar como substância tóxica originada através de processos que desencadeiam a formação de radicais livres, compostos instáveis e altamente reativos que contém elétrons desemparelhados. Os radicais livres, altamente instáveis, reagem com moléculas estáveis, com o objetivo de capturar elétrons, transformando-as em um novo radical livre (KAUR; KAPOOR, 2001). Podem ser gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana e o seu alvo celular (proteínas, lipídeos, carboidratos e DNA) está relacionado com o seu sítio de formação (ANDERSON, 1996; YU; ANDERSON, 1997). Sua formação *in vivo* ocorre durante os processos de transferência de elétrons, durante o metabolismo celular e pela exposição a fatores exógenos, como radiações gama e ultravioleta, medicamentos, dieta e cigarro (CERUTTI, 1991, 1994).

Embora a presença desses radicais seja crítica para a manutenção de funções fisiológicas normais (POMPELLA, 1997), a sua produção contínua durante os processos metabólicos estimula mecanismos de defesa antioxidante, para limitar os níveis intracelulares e impedir a indução de danos. O desequilíbrio entre formação e a inativação de radicais livres é denominado estresse oxidativo (SIES, 1993), que está associado ao desenvolvimento de doenças crônicas e degenerativas (AMES; SHIGENAGA; HAGEN, 1993). Sua ocorrência é acompanhada pelo aumento das defesas antioxidantes enzimáticas, mas a produção de uma elevada quantidade de radicais livres pode causar danos e morte celular (ANDERSON, 1996). Estudos clínicos e epidemiológicos têm mostrado evidências de que antioxidantes fenólicos de frutas e outros vegetais são os fatores que auxiliam na redução dessas doenças (SHAHIDI, 1996).

Além desses compostos, as frutas são fontes de fibras, oriundas da parede celular, responsáveis pela textura. A firmeza dos tecidos das plantas é determinada por três tipos de polissacarídeos presentes na parede celular: celulose, hemicelulose e pectina (VAN BUREN, 1979). A perda da firmeza é um processo que acompanha o amadurecimento de muitos frutos, resultando em mudanças estruturais que ocorrem na parede celular (CARPITA; GIBEAUT, 1993).

A parede celular determina a forma da célula e a textura do tecido. É uma estrutura dinâmica, que apresenta alterações constantes em sua composição e propriedades, devido ao crescimento, ambiente e atividades da célula (BOWLES, 1990). Consiste num conjunto de microfibrilas de celulose, apresentando aproximadamente 50 cadeias de celulose paralelas, unidas através de ligações de hidrogênio (AWAD, 1993). A celulose é uma β -D-glucana em ligação (1 $\rightarrow$ 4), sendo composta por segmentos idênticos de celobiose que formam microfibrilas, localizadas numa matriz entremeada por moléculas não-celulósicas como hemicelulose, pectinas e glicoproteínas (McCANN; ROBERTS, 1991; DEY; HARBORNE, 1997; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

Hemicelulose é um termo que abrange um grupo heterogêneo de polissacarídeos da matriz da parede celular, associados à celulose e a pectina (WILKIE, 1979; COUGHALAN; HAZLEWOOD, 1993; COLLINS; FERRIER, 1995).

As pectinas compreendem um grupo de polissacarídeos estruturais amplamente utilizados na indústria alimentícia como agente geleificante e estabilizante (WILLATS; KNOX; MIKKELSEN, 2006). Formam um grupo complexo de compostos encontrados na parede celular primária, camadas intercelulares e na lamela média de plantas terrestres. São mais abundantes em frutos e em tecidos jovens como cascas de frutas cítricas (30%), dentre as quais o limão é a fonte mais

abundante. Contribuem para a adesão entre as células e para a resistência mecânica da parede celular (ASPINALL, 1970). Além de seu papel importante no crescimento das células, as pectinas estão envolvidas em interações com agentes patogênicos, a sua quantidade e natureza são determinantes para a textura de frutos, vegetais e estão sujeitas às alterações enzimáticas e não-enzimáticas, em geral durante o seu crescimento, amadurecimento, armazenamento e processamento (VAN BUREN, 1979).

As moléculas de pectina (Figura 03) são constituídas por uma cadeia principal de unidades repetidas de D-ácido galacturônico em ligação α - (1 $\rightarrow$ 4), sendo que, parte destas unidades apresenta-se esterificada como éster metílico. Essas cadeias podem ser intercaladas com unidades de L-ramnose que se ligam em α -(1 $\rightarrow$ 2). A estas unidades de ramnose, estão ligadas cadeias laterais, formadas por açúcares neutros, como D-galactose, L-arabinose, D-xilose, L-ramnose, L-fucose e traços de 2-O-metilfucose. Tais cadeias laterais são responsáveis pela união das moléculas de pectina à matriz polissacarídica da parede celular vegetal (HWANG; KOKINI, 1992).

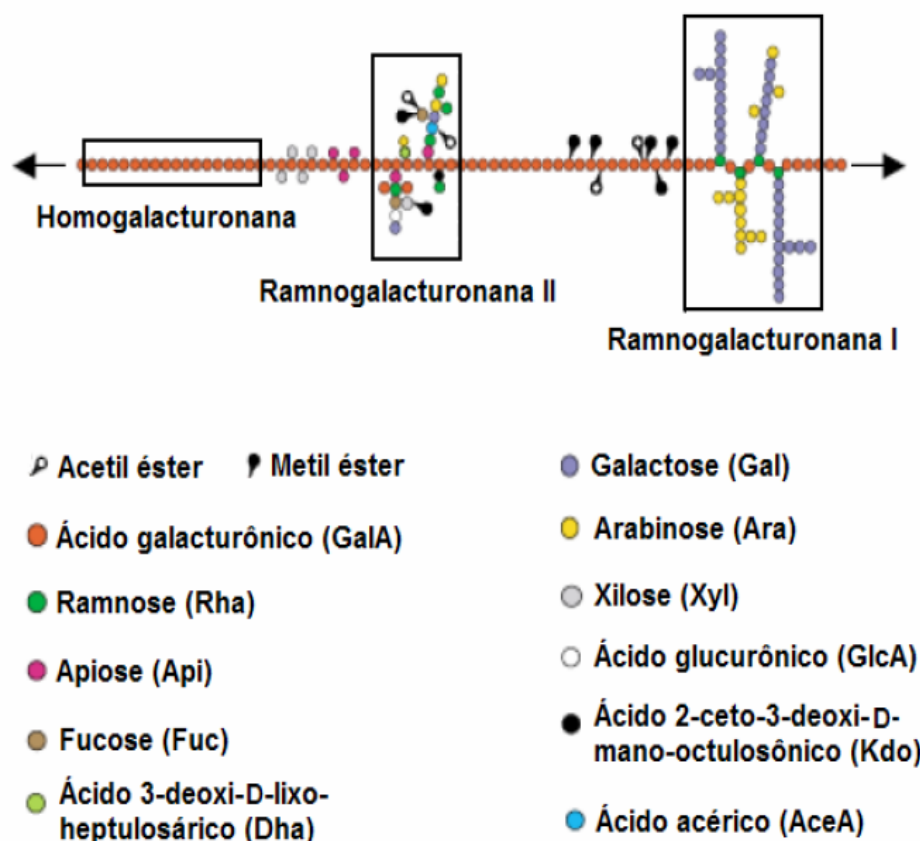


Figura 03 – Representação esquemática das estruturas de pectinas
 Fonte: Adaptado de WILLATS; KNOX; MIKKELSEN (2006).

De acordo com o grau de metoxilação, as pectinas são subdivididas em duas classes: HM, com alto grau de metoxilação (> 50%) e LM, com baixo grau de metoxilação (< 50%). Comercialmente, as pectinas HM apresentam grau de esterificação na faixa 55 a 75% e as LM de 15 a 45%. As pectinas HM geleificam em meio ácido, com altas concentrações de um co-soluto, geralmente sacarose. São amplamente utilizadas na geleificação de sucos de frutas para a obtenção de geléias (ASPINALL, 1970; AL-RUQAIE; KASAPIS; ABEYSEKERA, 1997). A presença de cadeias laterais afeta significativamente as propriedades funcionais das pectinas, tais como solubilidade, formação de filme e propriedades reológicas, além de

favorecer a agregação em soluções concentradas (FISHMAN et al., 1984; HWANG; KOKINI, 1992).

Suas propriedades são conhecidas há 200 anos, mas recentemente houve grande progresso na compreensão da estrutura complexa deste polímero, o que está contribuindo para o desenvolvimento de uma geração de sofisticadas pectinas com funcionalidades específicas, para novas aplicações (WILLATS; KNOX; MIKKELSEN, 2006).

2.2 APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO

O processamento permite agregar valor econômico às matérias-primas, transformando produtos perecíveis em armazenáveis e comercializáveis (MONTEIRO, 2006). As frutas apresentam menor vida de prateleira e sua comercialização *in natura* é dificultada pelas grandes distâncias, fazendo com que as perdas pós-colheita variem de 15 a 50 % (BUENO et al., 2002).

A comercialização mundial de produtos derivados de frutas aumentou nos últimos anos e o Brasil destaca-se como importante produtor entre os países em desenvolvimento (BRUNINI; DURIGAN; OLIVEIRA, 2002).

A polpa de fruta congelada é um produto que atende a diversos segmentos do setor de alimentos, sendo utilizada no preparo de sucos, sorvetes, balas, produtos de confeitaria e lácteos, como iogurtes. Nestes últimos anos houve uma expansão da produção, pela elevação do consumo desse produto no mercado interno e externo. Por ser um produto de baixo custo, pela facilidade de processamento e devido à necessidade de alimentos de preparo rápido, houve aumento no número de fabricantes de polpas congeladas, fazendo-se necessário um estudo para verificar a adequação às normas e padrões vigentes no país (MACHADO et al., 2007).

Sucos processados preservam as propriedades da fruta e apresentam longa vida-de-prateleira. O acentuado crescimento que está relacionado a mudanças de hábitos alimentares da população, dentre eles, a procura por produtos naturais; substituição do consumo de outras formas de derivados de frutas, como doces e a procura de maior conveniência, substituindo o consumo do fruto *in natura* pelo seu equivalente processado.

Em relação à composição mineral de sucos de frutas, os reconhecidos como essenciais são divididos em macro (cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio, enxofre) e micro-elementos (ferro, cobre, cobalto, manganês, zinco, iodo, flúor, molibdênio, selênio, cromo, silício), de acordo com as quantidades em que são encontrados no organismo humano (SGABIERI, 1987). Embora a composição mineral de diversos frutos comercializados esteja bem estabelecida, o mesmo não ocorre com frutos nativos, indicando a necessidade de pesquisas nessa área. Os sucos de frutas são considerados excelentes fontes de vitaminas e compostos fitoquímicos, além de seu teor de minerais.

O suco de uva, um dos mais estudados como sendo fonte de compostos fenólicos, cujos conteúdos variam de acordo com a espécie, variedade, maturidade, condições climáticas e cultivar (MAZZA, 1995; SHAHIDI; NACZK, 1995). No entanto, a quantidade e o tipo destes compostos não são necessariamente os mesmos da uva fresca. Determinados tratamentos aos quais a uva e o mosto são submetidos durante a produção do suco, como o tipo de extração, tempo de contato entre o suco e as partes sólidas da uva, prensagem, tratamento térmico, enzimático e adição de dióxido de enxofre e ácido tartárico interferem na quantidade dos compostos fenólicos no suco pronto (SISTRUNK; GASCOIGNE, 1983; SHAHIDI, NACZK, 1995; FRANKEL et al., 1998).

A extração a quente contribui para uma maior concentração de fenólicos no suco (CREASY; CREASY, 1998; FRANKEL et al., 1998), entretanto o uso de altas temperaturas durante a extração, pasteurização e estocagem pode acarretar perdas na quantidade de compostos fenólicos, devido à degradação de antocianinas (DERGAL, 1993; JACKMAN; SMITH, 1996).

Uma das formas de preservar algumas propriedades da fruta, prescindindo da cadeia de frio, são os licores. A fabricação de licores se confunde entre a ciência e a arte, assim como sua aplicação e desenvolvimento, que foram transmitidas por gerações em regiões específicas (GÓMEZ; GÓMEZ; CARDOZO, 2005).

A versão mais provável da origem do licor é que seja derivado de poções caseiras e xaropes de ervas e frutas para curar tosse, problemas estomacais e outros males. Era feito pela mistura de ervas medicinais e aromáticas com frutas, que, depois de fermentadas, resultavam em bebida adocicada, colorida e muito saborosa. A elaboração do licor só foi possível depois que o alquimista catalão Arnaud Villeneuve conseguiu extrair os princípios aromáticos de ervas, deixando-as macerar em álcool puro. Essa técnica utilizada preserva as propriedades da essência extraída e foi importante para o aperfeiçoamento do preparo desta bebida. A qualidade e as características do licor dependem da procedência do álcool utilizado, sendo o de cereais o mais adequado (APRENDA A FAZER LICORES, 1986).

Os processos tradicionais de fabricação de licores de frutas consistem na mistura de álcool etílico de cereais com xarope de açúcar contendo pequena quantidade de essências de ervas ou frutas, seguido da decantação e filtração. De acordo com Gorinstein et al. (1993) e Surena (1996), a etapa de elaboração do extrato da fruta pode ser o ponto crítico do processo. A proporção de frutas e

solvente, a concentração de etanol e o tempo de maceração podem originar licores com aroma e sabor distintos. Segundo Borenstein (1987) e Siddiq et al. (1994) na elaboração do licor podem ocorrer reações oxidativas decorrentes do processamento da fruta, como exposição desta ao oxigênio e ao etanol, afetando a cor e o sabor do produto.

2.3 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi definida pela Divisão de Avaliação Sensorial do IFT (*Institute of Food Technologists*) como “uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e materiais percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição”. Outra definição da análise sensorial refere-se à análise sensorial como ciência, consistindo de “métodos e técnicas que envolvem psicologia, estatística, ciência de alimentos, química e outras ciências biológicas, matemáticas e humanas” (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002).

É aplicada na indústria de alimentos e nas instituições de pesquisa, no controle das etapas do desenvolvimento de novos produtos; avaliação do efeito das alterações nas matérias-primas; redução de custos; seleção de nova fonte de suprimento; estabilidade durante o armazenamento e teste de mercado, entre outros. Essa análise fornece suporte técnico para pesquisa, industrialização, *marketing* e controle de qualidade (DUTCOSKY, 1996).

Os métodos de análise sensorial referem-se a medidas de propriedades físicas por intermédio de técnicas psicológicas. São chamados métodos psicofísicos, por se apoiarem nas leis que regem a psicofísica. A psicofísica é a ciência que se relaciona às respostas que os organismos produzem em função das energias do

meio ambiente, ou seja, uma quantificação da magnitude sensorial (QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

Segundo a NBR 12994 (ABNT, 1993), os métodos sensoriais são classificados em três categorias: métodos discriminativos, descritivos e subjetivos (afetivos). Os testes discriminativos estabelecem diferenças qualitativas e/ou quantitativa entre amostras; os descritivos descrevem qualitativa e/ou quantitativamente as amostras e os subjetivos (afetivos) expressam a opinião pessoal do consumidor.

Os métodos afetivos são testes de atitudes subjetivas, tais como aceitação e preferência de um produto. Os testes de aceitação avaliam o grau com que os consumidores gostam ou desgostam de determinado produto, e testes de preferência avaliam a preferência do consumidor por um produto em relação a outro. O uso da escala hedônica estruturada verbal de 9 pontos é um exemplo deste tipo de teste. É o método sensorial mais empregado para avaliar a aceitação, em função da facilidade e simplicidade de uso até por consumidores com instrução mínima (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

Quando se trabalha com um único produto, os dados são avaliados mediante estatística descritiva, a partir da média e desvio padrão. Se dois produtos são avaliados, pode-se utilizar a distribuição de *Student* (QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

2.4 CEREJA (*Eugenia involucrata* DC)

A cerejeira (Figura 04) ocorre de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, florescendo em geral, de setembro a novembro. Atinge comumente altura de 5 a 8 m, sendo encontrada com até 15 m nas matas. O tronco forma saliências em virtude da cicatrização, as quais nem sempre ocorrem, conferindo aspecto liso, o que facilita

o reconhecimento da espécie a campo. Fornece madeira resistente e elástica, servindo para cabos de machado e de outras ferramentas. A árvore é ornamental e pode ser utilizada no paisagismo, como na arborização de ruas (LORENZI, 2000).



Figura 04 – Árvore de cereja (*Eugenia involucrata* DC)

Espécies de *Eugenia* podem ser utilizadas em programas de reflorestamento em áreas urbanas e seus frutos apresentam potencialidade de uso industrial. Apesar da elevada porcentagem de germinação, a produção de sementes dessas espécies é insuficiente para a obtenção de mudas em escala comercial. A maioria das espécies de *Eugenia*, nativas do Brasil produzem frutos com poucas sementes (SILVA; BILLA; BARBEDO, 2005).

O fruto (Figura 05) apresenta epicarpo fino e brilhante, mesocarpo succulento, ácido-adocicado, que envolve o endocarpo, representado por caroços que variam de um a cinco, branco-esverdeados, arredondados com cerca de 1,0 cm de diâmetro. Quando aparecem em número superior a um no fruto, essa dimensão tende a diminuir e a forma apresentar variações (SANCHOTENE, 1989; LORENZI, 2000).



Figura 05 – Frutos de cereja (*E. involucrata* DC)

Conhecido popularmente como cereja, cereja-do-mato, cereja-da-terra, cereja-do-rio-grande, ibaíba e ivaí (em guarani), é comestível para o homem e avifauna silvestre, sendo utilizado para fazer doce e geléias caseiras, além do consumo *in natura*, sendo cultivada em pomares domésticos de toda a Região Sul do país. Classificado como drupa periforme é coroado pelo cálice persistente, variando da coloração vermelha brilhante à vinácea escura, de acordo com o tempo de maturação. Apresenta aroma característico, sabor doce e ácido, o que permite seu uso em uma variedade de produtos (LORENZI, 1992).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar o fruto da cerejeira (*Eugenia involucrata* DC) e obter produtos visando seu aproveitamento tecnológico.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a evolução dos estádios de maturação da cereja (*Eugenia involucrata* DC) mediante análises físico-químicas.
- Determinar a composição físico-química da cereja madura.
- Processar os frutos de cereja para a obtenção da polpa congelada, avaliar sua estabilidade e seu comportamento reológico.
- Obter suco de cereja por extração mecânica e tratamento enzimático, analisando-os sob aspectos físico-químicos e microbiológicos.
- Elaborar licor de cereja e analisá-lo sensorialmente.
- Extrair e caracterizar as pectinas dos frutos de cereja.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Os frutos de cereja, em diversos estádios de desenvolvimento, foram colhidos em pomares domésticos da Região de Ponta Grossa.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Desenvolvimento do fruto

O desenvolvimento do fruto, nos estádios inicial, intermediário e final foi monitorado por: (1) acompanhamento fotográfico, (2) análises físicas, sendo determinado o diâmetro, a massa total do fruto e as porcentagens de epicarpo, mesocarpo e semente após o processo de expansão celular até o ponto de colheita; (3) avaliação físico-química, incluindo determinação de acidez, pH e sólidos solúveis totais. Estas análises foram feitas, levando em consideração a coloração do epicarpo do fruto: verde (FV), verde com manchas vermelhas (VMV), amarelo com manchas vermelhas (AMV), vermelho claro (VC), vermelho escuro (VE) e fruto maduro (FM), de acordo com o estágio de maturação.

4.2.1.1 Caracterização física do fruto

O diâmetro de 100 frutos coletados ao acaso, em cada estágio de maturação, foi determinado com paquímetro e a massa em balança analítica (GEHAKA, RS-323, precisão de 0,0001g). Foram determinadas as porcentagens de epicarpo, mesocarpo e semente.

4.2.2 Extração e caracterização da polpa de cereja (*E. involucrata* DC)

4.2.2.1 Pré-tratamento dos frutos

Os frutos foram selecionados e sanitizados com hipoclorito de sódio (150 ppm/10 min) seguido de três lavagens sucessivas com água da rede municipal (MORETTI, 2001).

4.2.2.2 Preparo da polpa

Após a sanitização foram removidos os cálices persistentes e os frutos foram cortados ao meio para a retirada manual das sementes. A seguir, o material foi triturado, homogeneizado em *mixer* e separado em porções de 50 g, que foram acondicionados em sacos plásticos de polietileno com 0,04 mm de espessura, fechados hermeticamente e congeladas (-18 °C).

4.2.2.3 Caracterização da polpa de cereja (*E. involucrata* DC)

O teor de umidade e cinzas foi determinado pela perda de peso em estufa a 105°C e em mufla à 505 °C, respectivamente, após seis horas. Para a determinação do teor de proteínas foi adotado o método Kjeldahl, utilizando fator de conversão de 6,25. O teor de vitamina C foi quantificado por titulação com reagente de Tillmans, utilizando padrão de ácido ascórbico. O teor de sólidos solúveis totais foi determinado por leitura direta do índice de refração (°Brix) em refratômetro de mesa Carl Zeis (IAL, 1985).

Para a determinação do pH foi utilizado potenciômetro digital (POMERRANZ; MELOAN, 1982). O teor de acidez total foi quantificado por titulação com KOH (TANNER; BRUNNER, 1985).

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método de Horwitz (1980), com leitura a 720 nm, (Espectrofotômetro UV Shimadzu Multispec 1501) utilizando catequina (SIGMA) como padrão (AOAC, 2000a). O teor de açúcares redutores pelo método Somogyi (1952) e a glucose, pelo método de glucose oxidase (AOAC, 2000).

Para a determinação da atividade antioxidante foi utilizada metodologia FRAP (poder antioxidante pela redução do ferro) descrita por Benzie e Strain (1996) e Pulido, Bravo; Saura-Calixto (2000).

O teor de flavonol foi determinado pela metodologia de Lees, Francis (1971). O teor de minerais foi quantificado de acordo com AOAC (2000), utilizando-se espectrofotômetro de absorção atômica – EAA (VARIAN SPECTRAA-250 PLUS).

4.2.2.4 Análises reológicas

O perfil reológico da polpa de cereja foi determinado em reômetro (modelo HAAKE RS 75 Rheoestress) acoplado a um controlador de temperatura (Peltier-TC81) com termocirculador de água (DC5B3). Os testes foram feitos em temperatura de 25 °C. O sensor cone-placa (C-60 2ti) foi utilizado para análises das amostras de polpa de cereja. O sensor cone-placa consiste em uma placa plana inferior estacionária e um cone rotatório superior. O fluido permanece entre a placa e o cone, sem escoar, devido à tensão superficial, e deve preencher inteiramente o espaço entre eles, de modo que as medições não sejam alteradas. O cone atua em velocidade de cisalhamento controlada e o arraste viscoso sob o cone rotativo exerce uma força de rotação proporcional à tensão de cisalhamento (SCHRAMM, 1998). Antes das análises reológicas, foi determinada a inércia do aparelho com o sensor a ser utilizado, para se descontar os valores das forças centrífugas e

centrípetas geradas durante os experimentos. Durante as análises, a temperatura ambiente foi mantida a 25 °C.

4.2.2.5 Monitoramento da polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC)

A estabilidade da polpa congelada de cereja foi monitorada mensalmente, durante doze meses, quanto aos parâmetros pH, acidez titulável, teor de sólidos solúveis totais (°Brix), açúcar redutor, vitamina C, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante e flavonóis.

4.2.3 Extração e caracterização do suco de cereja (*E. involucrata* DC)

4.2.3.1 Processo de obtenção do suco de cereja (*E. involucrata* DC)

Após lavagem e sanitização dos frutos, as sementes e os cálices persistentes foram retirados manualmente. A seguir, o material foi triturado em *mixer* (Walita) obtendo-se a polpa homogeneizada (1816 g), que foi dividida e tratada de três formas:

- **Centrifugação:** a polpa (440 g) foi centrifugada (200 rpm/15 min) e o sobrenadante denominado de S-1 foi engarrafado.
- **Polpa macerada com pectinase:** a polpa (444 g) foi despectinizada (Pectinex 3 mL.100 L⁻¹, Novozymes do Brasil) ; mantida em estufa de circulação de ar (40 °C/60 min). Em seguida fez-se a centrifugação (200 rpm/15 min) e o sobrenadante denominado de S-2, engarrafado e pasteurizado (80 °C/ 20 min.) (adaptado de NOGUEIRA et al. 2003);
- **Polpa macerada com Ultrazin AFP-L:** à polpa foi adicionada a enzima de liquefação (Ultrazin AFP-L, Novozymes do Brasil) na concentração de 25 mL.100 L⁻¹

durante doze horas à 30 °C e em seguida fez-se a centrifugação a 200 rpm/ 15 min. e o sobrenadante denominado de S-3, engarrafado e pasteurizado (80 °C/ 20 min.) (adaptado de NOGUEIRA et al., 2005)

4.2.3.2 Análises químicas

Os sucos foram avaliados quanto ao rendimento, pH, acidez total, teor de sólidos solúveis totais, açúcar total, glucose, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante.

4.2.3.3 Análises microbiológicas

Para a avaliação do perfil microbiológico do suco foi determinado pela análise de coliformes totais e fecais pela técnica de semeadura sobre camada com meio de cultura *Violet Red Bile*. Para a pesquisa de *Salmonella sp* foi utilizada a técnica tradicional de detecção, desenvolvida em quatro etapas: pré-enriquecimento em caldo lactosado, enriquecimento em caldo seletivo selenito-cistina e tetrationato seguido de plaqueamento seletivo diferencial em ágar verde brilhante (VB), ágar *Salmonella-shigella* (SS), ágar sulfito bismuto (BS) e a confirmação através de provas bioquímicas TSI (ágar ferro tríplice açúcar) e LIA (ágar lisina ferro) 48h (ITAL, 1995).

4.2.4 Processo de obtenção do licor de cereja (*E. involucrata* DC)

4.2.4.1 Obtenção do licor L-1

Para o preparo do licor L-1 (Figura 06), foi utilizado o suco (S-2), adicionando-se açúcar refinado na proporção 30 g. L⁻¹ (BRASIL, 1997) e 425 mL de álcool de maçã (40 °GL) cedido pelo Grupo de Trabalho de Maçã (GTM) da Universidade

Estadual de Ponta Grossa (UEPG), para se obter um licor com 17 °GL, homogeneizado, engarrafado e armazenado em geladeira.

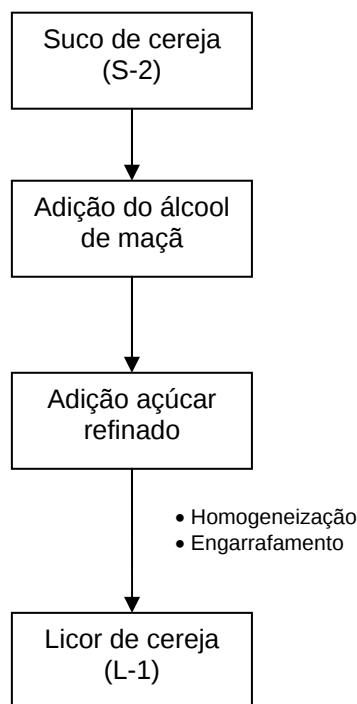


Figura 06 - Fluxograma da obtenção do licor L-1.

4.2.4.2 Obtenção do licor L-2

O licor L-2 (Figura 07) foi obtido pela maceração dos frutos sem sementes (1340 g) em álcool de maçã (894 mL, 40 °GL) por oito dias (adaptado de JAKOPIC et al., 2007). Após este tempo, o macerado foi centrifugado (Centrífuga Arno). O resíduo (bagaço), foi seco em estufa à 45°C/ 24h, armazenado e ao sobrenadante foi adicionada a calda, obtida pela mistura de 450 mL de água + 670 g de açúcar. Após resfriamento, a calda foi adicionada ao filtrado que em seguida foi engarrafado e armazenado em geladeira.

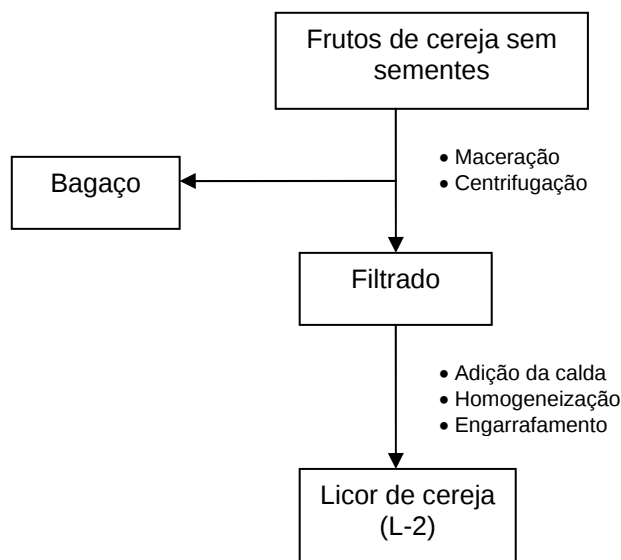


Figura 07 - Fluxograma da obtenção do licor L-2

4.2.4.3 Análise sensorial do licor de cereja (*E. involucrata* DC)

A análise sensorial do licor foi realizada mediante a aprovação da Comissão de Ética em Pesquisa (COEP) pelo protocolo: 15045/07 (ANEXO A). Foi utilizado escala hedônica estruturada de nove pontos e 64 provadores não treinados, para verificar a preferência da aceitabilidade (ANEXO B). Os resultados obtidos foram analisados quanto à variância e submetidos ao teste *t* de *Student* ao nível de 5 % de acordo com Dutcosky (1996).

4.2.5 Extração de pectinas

4.2.5.1 Inativação enzimática

A fruta sem sementes foi triturada com etanol e mantida em ebulição por 20 minutos sob refluxo, seguida de resfriamento em banho de gelo. Após essa etapa, o material foi filtrado para a obtenção do resíduo insolúvel em álcool (RI), material de partida para a obtenção dos polissacarídeos.

4.2.5.1.1 Extração aquosa

O resíduo insolúvel (RI) foi extraído com água (200 mL) durante 30 minutos à temperatura ambiente (26 °C). Em seguida o material foi filtrado e lavado com água destilada. O extrato foi precipitado com dois volumes de etanol. Após repouso de 24 horas sob refrigeração, foi filtrada e desidratada em estufa com circulação de ar a 45 °C. A fração retida no filtro foi utilizada para a extração ácida.

4.2.5.1.2 Extração ácida

O resíduo da extração aquosa (R-II) foi suspenso em 200 mL de ácido cítrico a 5 % e aquecido (SRIRANGARAJAN; SHRIKHANDE, 1977). A suspensão permaneceu em banho-maria sob agitação (banho Dunoff), durante 30 minutos seguidos de resfriamento em água corrente e imersão em banho de gelo.

O filtrado (EII) foi precipitado com dois volumes de etanol, permanecendo em repouso por doze horas sob refrigeração (Figura 08). Após precipitação filtração, as pectinas obtidas foram secas em estufa com circulação de ar a 45°C e armazenadas em temperatura ambiente em recipiente fechado.

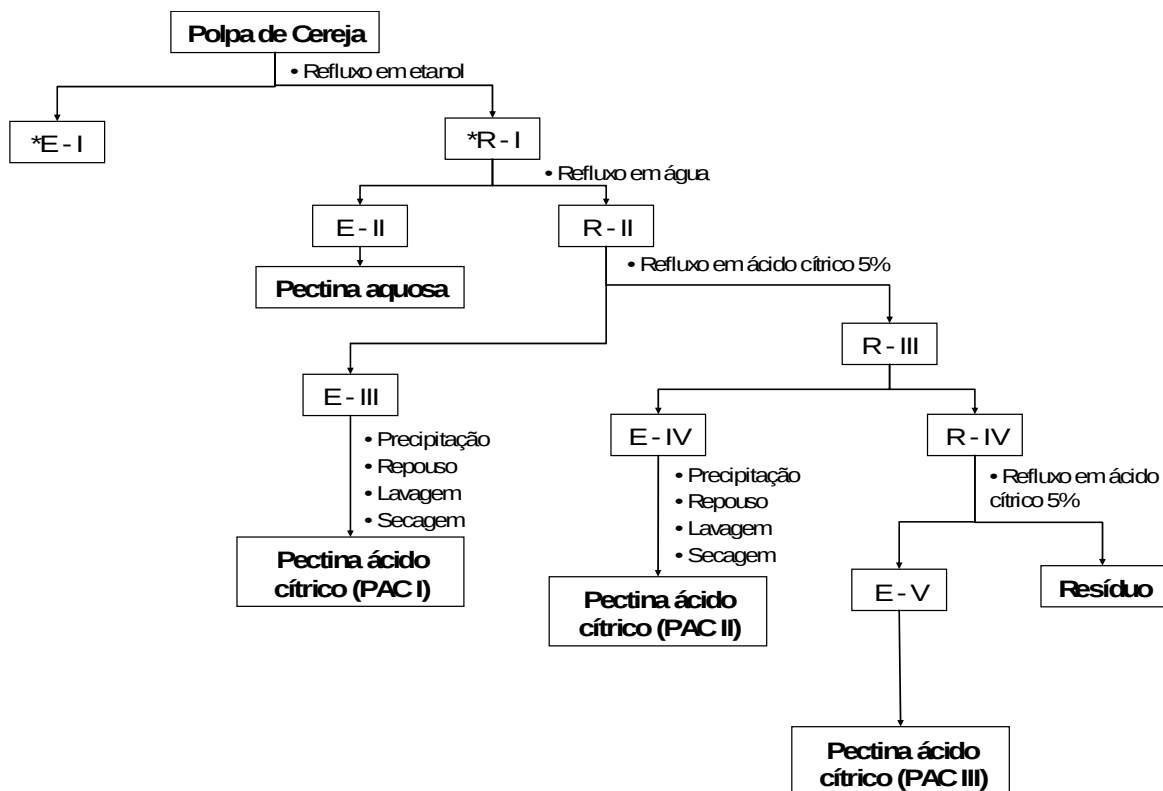


Figura 08 - Fluxograma da extração de pectinas dos frutos de cereja (*E. involucrata* DC)
E = Extrato; R = Resíduo; PAC = Pectina ácido cítrico.

4.2.5.2 Análises das pectinas

O teor de ácidos urônicos foi determinado pelo método de Blumenkrantz; Asboe-Hansen (1973), utilizando como padrão soluções de ácido galacturônico em concentrações de 20 a 100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ e determinando a absorbância do composto da reação em 520 nm. A composição monossacarídica foi determinada após hidrólise ácida, redução e acetilação, por análise em cromatografia líquida gasosa (GLC). O grau de esterificação foi determinado por espectroscopia de infravermelho (FT-IR).

4.2.5.2.1 Cromatografia em papel

Foi utilizada a técnica ascendente, aplicando-se alíquotas das frações da amostra hidrolisada em papel Whatman nº1 e dos padrões de açúcares utilizados na metodologia. O eluente foi o sistema benzeno: n-butanol: piridina: água (1:5:3:3 v/v,

fase superior) e para revelação dos cromatogramas foi utilizado o método descrito por Trevelyan; Procter; Harrison, (1950) para detecção de açúcares, com nitrato de prata alcalinizado.

4.2.5.2.2 Cromatografia líquida-gasosa (GLC)

Para determinação da composição monossacarídea, as pectinas foram hidrolisadas com ácido trifluoracético 1M por cinco horas (ADAMS, 1965; ASPINALL, 1980), em banho-maria fervente. O hidrolisado foi evaporado em vidro relógio, na capela e reduzido com boroidreto de sódio durante duas horas (WOLFRON; THOMPSON, 1963).

O excesso do agente redutor foi decomposto e os cátions sódio removidos pela adição de resina trocadora de cátions (Lewatit) na forma ácida. Após filtração, o material foi evaporado até securo, em evaporador rotatório, seguido de adição de metanol para remoção do boro, na forma de borato de trimetila. Os alditóis resultantes foram acetilados pela adição de piridina: anidrido acético (1:1, v/v) durante aproximadamente 16 horas. Esta reação foi interrompida pela adição de gelo moído. Os produtos acetilados foram extraídos com clorofórmio e lavados com solução de sulfato de cobre 5 % para remover a piridina.

Os acetatos de alditóis resultantes foram analisados por cromatografia gasosa (GLC) em cromatógrafo de gás (modelo HP 5890 SII), com detectores de ionização de chama utilizando nitrogênio como gás de arraste, com fluxo regulado em 2 mL. min⁻¹. A temperatura do detector foi de 200 °C e do injetor de 250 °C. Utilizou-se coluna capilar DB-210 (0,25 m.d.i. x 30m) com espessura de filme 0,25 mm (WOLFRON; THOMPSON, 1963).

4.2.5.2.3 Cromatografia de exclusão estérica acoplada a mutidetectors (HPSEC-MALLS)

O perfil das massas moleculares de pectinas foi determinado por cromatografia de exclusão estérica (HPSEC-MALLS). As amostras solubilizadas em solução de NaNO_2 ($0,1 \text{ mol.L}^{-1}$) e filtrados por membrana de acetato de celulose, com poros de $0,2 \text{ }\mu\text{m}$ de diâmetro. Após a dissolução as amostras foram injetadas em cromatógrafo de exclusão estérica (modelo 150C ALC/GPC Waters), com detector de espalhamento laser em multiângulos e de índice de refração diferencial (modelo Waters 2410). Solução NaNO_2 $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ foi utilizado como eluente. O perfil da massa molecular foi obtido utilizando o programa ASTRA for Windows 4.5 (IAGHER; REICHER; GANTER, 2002; GARROS-ROSA, et al., 2006).

Com exceção da cromatografia em papel, os métodos cromatográficos foram realizados nos Laboratórios de Química de Carboidratos, Departamento de Bioquímica - UFPR.

4.2.5.2.4 Espectroscopia de infravermelho (FT-IR)

Para determinação do grau de esterificação das frações de pectinas extraídas foram utilizadas análises espectroscópicas de FT-IR. Os espectros foram registrados em equipamento Shimadzu (modelo 8400 FT-IR, resolução 4 cm^{-1} , 16 scans), com pastilhas de KBr, (1-2 mg de amostra seca e pulverizada em 100 mg de KBr) (KALAPATHY; PROCTOR, 2001; MONSOOR, 2005). As áreas dos picos correspondentes à absorção dos grupos carboxílicos esterificados e livres em 1741 e 1635 cm^{-1} , respectivamente (SILVERSTEIN; BASSLER; MORRIL, 1999; YASHODA et al., 2005) foram utilizadas para o cálculo do grau de esterificação usando o software do equipamento Shimadzu.

4.2.5.2.5 Espectroscopia ressonância magnética nuclear (^{13}C -RMN)

As análises de ^{13}C -RMN das frações pectina aquosa (PA); pectina ácido cítrico (PAC I); pectina ácido cítrico (PAC II); pectina ácido cítrico (PAC III) e fração resíduo (FR) foram solubilizadas em óxido de deutério (D_2O), com deslocamentos expressos em ppm e os espectros foram obtidos em equipamento MERCURY-300BB operando em 100 MHz a 80 °C (GORIN; MAZUREK, 1975). Estas análises foram realizadas na Universidade Federal do Paraná.

4.2.6 Análises estatísticas

As análises foram feitas em triplicatas e avaliadas mediante a análise de variância (ANOVA) e diferenciação das médias por teste de Tukey, em nível de 5 %, pelo programa Microsoft Office Excel 2003, com o objetivo de verificar e identificar diferenças significativas entre as amostras.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

Os estádios de maturação da cereja foram avaliados por observação da intensidade de coloração da casca (epiderme). Neste trabalho os frutos foram classificados em seis categorias: fruto verde (FV); verde com manchas vermelhas (VMV); amarelo com manchas vermelhas (AMV); vermelho claro (VC); vermelho escuro (VE) e fruto maduro (FM) (Figura 09). A cor do fruto não é apenas indicativo da formação do pigmento de sua superfície externa, mas está relacionada a complexas alterações bioquímicas que ocorrem no mesocarpo durante a sua maturação. Kramer (1973) e Gross (1987) relataram que a diferença da cor de diversos frutos vermelhos depende da natureza e da concentração das antocianinas presentes. Porcu & Rodrigues-Amaya (2003) relataram que a acerola muda de tonalidade com a maturação, devido à degradação da clorofila, a síntese de antocianinas e carotenóides. Segundo Lima et al. (2002), as mudanças de coloração evidenciadas nos diferentes estádios de maturação dos frutos de umbu-cajá, estão associadas à degradação da clorofila da casca dos frutos.

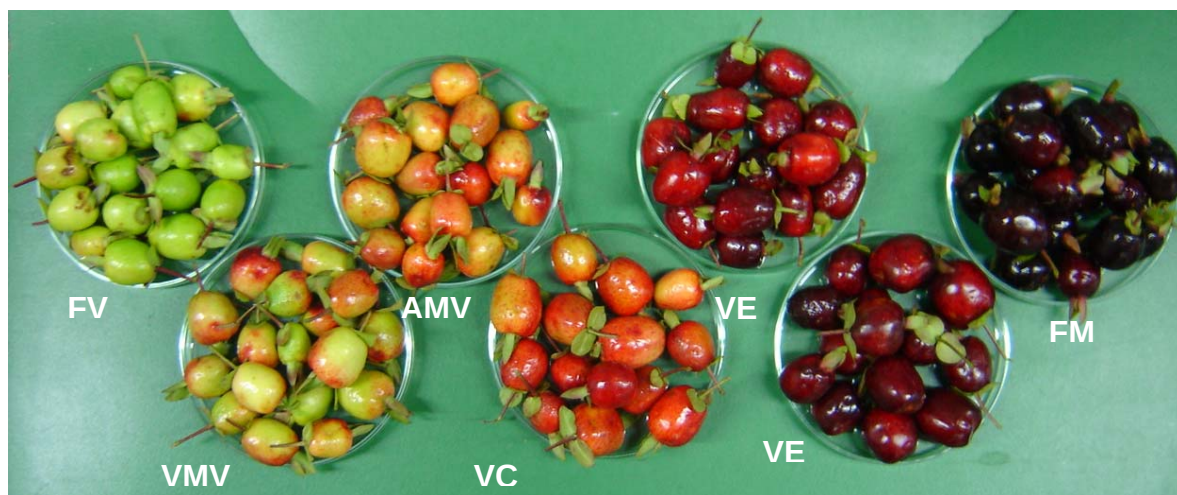


Figura 09 – Estádios de maturação do fruto de cereja (*E. involucrata* DC)

No processo de maturação dos frutos de cereja ocorre aumento gradativo de altura e diâmetro (Tabelas 01 e 02).

Tabela 01 – Relação do diâmetro nos diferentes estádios de maturação da cereja (*E. involucrata* DC)

Fruto	*Média	*Máximo	*Mínimo	D.P.	C.V.(%)
Fruto Verde (FV)	15,45	21,00	9,50	2,33	15,07
Verde com Manchas Vermelhas (VMV)	16,25	22,00	12,00	2,17	13,35
Amarelo com Manchas Vermelhas (AMV)	17,27	21,50	12,00	2,17	12,55
Vermelho Claro (VC)	18,02	24,00	12,00	2,30	12,79
Vermelho Escuro (VE)	18,69	26,00	13,00	2,24	11,99
Fruto Maduro (FM)	18,85	23,50	13,00	1,92	10,19

(*) Valores expressos em mm; D.P.= desvio padrão; C.V.= coeficiente de variação

Tabela 02 – Relação da altura nos diferentes estádios de maturação da cereja (*E. involucrata* DC)

Fruto	*Média	*Máximo	*Mínimo	D.P.	C.V. (%)
Fruto Verde (FV)	19,53	26,00	12,00	2,63	13,45
Verde com Manchas Vermelhas (VMV)	20,15	26,00	15,00	2,40	11,94
Amarelo com Manchas Vermelhas (AMV)	20,34	28,00	13,00	2,63	12,92
Vermelho Claro (VC)	20,74	27,00	14,50	2,39	11,53
Vermelho Escuro (VE)	21,01	28,00	16,50	2,67	12,72
Fruto Maduro (FM)	20,56	26,00	15,00	2,47	12,00

(*) Valores expressos em mm; D.P.= desvio padrão; C.V.= coeficiente de variação

O fruto verde apresentou menores dimensões, sendo que a variação de altura foi de 92,95 % de aumento (1,5 mm) e no diâmetro, a variação foi de 82,66 % (3,24 mm) até alcançar o estágio maduro (Figura 10).

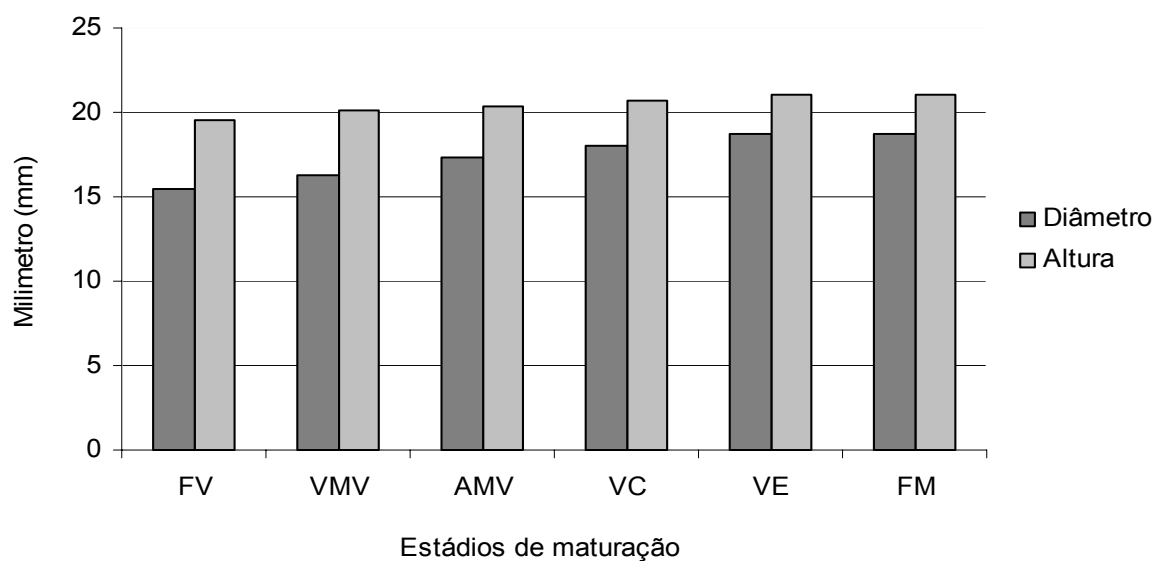


Figura 10 - Comparação do diâmetro e altura nos diferentes estádios de maturação de frutos de cereja (*E. involucrata* DC)
 FV = Fruto Verde; VMV = Verde com Manchas Vermelhas; AMV = Amarelo com Manchas Vermelhas; VC = Vermelho Claro; VE= Vermelho Escuro; FM = Fruto Maduro.

Gouveia et al. (2003) constaram aumentos significativos no diâmetro de goiaba em três estádios de maturação. Falcão et al. (2002) relataram que as frutas atingem peso e tamanho máximo antes do amadurecimento.

No presente estudo, a porcentagem de polpa do fruto de cereja aumentou de modo gradativo ao longo da maturação, passando de 66,35 % no fruto verde para 76,57 % no maduro, o que corresponde ao acréscimo de 10,22 % (Figura 11). Isso porque durante o crescimento ocorre, após a divisão celular, uma expansão contínua da parede celular, que permite o aumento do volume da célula e um acréscimo do fluxo de água e solutos provenientes da planta em direção ao vacúolo, que funciona como principal local de armazenamento desses compostos (AWAD, 1993).

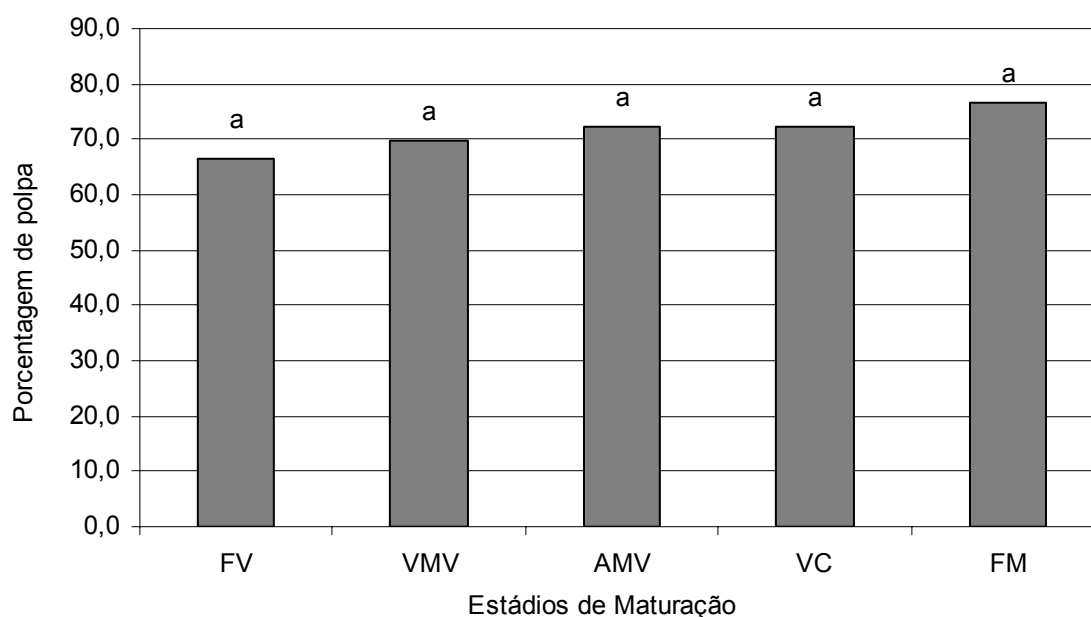


Figura 11 – Composição física dos frutos de cereja (*E. involucrata* DC).

FV = Fruto Verde; VMV = Verde com Manchas Vermelhas; AMV = Amarelo com Manchas Vermelhas; VC = Vermelho Claro; VE= Vermelho Escuro; FM = Fruto Maduro.

A massa relativa às sementes apresentou decréscimo de 10,00 % ao longo da maturação, de modo que representa 27,50 % do fruto verde e 17,75 % do fruto maduro, devido à perda de umidade.

A Tabela 03 mostra a variação de alguns parâmetros físico-químicos em diferentes estádios de maturação da cereja.

Tabela 03 - Características da cereja (*E. involucrata* DC) nos diferentes estádios de maturação

Fruto	Análises		
	pH	Sólidos Solúveis Totais (° Brix)	Acidez Total (*)
Fruto verde (FV)	2,75	3,24	40,70
Verde com manchas vermelhas (VMV)	2,68	3,26	41,63
Amarelo com manchas vermelhas (AMV)	2,66	3,50	40,48
Vermelho claro (VC)	2,72	4,00	37,60
Vermelho escuro (VE)	2,93	6,50	22,78
Fruto maduro (FM)	3,14	9,50	19,85

(*) mL de KOH 0,1 Mol.L⁻¹.100 g⁻² de amostra

No processo de maturação foi observado o aumento gradual nos valores de pH pela diminuição da acidez dos frutos (Tabela 03), assim pode-se afirmar que o pH está relacionado diretamente com o decréscimo da acidez do fruto, observação que concorda com os estudados por Nogueira et al. (2002) para acerola. À medida que a fruta amadurece, o amido é degradado originando os açúcares e simultaneamente ocorre a degradação dos ácidos orgânicos. O conteúdo crescente de açúcares promove aumento do teor de sólidos solúveis totais durante o processo, o que representou 65,90 % neste estudo (Figura 12). Comportamento similar foi encontrado por Argenta et al. (1995) determinando padrões de maturação e índices de colheita de maçãs (*Pyrus malus* L.).

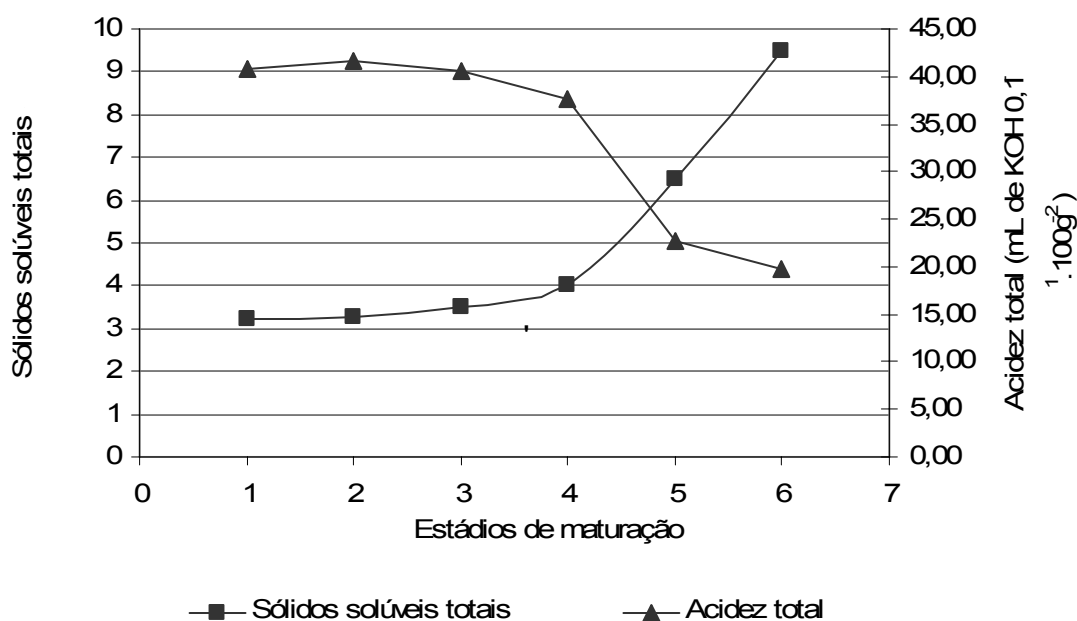


Figura 12 – Relação entre os diferentes estádios de maturação do fruto de cereja (*E. involucrata* DC)

Lima et al. (2002) constataram aumento dos sólidos solúveis totais e diminuição da acidez total em função dos estádios de maturação em frutos de umbu-
cajá.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO MADURO

A cereja é um fruto carnosos do tipo baga, piriforme ou oblongo, contendo em seu ápice um cálice persistente (Figura 13) e apresenta, em geral, duas ou três sementes.



Figura 13 – Frutos de cereja (*E. involucrata* DC)

Foi observado que os frutos não amadurecem ao mesmo tempo, sendo comum encontrar frutos em diferentes estádios de maturação no mesmo ramo. São frágeis, o que dificulta o seu transporte e manuseio.

Em Ponta Grossa, a coleta dos frutos foi realizada nos meses de setembro a outubro.

O fruto maduro mediu (média de 100 frutos) $18,85 \pm 1,92$ mm de diâmetro, $20,56 \pm 2,47$ mm de altura e apresentou massa de 6,75 g, sendo composto de 76,57 % de polpa; 17,75 % de sementes e 5,68 % correspondendo ao cálice (Figura 14).

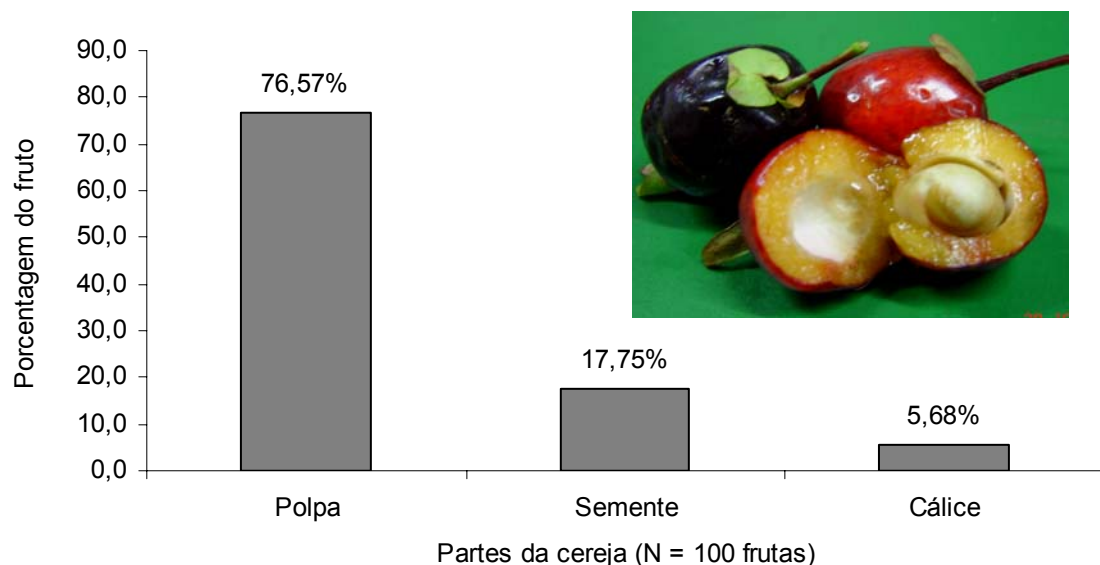


Figura 14 – Percentual das partes do fruto de cereja (*E. involucrata* DC)

A caracterização físico-química do fruto maduro (Tabela 04) indicou elevado teor de umidade ($90,71 \text{ g.100mL}^{-1}$), característica comum em frutos carnosos. Valores aproximados foram encontrados em polpas de camu-camu ($92,65 \text{ g.100mL}^{-1}$), acerola ($90,9 \text{ g.100mL}^{-1}$), cupuaçu ($89,7 \text{ g.100mL}^{-1}$) e umbu ($89,4 \text{ g.100mL}^{-1}$) (BUENO et al., 2002; SANTOS, 2006; MAEDA et al., 2007).

Tabela 04 – Caracterização físico-química do fruto maduro de cereja (*E. involucrata* DC)

Análises	Médias	$\pm \sigma$	C.V *
Umidade (g.100mL^{-1})	90,71	0,05	0,06
Cinzas (g.100mL^{-1})	0,31	0,02	8,13
Proteína (g.100mL^{-1})	0,61	0,03	4,64
Gordura (g.100mL^{-1})	0,11	0,02	14,29
pH	3,14	0,01	0,32
Acidez Total *	19,85	0,11	0,58
Sólidos Solúveis Totais (° Brix)	9,50	0,01	0,11
Açúcar Total (g.100mL^{-1})	16,92	0,15	0,90
Açúcar Redutor (g.100mL^{-1})	8,15	0,27	3,35
Glucose (g.100mL^{-1})	3,33	0,04	1,11
Compostos Fenólicos (mg.100g^{-1})	136,56	3,15	2,31
Atividade Antioxidante ($\mu\text{M.g}^{-1}$)	12141,48	113,59	0,94
Vitamina C (mg.100g^{-1})	54,64	7,73	14,14

(*) mL de KOH $0,1 \text{ Mol.L}^{-1} \cdot 100 \text{ g}^{-2}$ de amostra; (*) coeficiente de variação (g.100mL^{-1})

O teor de sólidos solúveis totais (9,50 °Brix) e a acidez (19,85 mL de KOH 0,1 Mol.L⁻¹.100 g⁻²) da polpa da cereja estão relacionados com o sabor característico, doce e ácido deste fruto. Como a maioria dos frutos, apresenta baixos teores de lipídeos, proteínas e cinzas (0,10; 0,61 e 0,31 g.100mL⁻¹ respectivamente) (PARENTE; BORGIO; MACHADO, 1985). O pH da polpa cereja (3,14) foi similar ao descrito por Lopes, Mattietto, Menezes (2005) em pitanga (3,27), fruto da mesma família. A cereja apresenta teor médio de vitamina C 54,64 mg.100g⁻¹, sendo superiores aos de alguns frutos consumidos popularmente como banana (13,00 mg.100g⁻¹), mamão (21,26 mg.100g⁻¹), maracujá (15,60 mg.100g⁻¹) e abacaxi (27,20 mg.100g⁻¹) (FRANCO, 1999).

O fruto apresentou 136,56 mg.100g⁻¹ de compostos fenólicos, superior ao encontrado em polpa de amora (118,90 mg.100g⁻¹); polpa de goiaba (83,00 mg.100g⁻¹) e polpa de cupuaçu (20,50 mg.100g⁻¹) (KUKOSKI et al., 2006). Em contrapartida apresentou valor inferior a polpa de camu-camu (861,73 mg.100g⁻¹) (MAEDA et al., 2006) e da pitanga roxa (325,00 mg.100g⁻¹) (LIMA; MÉLO; LIMA, 2002).

A atividade antioxidante da cereja apresentou valor alto (12141,48 µM.g⁻¹), sendo maior que os teores encontrados na maçã cultivar Gala (10572,00 µM.g⁻¹) (ZARDO, 2007).

Quando comparado a outros frutos consumidos popularmente, a cereja apresentou teores de minerais consideráveis (Tabela 05).

Tabela 05 – Teores de minerais da polpa de cereja (*E. involucrata* DC)

Minerais (mg.100g ⁻¹)	Valores médios
Fósforo	15,20
Cálcio	8,90
Sódio	8,10
Ferro	0,30
Zinco	0,10
Potássio	230,00

O teor de fósforo ($15,20 \text{ mg.100g}^{-1}$) foi maior do que o valor encontrado em acerola *in natura* ($11,00 \text{ mg.100g}^{-1}$), goiaba ($25,00 \text{ mg.100g}^{-1}$), pitanga ($11,00 \text{ mg.100g}^{-1}$) e uva ($13,00 \text{ mg.100g}^{-1}$) (PIEADA NETO, 2008). Os valores de potássio e sódio ($230,00 \text{ mg.100g}^{-1}$; $8,10 \text{ mg.100g}^{-1}$), em comparação com os da acerola *in natura* ($146,00$ e $7,00 \text{ mg.100g}^{-1}$ respectivamente), foram maiores (FREITAS et al., 2006; PIEADA NETO, 2008).

Em relação ao ferro ($0,30 \text{ mg.100g}^{-1}$), a cereja apresentou valores similares ao da goiaba ($0,31 \text{ mg.100g}^{-1}$), e da banana (mg.100g^{-1}), e maiores em relação a pitanga, uva, maçã, laranja e acerola *in natura* ($0,20$; $0,26$; $0,18$; $0,10$; $0,20 \text{ mg.100 g}^{-1}$ respectivamente) (PIEADA NETO, 2008; FREITAS et al., 2006) (Tabela 06).

Tabela 06 – Comparação dos teores de minerais da cereja (*E. involucrata* DC)

Minerais	Cereja	Acerola	Goiaba	Pitanga	Uva	Maçã	Banana	Manga
			mg.100g^{-1}					
Fósforo	15,20	$11,00^1$	$25,00^1$	$11,00^1$	$13,00^1$			
Cálcio	8,90			$9,00^2$				
Sódio	8,10	$7,00^{1,3}$						
Ferro	0,30	$0,20^3$	$0,31^1$	$0,20^1$	$0,26^1$	$0,18^1$		
Zinco	0,10						$0,23^4$	$0,25^4$
Potássio	230,00	$146,00^{1,3}$						

1- PIEADA NETO, 2008; 2- VILAR et al., 2006; 3-FREITAS et al., 2006; 4- FRANCO, 1999

No teor de zinco, apresentou menores valores ($0,10 \text{ mg.100g}^{-1}$) do que os encontrados por Franco (1999) em banana ($0,23 \text{ mg.100g}^{-1}$) e manga ($0,25 \text{ mg.100g}^{-1}$). Em relação ao cálcio ($8,90 \text{ mg.100g}^{-1}$), os valores encontrados foram aproximados aos resultados de Vilar et al. (2006) em pitanga ($9,00 \text{ mg.100g}^{-1}$) e maiores ao encontrado por Nepa (2004) em maracujá ($5,00 \text{ mg.100g}^{-1}$) e melancia ($8,00 \text{ mg.100g}^{-1}$).

5.3 POLPA CONGELADA DE CEREJA (*E. involucrata* DC)

O processamento para a obtenção da polpa é uma atividade agroindustrial importante, na medida em que agrega valores econômicos à fruta, evitando desperdícios e minimizando as perdas que podem ocorrer durante a comercialização do produto *in natura* além de permitir estender sua vida útil com manutenção da qualidade (FURTADO et al., 2000).

Segundo Brunini; Durigan; Oliveira (2002), a polpa de fruta é o produto obtido da parte comestível dos frutos, após trituração e/ou despulpamento, podendo ser preservada por processos físicos como pasteurização e congelamento.

A legislação atual define polpa de fruta como sendo um produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido de frutos polposos, através de processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais provenientes da parte comestível do fruto. Tal produto deve ser obtido de frutas frescas, sãs e maduras desprovidas de terra, sujidades, parasitas, fragmentos de insetos e pedaços das partes não comestíveis da fruta. (BRASIL, 2000).

A polpa de cereja foi obtida por trituração de frutos após a remoção manual das sementes. Não foi possível utilizar a despulpadeira (MOTOVARIO - TK/002), pois o processo levou à fragmentação e/ou trituração das sementes. Imediatamente após a obtenção, a polpa foi fracionada (50,00 g), embalada, congelada (-18°C) e monitorada mensalmente durante doze meses.

5.3.1 Estabilidade físico-química da polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC)

A polpa de fruta substitui a fruta *in natura* no preparo de sucos, néctares, doces, geléias, sorvetes, *baby foods* e apresenta a vantagem de estar disponível no mercado em período de entressafra da fruta (EVANGELISTA; VIEITES, 2006).

Avaliar a estabilidade dos parâmetros físico-químicos possibilita definir o tempo de estocagem máximo (vida-de-prateleira) em que a polpa conserva suas características nutricionais e sensoriais. A polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC) foi monitorada ao longo de doze meses para a verificação da estabilidade de seus constituintes.

Os valores de pH da polpa variaram de 3,14 a 3,12 (Figura 15), não havendo variação significativa ao nível de 5 %.

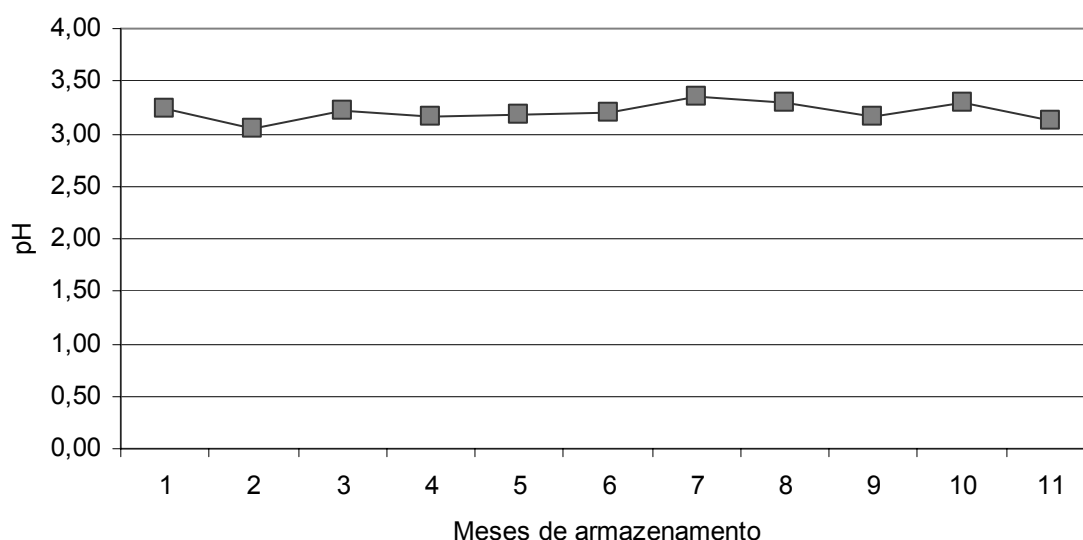


Figura 15 – Variação do pH em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC)

Foi observado resultado semelhante em polpa de carambola congelada (YUSOF; CHIONG, 1997) e polpa de goiaba (*Paluma*), congelada durante seis meses (BRUNINI; OLIVEIRA; VARANDA, 2003). Guimarães et al. (1983), observaram uma diminuição de 2,3 para 1,9 do pH da polpa de pitanga, preservada a -18 °C após 150 dias de armazenamento.

O perfil de acidez total em relação ao armazenamento pode ser observado na Figura 16.

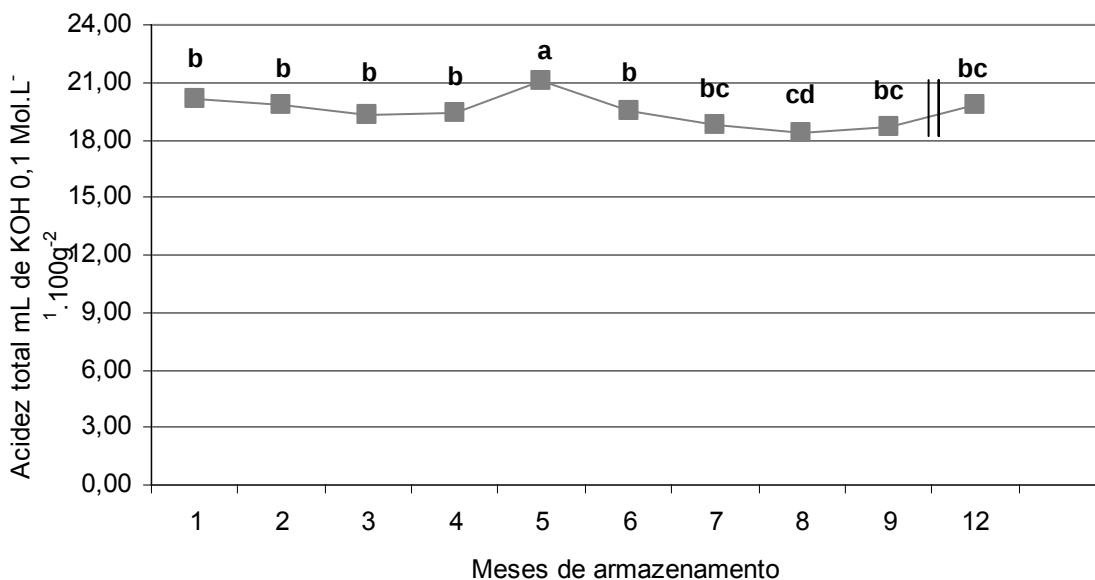


Figura 16 – Variação da acidez total em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC)

O gráfico mostra a estabilidade da acidez total durante o armazenamento da polpa de cereja, não havendo variações estatisticamente significativas.

Resultados próximos aos encontrados por Brunini; Durigan; Oliveira (2002), em polpa de manga congelada durante seis meses.

Melo; Lima; Nascimento (2000) investigaram a influência da temperatura no armazenamento de frutos de pitanga e observaram um decréscimo significativo nos valores de acidez titulável a partir do 10º dia de estocagem sob temperatura de -18 °C.

Os teores de sólidos solúveis totais da polpa de cereja (Figura 17) variaram de 9,00 a 8,10 °Brix.

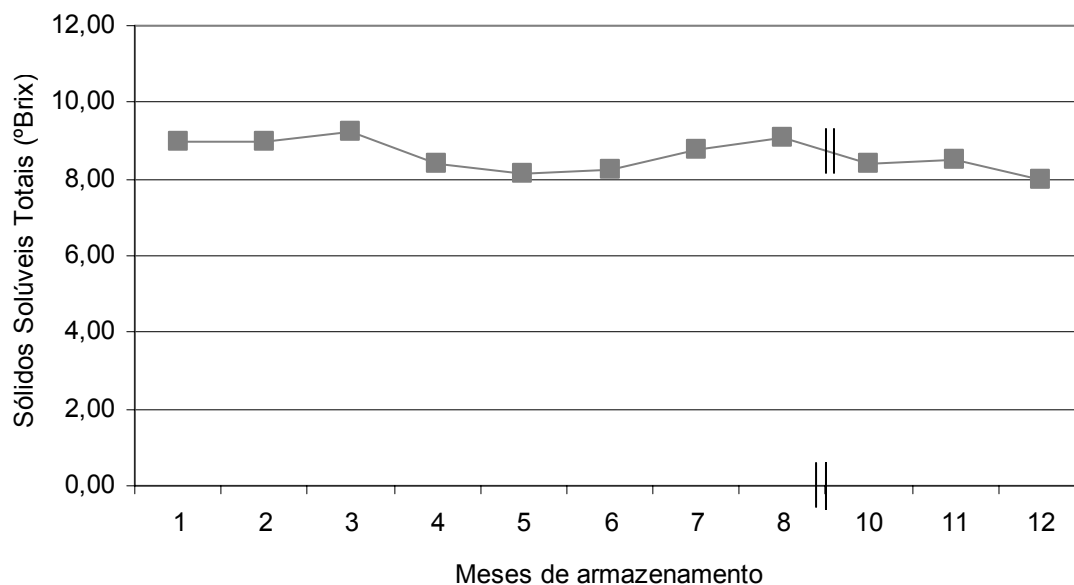


Figura 17 – Variação do teor de sólidos solúveis totais em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC)

Em polpa de goiaba congelada, fruto da mesma família, os valores de sólidos solúveis totais encontrados por Paro (1996) apresentaram uma variação de 9,0 a 7,2 °Brix. A legislação estabelece valores na faixa de 6,5 a 14 °Brix para polpas de frutos (SANTOS et al., 2004).

Segundo Fennema (2002), frutos que apresentam elevado teor de polpa possuem como características principais altos índices de açúcares e acidez.

O teor de açúcar redutor (Figura 18) apresentou um decréscimo significativo ao longo do armazenamento de 38,85 %, que pode ser confirmado pela análise estatística.

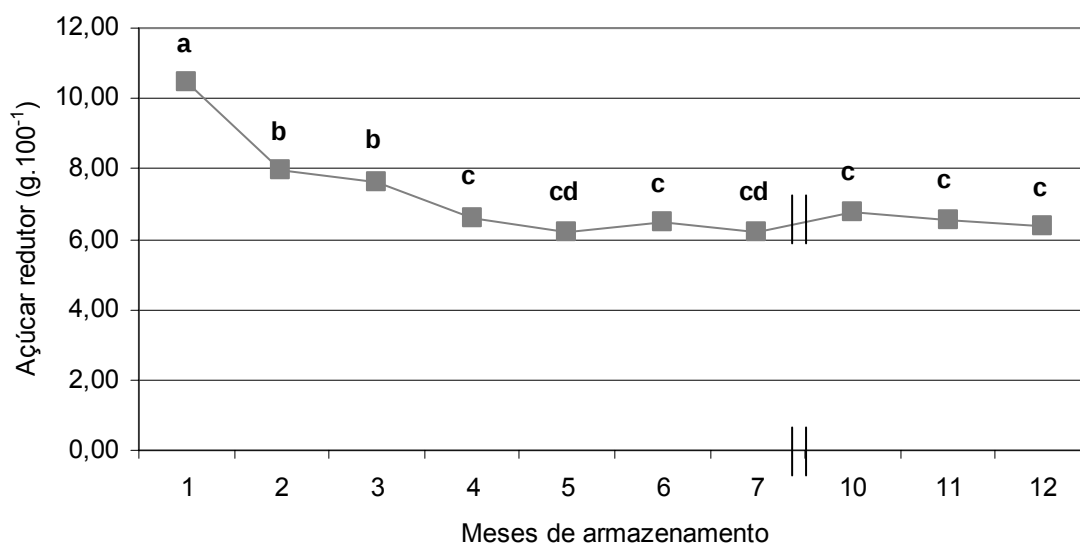


Figura 18 – Variação dos teores de açúcar redutor em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC).

O teor de glucose (Figura 19) apresentou decréscimo a partir do segundo mês, alcançando 16,09 % ao longo do período de armazenamento, com variações significativas (ao nível de 5 %), o que pode ser observado pela análise estatística.

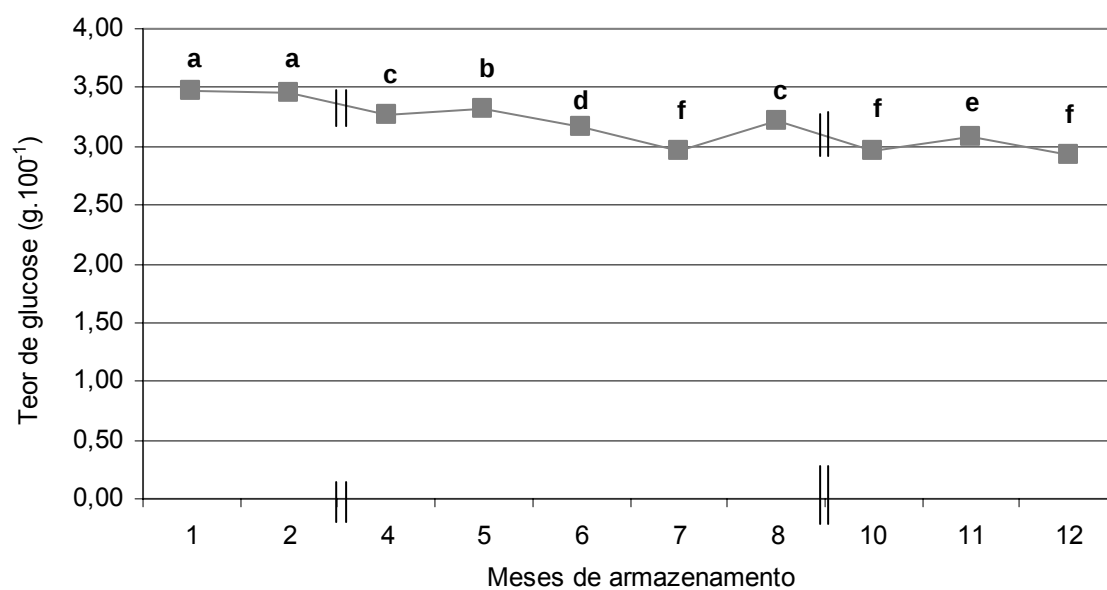


Figura 19 – Variação dos teores de glucose em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC).

Este efeito foi verificado em polpa de maracujá amarelo por Ciabotti; Braga; Mata (2000), que atribuem essa variação a um problema de homogeneização das amostras após o descongelamento.

O teor de compostos fenólicos da polpa de cereja (Figura 20) variou durante o período de armazenamento de 1562,39 mg.100g⁻¹ (média inicial) a 892,63 mg.100g⁻¹ (média final).

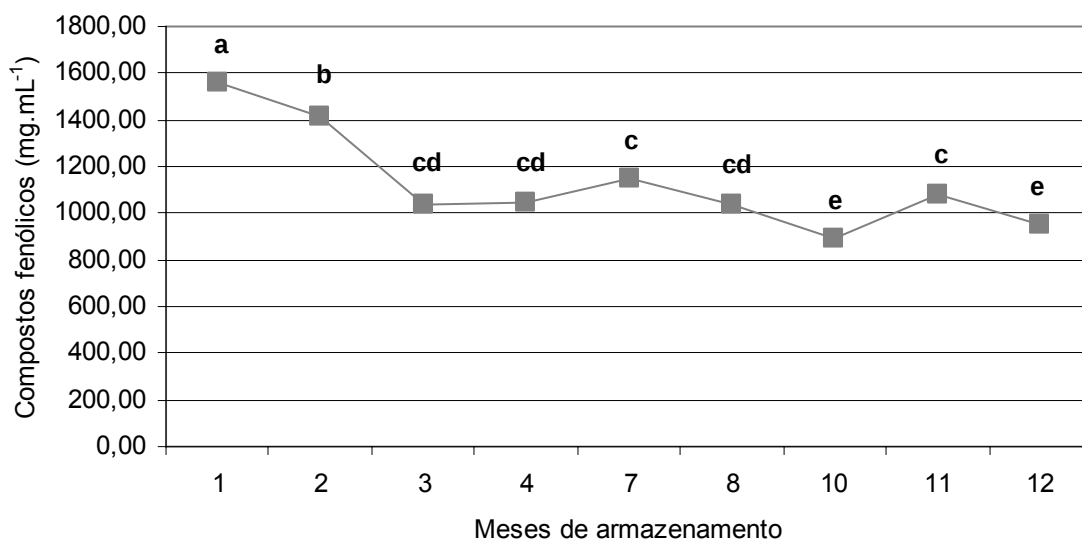


Figura 20 – Variação dos teores de compostos fenólicos em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC)

Um decréscimo significativo dos teores de compostos fenólicos foi observado nos três primeiros meses de armazenamento. Os valores iniciais foram superiores ao encontrado por Maeda et al. (2006) em polpa de camu-camu (861,73 mg.100g⁻¹), porém semelhantes aos encontrados após 9 meses de armazenamento. Lima; Mélo; Lima (2002), detectaram na pitanga roxa um teor de fenólicos totais de 325,00 mg.100g⁻¹.

A polpa de cereja apresentou uma variação elevada na atividade antioxidante, reduzindo-se de 13898,99 até 7526,81 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ (Figura 21). A atividade antioxidante apresentou um decréscimo significativo no primeiro mês de armazenamento (57,14%), mantendo-se constante até o final do experimento (12 meses).

Segundo, Kuskoski et al. (2005), as polpas de frutas tropicais congeladas possuem elevados valores de capacidade antioxidante, destacando-se neste sentido os frutos de acerola e manga.

Falcão et al. (2007) detectaram atividade antioxidante de 4,2 $\mu\text{M.g}^{-1}$ em amostras de uva Isabel. Kuskoski et al. (2006) detectaram valores baixos de atividade antioxidante em amora (4,3 $\mu\text{M.g}^{-1}$), goiaba (5,9 $\mu\text{M.g}^{-1}$), acerola (53,2 $\mu\text{M.g}^{-1}$), açaí (6,9 $\mu\text{M.g}^{-1}$), utilizando à mesma metodologia, porém com tempo de análise diferente, o que não permite a comparação de resultados.

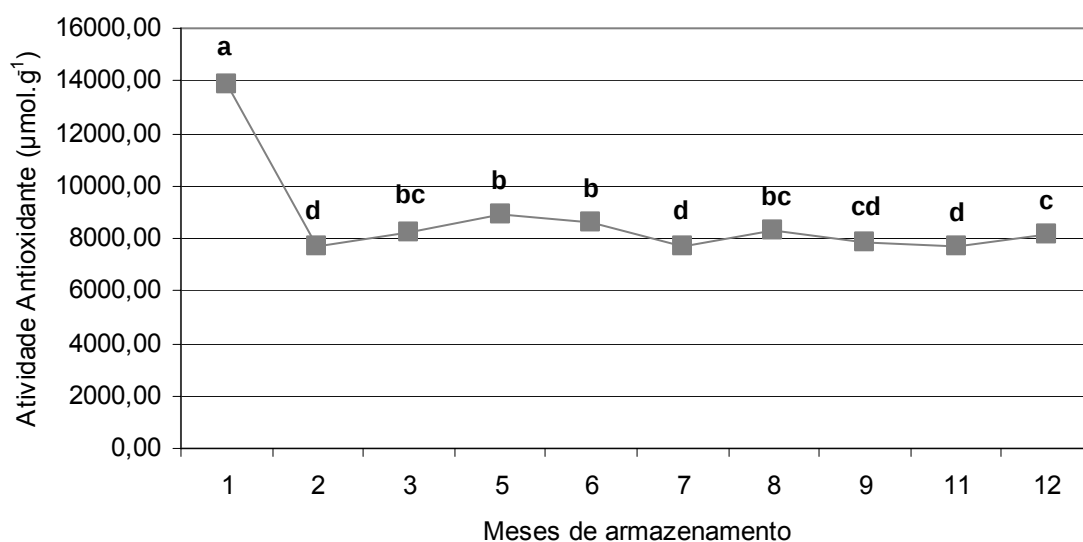


Figura 21 – Variação da atividade antioxidante em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC).

A polpa congelada de cereja apresentou variação nos teores de flavonol (Figura 22) de 377,99 a 289,76 mg.100g⁻¹. Estes valores foram semelhantes aos encontrados em maçã do cultivar Royal Gala (382,83 mg.100g⁻¹), considerando-se o fruto inteiro (ZARDO, 2007).

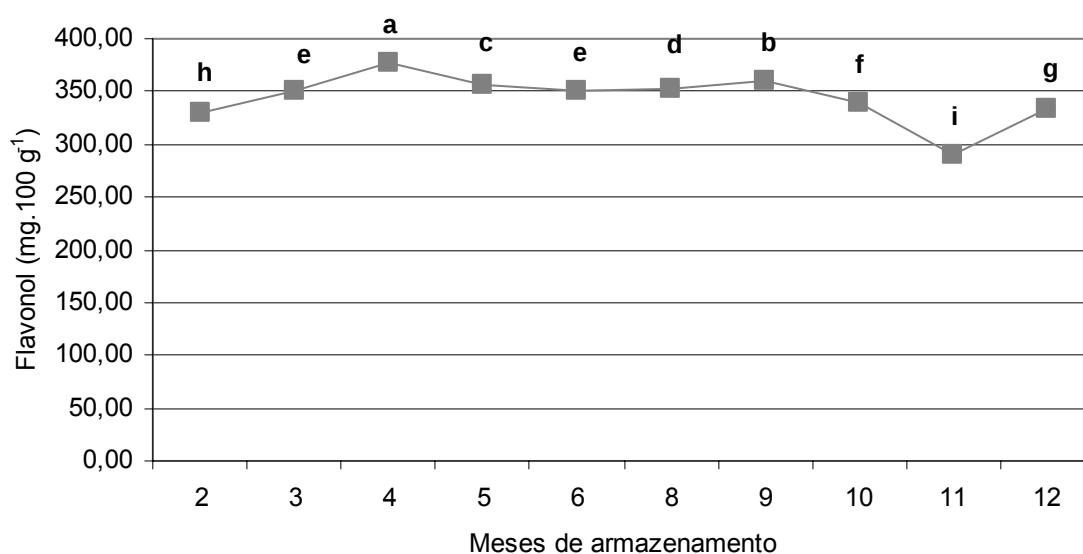


Figura 22 – Variação do teor de flavonol em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC).

A vitamina C apresenta importância para a nutrição humana, sendo encontrada em frutas e vegetais (LEE; KADER, 2000). A polpa de cereja congelada apresentou decréscimo significativo do teor de vitamina C ao longo do armazenamento (73,06 %), o que pode ser confirmado pela análise estatística (Figura 23).

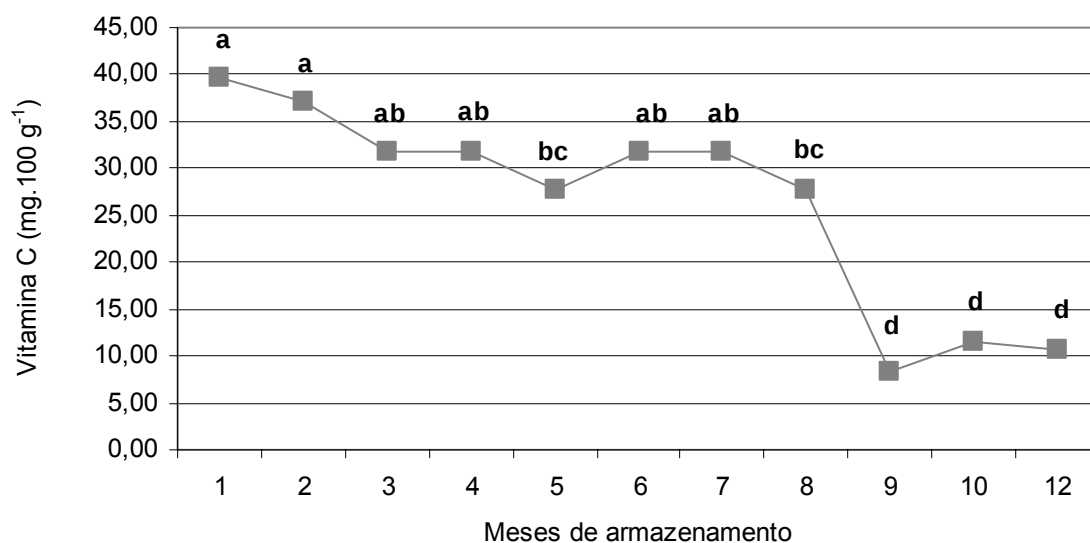


Figura 23 – Variação dos teores de vitamina C em relação ao tempo de armazenamento da polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC).

Brunini; Oliveira; Varanda (2003) observaram perda de vitamina C durante o armazenamento de polpa de goiaba “Paluma”. Esta redução foi verificada por Santos (2006) em polpa de araçá vermelho (*Psidium cattleianum* S.).

Lima et al. (2002) relataram decréscimo de vitamina C (31,00 %) em polpa de umbu-cajá armazenado durante seis meses. Justi et al. (2000) observaram um decréscimo de 26,00 % no conteúdo de vitamina C em polpa de camu-camu após 335 dias de armazenamento.

A degradação e alterações de certos constituintes da polpa de cereja ao longo do período de monitoramento ocorreram porque durante o congelamento de polpa de frutos, as reações metabólicas são reduzidas, porém não totalmente inibidas (CHEFTEL; CHEFTEL; BESAÇON, 1983).

Nas análises realizadas no presente trabalho verificou-se oscilações do teor de componentes dosados, ao longo do período de armazenamento, o que pode ser justificado pelo processamento utilizado no preparo da polpa de cereja, onde utilizou *mixer* doméstico, o que não permite perfeita homogeneização da amostra. Outro fator que pode ter contribuído para essa oscilação foi a forma de escolha da amostra, em que os frutos foram selecionados visualmente, pela coloração do epicarpo (vermelho-escuro). Em experimento prévio observou-se grande variação do teor de sólidos solúveis totais em análise realizada com 100 frutos de coloração visualmente igual (valores entre 9,5 a 5,5 °Brix).

Em relação ao aspecto visual, a polpa de cereja apresentou cor, brilho e textura característicos ao descongelar até o 9º mês de armazenamento. A partir disso, a polpa ao descongelar apresentou maior perda líquida, cor opaca, sem o brilho característico, mantendo este aspecto até o final da observação (12º mês de armazenamento).

Em polpas de frutas comercializadas o prazo de validade estipulado pelos fabricantes fica entre um a dois anos, dependendo do tipo de fruta. Porém no caso da polpa de cereja, o prazo de validade recomendado seria de sete meses, segundo os resultados observados neste trabalho.

5.3.2 Comportamento reológico da polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC)

As medidas reológicas são consideradas ferramentas analíticas que fornecem informações sobre a organização estrutural dos alimentos. Vários fatores afetam o comportamento reológico das polpas de frutas, como temperatura, sólidos solúveis e o tamanho das partículas (HOLDSWORTH, 1971; VITALI; RAO, 1984; HERNANDEZ et al., 1995; AHMED; SHIVHARE; RAGHAVAN, 2000).

O comportamento reológico das polpas de frutas está relacionado com a concentração do produto e suas características físicas, bem como com o teor de pectinas, que é influenciado pelo grau de maturação do fruto (QUEIROZ; BEZERRA; GASPARETTO, 2000).

Neste estudo a polpa de cereja congelada durante dois meses, foi analisada reologicamente conforme mostra a Figura 24.

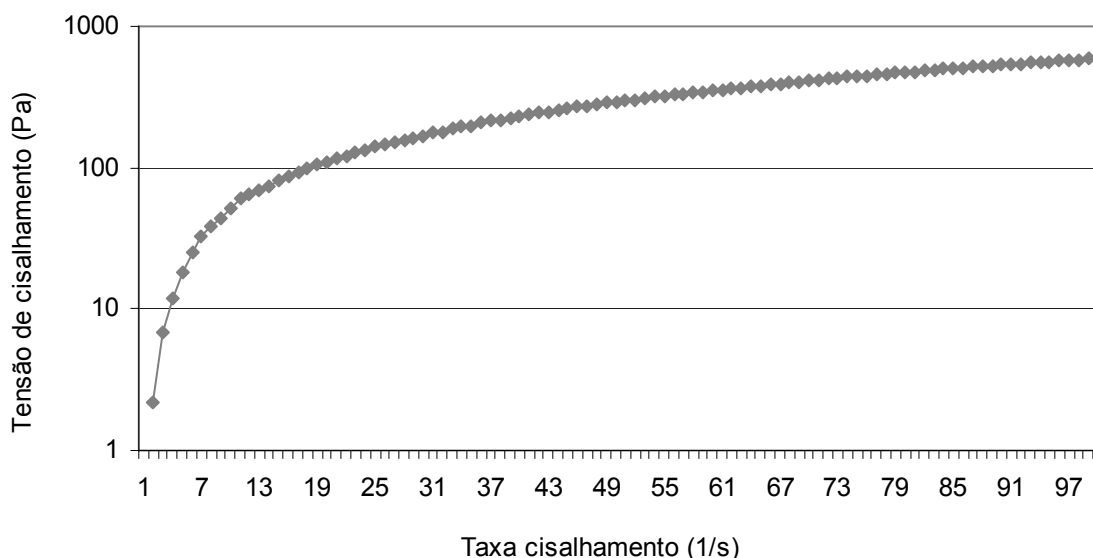


Figura 24 – Efeito da taxa de cisalhamento sobre a tensão de cisalhamento para polpa congelada de cereja (*E. involucrata* DC).

A polpa de cereja exibiu comportamento pseudoplástico, similar ao apresentado pela polpa integral de amora-preta (HAMINIUK et al., 2006).

O comportamento pseudoplástico foi observado também para polpa de manga integral e polpa de araçá vermelho (PELEGRINE; SILVA; GASPARETTO, 2002; AHMED; RAMASWAMY; HIREMATH, 2005; SANTOS, 2006). A literatura científica tem demonstrado que o comportamento pseudoplástico apresentado por polpas de frutas é resultado de complexas interações entre os açúcares solúveis, substâncias pécicas e sólidos suspensos (AHMED; RAMASWAMY; HIREMATH, 2005).

As propriedades reológicas são consideradas indicador da qualidade do produto (MARCOTTE; HOSHAHILI; RAMASWAMY, 2001).

5.4 SUCO DE CEREJA (*E. involucrata* DC)

Foram elaborados três tipos de sucos de cereja: S-1, S-2 e S-3.

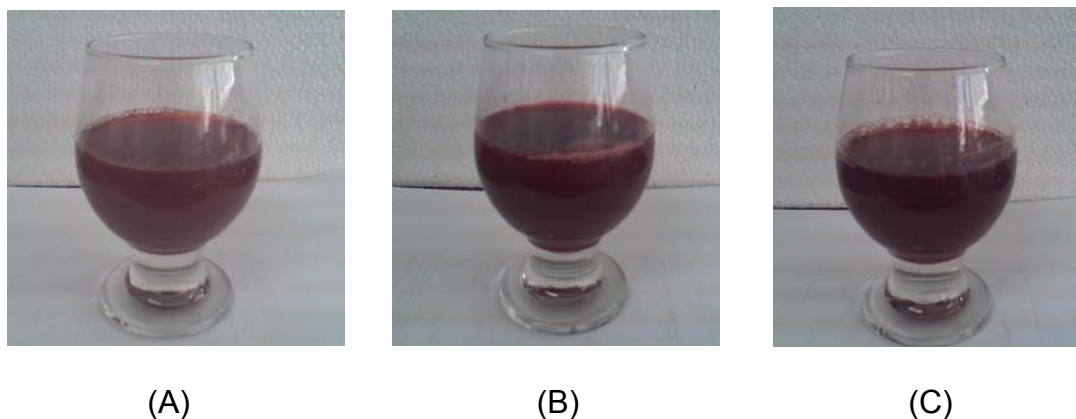


Figura 25 – Sucos de cereja (*E. involucrata* DC)
(A) = S-1; (B) = S-2; (C) = S-3

O suco S-1 (integral) foi preparado a partir da centrifugação da polpa homogeneizada, o suco S-2 e S-3 foi obtido por tratamento enzimático da polpa homogeneizada com as enzimas Pectinex e Ultrazin, respectivamente.

Em relação à quantidade de polpa utilizada, o suco S-1 apresentou rendimento de 38,2 %, o suco S-2 de 49,68 % e o suco S-3 de 46,27 %.

A maceração da polpa de maçã com enzimas pectinolíticas é utilizada na indústria de suco para melhorar o seu rendimento (WILL et al., 2002; DIETRICH, 2003).

Os resultados obtidos para a caracterização físico-química dos sucos de cereja estão apresentados na Tabela 07.

Tabela 07 - Composição físico-química dos sucos extraídos da polpa de cereja (*E. involucrata* DC)

Análises	S-1	S-2	S-3
pH	3,03	3,03	3,62
Sólidos Solúveis Totais (° Brix)	8,50	9,00	10,25
Acidez *	23,11	23,78	17,71
Açúcar Total (g.100mL ⁻¹)	5,72	5,74	6,99
Glucose (g.100mL ⁻¹)	3,15	3,15	3,42
Compostos Fenólicos (mg.100g ⁻¹)	1482,00	1739,00	1980,67
Atividade Antioxidante (µM.g ⁻¹)	8370,67	10042,67	18120,33

(*) mL de KOH 0,1 Mol.L⁻¹.100g⁻² de amostra.

Através da caracterização físico-química do suco de cereja foi observado que os tratados enzimaticamente, apresentaram valores mais elevados da maioria de seus constituintes quando comparado ao suco S-1, especialmente em relação aos compostos fenólicos.

Granada; Vendruscolo; Treptow (2001), comparando parâmetros físico-químicos de amostras de suco de amora-preta, obtidos com e sem tratamento enzimático, observaram, um aumento estatisticamente significativo de sólidos solúveis, açúcar redutor e antocianinas, para os sucos tratados com enzima, o que indica que esta aumenta a extração destes compostos. Janda; Dorreich (1987) relatam que no tratamento com enzima ocorre um aumento no processo de liquefação da fruta, proporcionando um acréscimo na liberação de alguns compostos internos da célula, como sólidos solúveis.

Bagger-Jorgensen; Mayer (2004) relatam que a utilização de enzimas pectinolíticas para a fabricação de sucos libera o material retido na estrutura celular, através da degradação da parede celular, o que contribui para elevar a qualidade sensorial e concentrar os componentes, além de elevar o rendimento do produto final.

Neste trabalho o suco de cereja não apresentou escurecimento enzimático, precipitação ou decantação, nem formação de filme.

5.4.1 Parâmetros microbiológicos para o suco de cereja (*E. involucrata* DC)

Em relação aos padrões microbiológicos, a legislação estabelece, para suco de frutas, ausência de Coliformes totais a 35 °C em 50 mL e ausência de *Salmonella sp.* em 25 mL do produto (BRASIL, 2008).

As análises microbiológicas demonstraram que o tratamento térmico (pasteurização), foi eficiente para garantir a qualidade microbiológica dos sucos processados, indicando que os sucos pasteurizados, estavam de acordo com os padrões legais para Coliformes e *Salmonella sp.* O suco de cereja não pasteurizado (S-1), embora tenha sido preparado de acordo com os padrões de higiene, apresentou valor acima do permitido para Coliformes.

5.5 LICOR DE CEREJA (*E. involucrata* DC)

De acordo com a legislação brasileira de bebidas (BRASIL, 1997), licor é uma bebida com graduação alcoólica de 15 a 54 °GL, a 20 °C, e um percentual de açúcar superior a 30 g.L⁻¹, elaborado com álcool etílico potável de origem agrícola ou destilado alcoólico simples de origem agrícola ou bebidas alcoólicas, adicionado de

extrato ou substância de origem animal ou vegetal, substâncias aromatizantes, saborizantes, corantes e outros aditivos permitidos em ato administrativo complementar. Pode ser denominado seco, fino, doce, creme ou cristalizado em função do teor de açúcar presente em sua formulação.

Neste trabalho, foi elaborado licor de cereja de duas maneiras: L-1: pela adição do álcool de maçã ao suco S-2 e por maceração da fruta em álcool de maçã (L-2) durante oito dias.

O álcool de maçã foi utilizado por apresentar aroma frutado, auxiliando no sabor do produto final. O uso do açúcar refinado é recomendado para a fabricação do licor, pois o açúcar cristal pode escurecer o produto.

Após o preparo foi analisado o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) dos licores, que foi superior na formulação do licor L-2 (31,50 °Brix), sendo classificado como licor creme ($<350 \text{ g.L}^{-1}$ de açúcar). O licor L-1 (24,00 °Brix) foi classificado como licor fino ou doce ($>100 \text{ g.L}^{-1}$ de açúcar).

Ambas as amostras preservaram a cor intensa do fruto e apresentaram aroma frutado.

5.5.1 Análise sensorial do licor de cereja (*E. involucrata* DC)

Os dois licores (L-1 e L-2) foram submetidos à análise sensorial quanto à preferência, utilizando a escala hedônica estruturada de 9 pontos. Provadores não treinados (64 pessoas, sendo 26 homens e 38 mulheres) foram convidados a participar da avaliação sensorial dos licores, sendo solicitado que provassem os dois produtos e atribuíssem nota de 1 a 9, segundo a escala proposta na ficha sensorial (ANEXO B).

A Figura 26 apresenta a frequência de notas dos consumidores em função da escala utilizada, evidenciando que houve maior concentração de respostas para as notas 7 e 8, o que representa os níveis hedônicos “gostei regularmente e gostei muito” respectivamente. A média obtida indica boa aceitabilidade do produto.

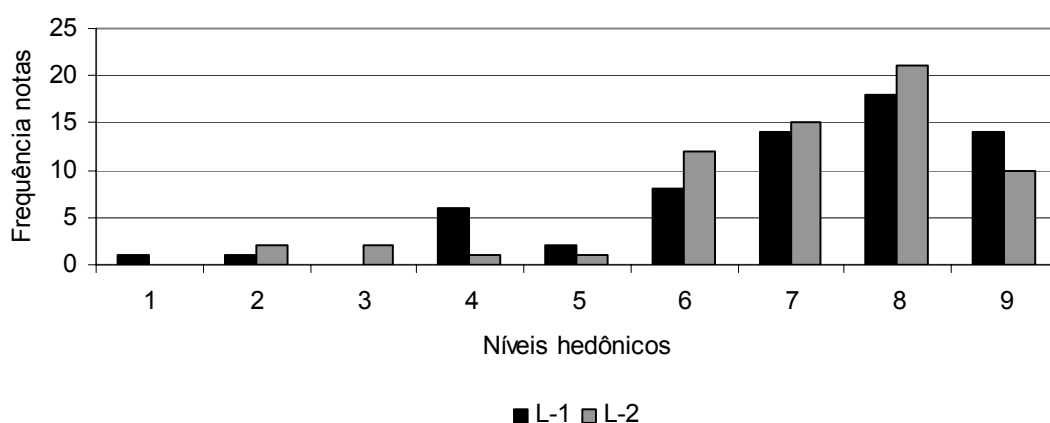


Figura 26 – Frequência de notas atribuídas pelos provadores às amostras de licor L-1 e L-2

As notas médias para as amostras, atribuídas pelos 64 provadores, ficaram entre 7,08 (L-1) e 7,09 (L-2). Através do teste *t de Student*, pode-se verificar que as amostras não apresentaram diferença de preferência ($t_{cal} < t_{tab}$).

Em relação aos provadores homens pôde-se observar uma tendência de preferência para a amostra L-1 e entre as provadoras mulheres houve uma tendência de preferência para a amostra L-2, observado nas Figuras 27 e 28.

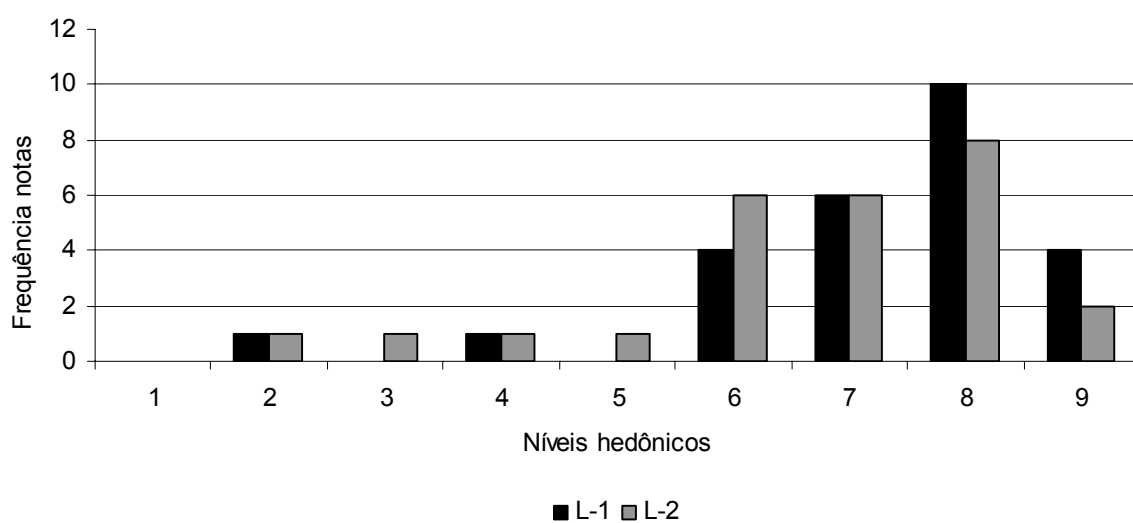


Figura 27 – Resultado da avaliação sensorial dos licores L-1 e L-2
(*) provadores homens (N=26)

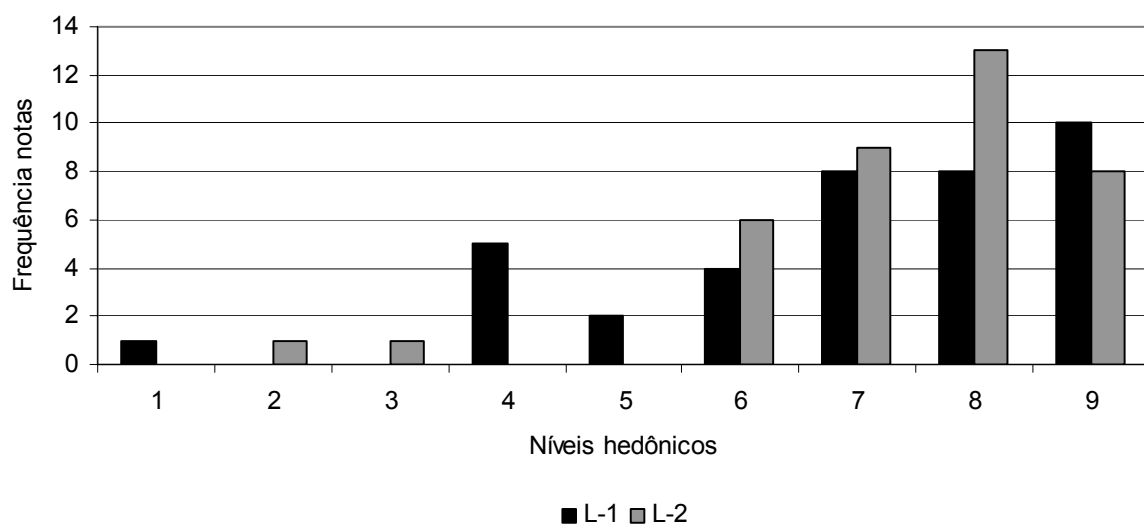


Figura 28 – Resultado da avaliação sensorial dos licores L-1 e L-2
(*) provadores mulheres (N=38)

Em relação aos homens, houve uma tendência de preferência ao licor L-1 (61,54 %), classificado como licor fino ou doce, tendo como nota média 7,2. Entre as mulheres, houve uma tendência de preferência ao licor L-2 (60,53 %), classificado como licor creme, obtendo como média nota 7,4. A análise sensorial realizada

mostrou uma tendência à preferência entre as mulheres por bebida mais doce (L-2) enquanto que entre os homens foi pela bebida menos doce (L-1).

Pode-se concluir que para os dois licores elaborados não foi observada diferença significativa ao nível de 5 % quanto à preferência.

5.6 PECTINAS EXTRAÍDAS DA POLPA DE CEREJA (*E. involucrata* DC)

5.6.1 Obtenção e caracterização das pectinas

A polpa de cereja (143 g) foi tratada com etanol sob refluxo para a inativação das enzimas endógenas. Em seguida o material inativado foi filtrado, obtendo-se o extrato (E-I) e o resíduo insolúvel em álcool (R-I), que foi submetido a outras três extrações seqüenciais: com água, que originou a fração PA; com ácido cítrico a 5 %, sendo originadas as frações PAC I; PAC II; PAC III e o resíduo FR.

A fração extraída com água corresponde às pectinas mais solúveis, provavelmente é originária da lamela média. Os rendimentos obtidos são mostrados na Tabela 08.

Tabela 08 – Rendimento das frações de pectinas obtidas da polpa de cereja (*E. involucrata* DC)

Frações de Pectinas	Rendimento (%)
PA	4,90
PAC I	9,64
PAC II	8,92
PAC III	3,86

As frações extraídas com ácido cítrico 5 % sob refluxo, apresentaram melhor rendimento, indicando que a maior parte das pectinas da cereja encontra-se na parede celular primária. Essas pectinas são mais ramificadas e apresentam longas cadeias laterais, estando mais inseridas na parede celular, necessitando de um

extrator mais severo para que ocorra a sua liberação. Este rendimento foi superior ao encontrado para pectina solúvel casca do maracujá amarelo (2,90 %), extraída em água (YAPO; KOFFI, 2006).

As pectinas obtidas foram submetidas à hidrólise ácida e os monossacarídeos resultantes foram analisados qualitativamente por cromatografia em papel. Observou-se em todas as frações analisadas, presença de ácidos urônicos, arabinose e galactose. Para a análise quantitativa dos monossacarídeos neutros, parte do material hidrolisado foi reduzido e acetilado. Após extração, os acetatos de alditóis foram analisados por GLC, conforme a Tabela 09.

Tabela 09 – Composição monossacarídica das frações de pectina obtidas da polpa de cereja (*E. involucrata* DC)

Fração	*Ac.Urônicos mg.100g ⁻¹	Rha	Fuc	Ara	Xyl	Man	Gal	Glc
PA	31,36	1,54	nd	30,75	6,60	1,52	9,42	18,81
PACI	47,12	2,14	nd	18,37	2,66	1,63	9,90	18,18
PACII	38,05	0,77	nd	14,75	3,56	2,13	18,18	22,56
PACIII	40,96	1,82	nd	11,55	3,82	2,63	19,60	19,62
FR	6,27	nd	1,80	12,48	27,19	6,78	23,43	22,05

(*) Determinados pelo método de Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973).

Rha = ramnose; Fuc = fucose; Ara = arabinose; Xyl = xilose; Man = manose;

Gal = galactose; Glc = glucose; nd = não detectado; FR = fração do resíduo

A análise da composição monossacarídica mostrou que todas as frações extraídas da polpa de cereja são constituídas pelos mesmos monossacarídeos, em diferentes proporções.

Frações pécticas são geralmente caracterizadas pelo predomínio de ácido galacturônico (constituente da cadeia principal) e dos monossacarídeos neutros ramnose, arabinose e galactose, responsáveis pelas ramificações (REDGWELL; SELVENDRAN, 1986; VORAGEN, 1995).

As frações extraídas com água ou com ácido cítrico apresentaram elevado teor de ácidos urônicos, caracterizando pectinas. A fração extraída com água (PA)

apresentou menor teor de ácidos urônicos quando comparada às extraídas com ácido cítrico.

Todas as extrações mostraram presença de ramnose, monossacarídeo componente da cadeia principal da pectina e ponto de ramificação para cadeias laterais, especialmente de galactose e arabinose (BRANDÃO; ANDRADE, 1999).

O teor de arabinose decresceu de acordo com as sucessivas extrações, sugerindo que este monossacarídeo encontra-se na forma furanosídica. Por outro lado, os teores de galactose e glucose foram mais elevados nas frações PAC II e PAC III, extraídas com ácido cítrico.

Renard; Crépeau; Thibault (1995) detectaram em substâncias pécticas de beterraba e cítrus a predominância de galactose e arabinose. Cárdenas; Goyoolea; Rinaudo (2008) detectaram predomínio de galactose e arabinose em “nopal” (*Opuntia ficus indica*) e presença de ramnose e xylose em menor quantidade.

Iagher; Reicher; Ganter (2002) detectaram em amostra de polpa de manga bruta e purificada predomínio dos açúcares glucose, arabinose e galactose. Marcon (2004) detectou elevados conteúdos de arabinose e galactose em todas as frações pécticas de farinha de bagaço de maçã, além de elevados teores de ácidos urônicos e presença de ramnose.

5.6.2 Análises espectroscópicas de infravermelho (FT-IR)

A espectroscopia de infravermelho (FT-IR) permite identificar, a partir de uma pequena fração de amostra, os principais grupos funcionais presentes nas moléculas (VIGNON; JALDON-GARCIA, 1996). É uma análise não degradativa e auxilia a elucidar características poliméricas estruturais. Neste trabalho, o perfil das amostras pécticas mostra *fingerprint* característico que pode ser utilizado como controle de

qualidade. Foram observados sinais nas regiões entre 3000 a 3600 cm^{-1} correspondendo aos grupos O-H, 2800 a 3000 cm^{-1} indicando a presença de C-H e sinais próximos a 1640-1750 cm^{-1} onde estão localizadas as bandas dos grupos carboxílicos correspondendo aos grupos não esterificados e esterificados respectivamente (KAMNEV et al., 1998). As frações pécticas PA; PAC I; PAC II e PAC III foram analisadas por espectroscopia de FT-IR, conforme as Figuras 29 a 32.

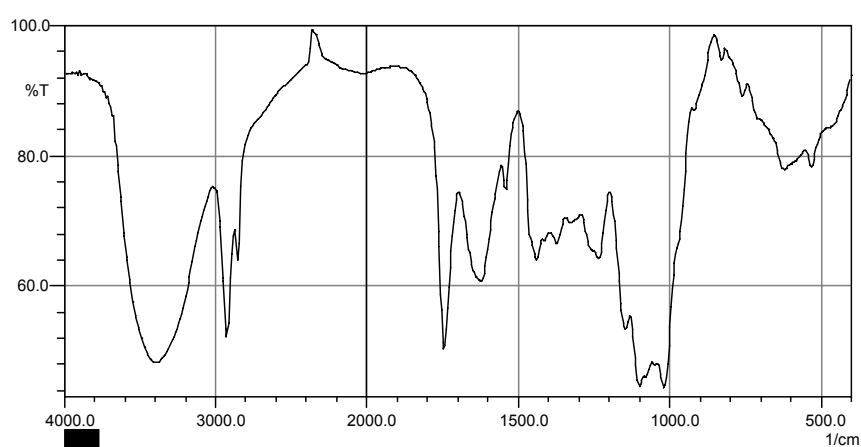


Figura 29 – Espectro de infravermelho (FT-IR) de amostra de pectina (PA)

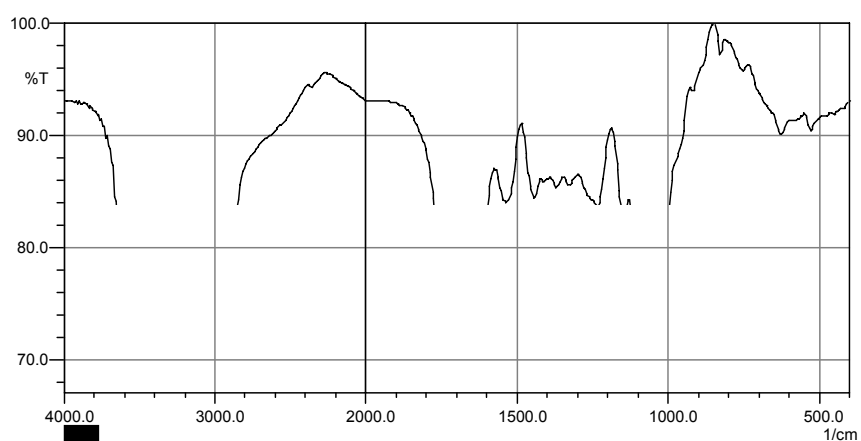


Figura 30 – Espectro de infravermelho (FT-IR) de amostra de pectina (PAC I)

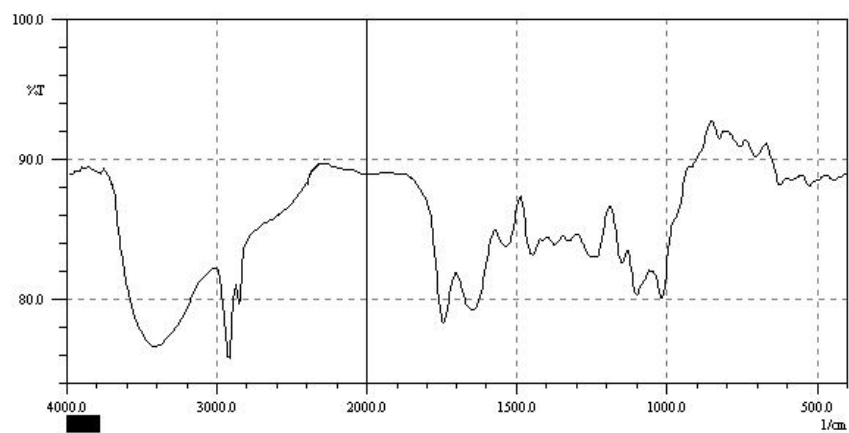


Figura 31 – Espectro de infravermelho (FT-IR) de amostra de pectina (PAC II)

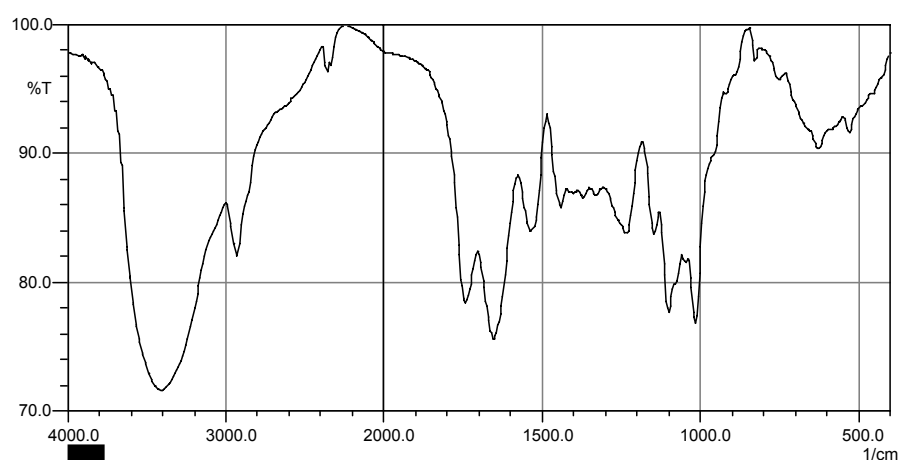


Figura 32 – Espectro de infravermelho (FT-IR) de amostra de pectina (PAC III)

Bandas na região entre 1000 e 2000 cm^{-1} identificam ácido galacturônico onde as carboxilas livres absorvem em aproximadamente 1620 cm^{-1} e as esterificadas em aproximadamente 1740 cm^{-1} (KAMNEV et al., 1998).

Em todas as frações (PA; PAC I; PAC II e PAC III) observam-se picos, que representam grupos esterificados (1745,5; 1743,5; 1747,4; 1743,5 cm^{-1} respectivamente) e não esterificados (1625,9; 1643,2; 1651,0; 1654,8 cm^{-1} respectivamente).

Esta análise foi utilizada para quantificar grupamentos ácidos livres e esterificados, caracterizando as pectinas quanto ao seu grau de esterificação

(MONSOOR; KALAPATHY; PROCTOR, 2001), com o auxílio de software do equipamento Shimadzu, de acordo com a Tabela 10.

Tabela 10 – Grau de esterificação das frações de pectina

Frações	* Grau de Ésterificação
PA	47,00
PAC I	42,77
PAC II	33,22
PAC III	31,46

(*) Valores expressos em porcentagem (%)

Observa-se decréscimo no grau de esterificação das frações de acordo com a severidade do tratamento utilizado. Todas as frações obtidas são classificadas como pectinas LM.

A fração residual (FR) também foi analisada por FT-IR, de acordo com a Figura 33.

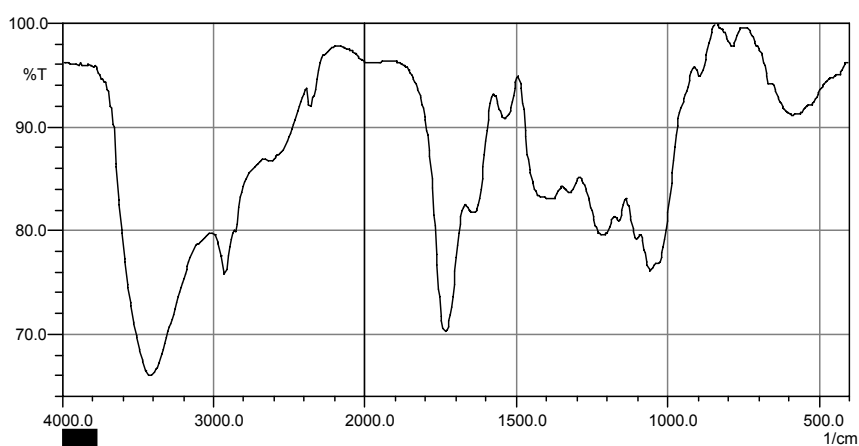


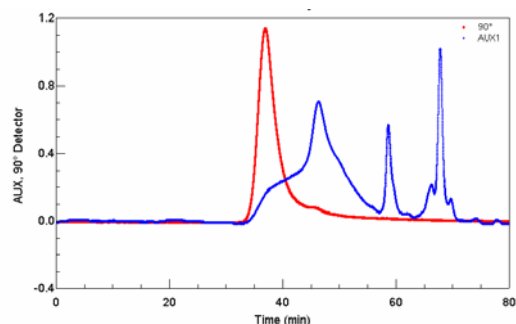
Figura 33 – Espectro de infravermelho (FT-IR) da fração FR

A fração FR apresentou bandas em regiões diferentes dos espectros das frações de pectinas. Nesse tipo de material residual é comum presença de hemiceluloses, o que pode ser confirmado pela presença de altos teores de xilose na análise de composição monossacarídica.

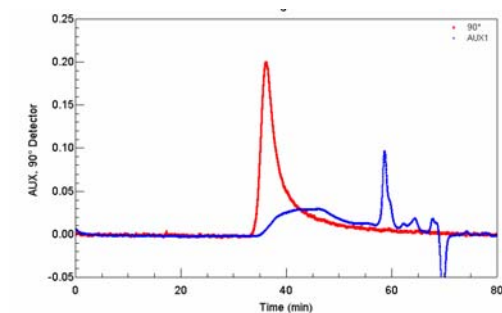
5.6.3 Análise cromatográfica por exclusão estérica acoplada a multidetectores (HPSEC-MALLS)

Esta análise é utilizada na indústria para a determinação da massa molecular de polímeros naturais e sintéticos. O conhecimento sobre a distribuição das massas moleculares auxilia a linha de produção na predição das propriedades físicas dos polímeros (GUILLOTIN et al., 2005).

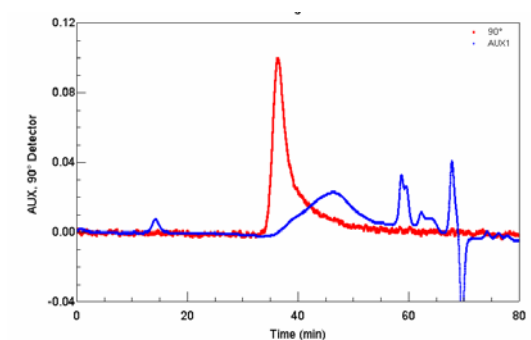
As frações de pectinas obtidas da polpa de cereja foram analisadas por cromatografia de exclusão estérica (HPSEC) acoplada a detectores de índice de refração (RI), que fornece um sinal proporcional à concentração do polímero e pelo detector de espalhamento de luz laser em multiângulos (MALLS), que depende principalmente da massa molecular. O perfil obtido para os polissacarídeos encontra-se representado na Figura 34.



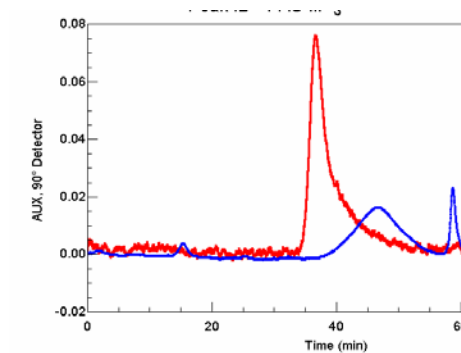
(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 34 – Cromatogramas em HPSEC-MALLS das amostras de pectina.
(A) Pectina aquosa - PA; (B) Pectina ácido cítrico - PAC I; (C) Pectina ácido cítrico - PAC II;
(D) Pectina ácido cítrico - PAC III.

A análise indica que as frações apresentam-se polidispersas com predomínio de populações de polissacarídeos de massa intermediária e baixa.

Segundo Kim; Teng; Wicker (2005), a determinação da massa molecular exata de uma pectina é difícil devido à natureza desses polissacarídeos, que apresentam regiões lineares e cadeias laterais ramificadas, variação inter e intramoleculares, além de diferentes padrões de distribuição dos grupos metil-éster ao longo da cadeia poligalacturônica.

5.6.4 Espectroscopia de ressonância magnética nuclear (^{13}C -RMN)

As frações de pectina foram analisadas por espectroscopia de ^{13}C -RMN, após solubilização em D_2O . Os espectros estão apresentados conforme as Figuras 35 a 38.

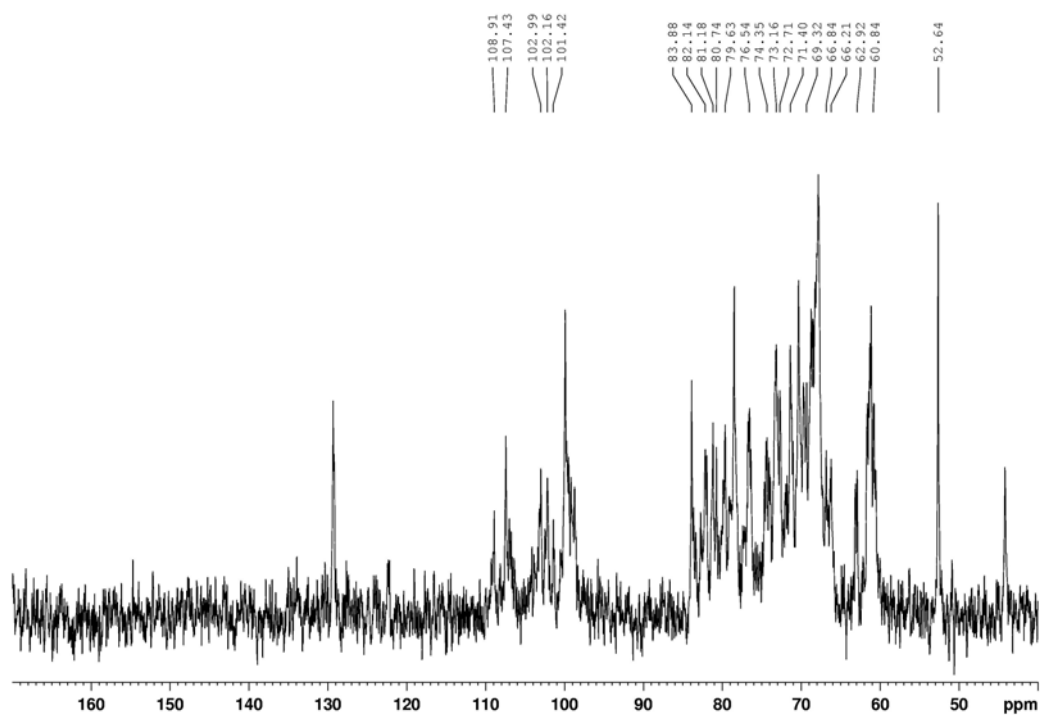


Figura 35 – Espectro de RMN de ^{13}C da fração PA

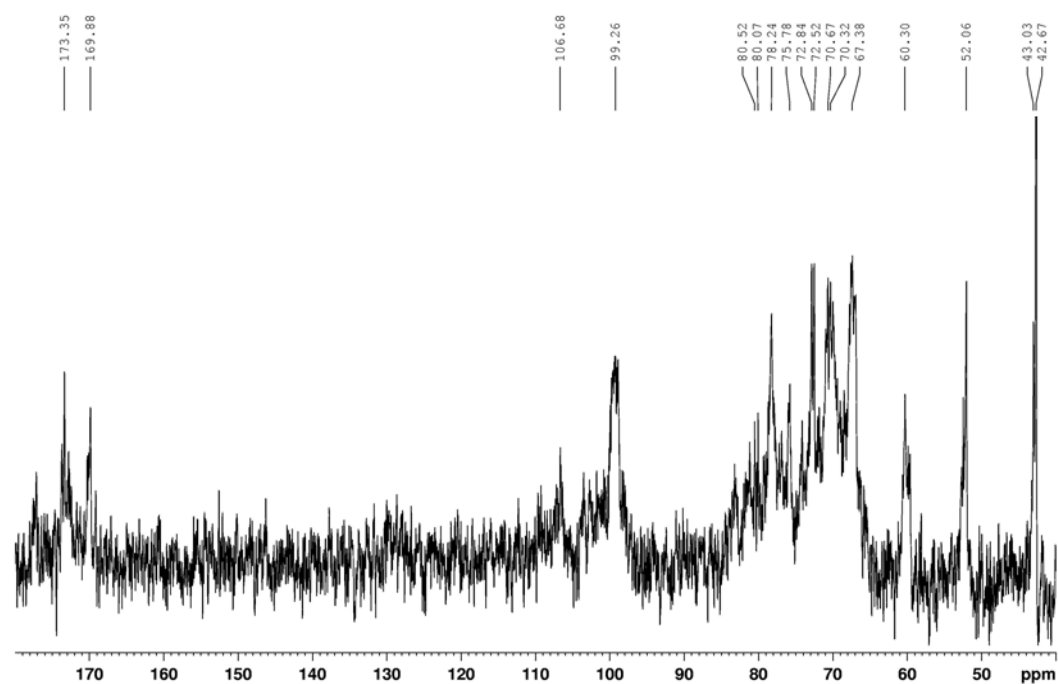


Figura 36 – Espectro de RMN de ^{13}C da fração PAC I

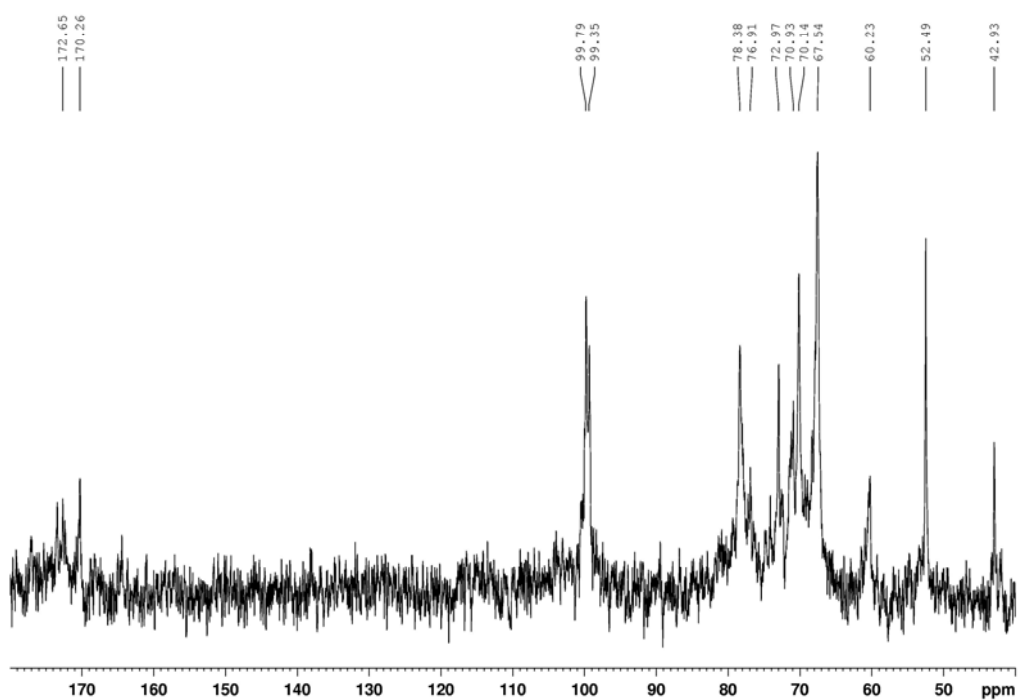


Figura 37 – Espectro de RMN de ^{13}C da fração PAC II

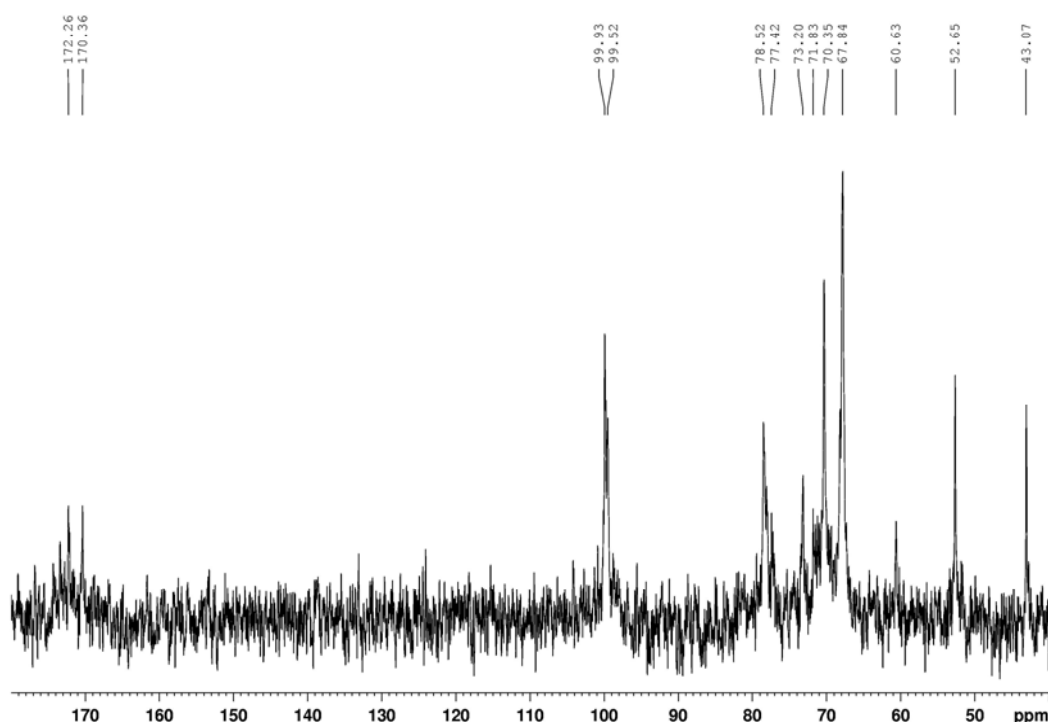


Figura 38 – Espectro de RMN de ^{13}C da fração PAC III

Os espectros de RMN de ^{13}C apresentam diversos sinais comuns nas frações de pectinas analisadas. O sinal de C-1 do ácido galacturônico foi detectado na região de 99,26 a 99,79 ppm. Todas as frações (PA, PAC I, PAC II e PAC III) apresentaram sinais atribuídos ao grupamento O-metil (52,64; 52,06; 52,49; 52,65 respectivamente). As frações PAC I; PAC II e PAC III apresentam sinais de C-6 de ácidos urônicos esterificados (169,88; 170,26; 170,36 ppm respectivamente) e não esterificados (173,35; 172,65; 172,26 ppm respectivamente) na região de campo baixo do espectro.

Sinais característicos de C-1 de arabinofuranose aparecem nas frações PA e PAC I (107,43 e 106,68 ppm respectivamente), não sendo detectados nas outras frações devido ao baixo teor deste monossacarídeo.

O sinal de C-6 de ramnose não foi detectado em nenhuma das frações analisadas por apresentar baixo teor, variando de 1,54 a 1,82 %, de acordo com a análise de GLC. No entanto, este monossacarídeo foi evidenciado pela análise de cromatografia em papel.

A multiplicidade de técnicas é importante para a análise de pectinas, pois evidenciam os componentes com diferentes sensibilidades.

Todos os assinalamentos foram feitos por comparação com a literatura (MUKHIDDINOV et al., 2000; WANG; LIU; FANG, 2005; COZZOLINO et al., 2006; WESTERENG et al., 2008).

6 CONCLUSÕES

Nos estádios de maturação, os constituintes da cereja apresentaram aumento gradativo no teor de açúcares, pH e decréscimo na acidez total, o que confere sabor característico ao fruto.

A cereja apresenta compostos bioativos em quantidades significativas, como compostos fenólicos, dos quais decorre sua atividade antioxidante. As antocianinas apresentam boa estabilidade em pH ácido.

O monitoramento da polpa congelada de cereja durante doze meses, indicou que os principais componentes que influenciaram a perda de qualidade foram a degradação da vitamina C (73,06 %) e de compostos fenólicos (42,87 %), sendo estimado em sete meses a vida-de-prateleira desse produto. A análise reológica indicou comportamento pseudoplástico.

O suco de cereja obtido por tratamento enzimático forneceu maior rendimento do que o suco integral, em relação à quantidade de polpa utilizada, além de concentrar compostos fenólicos e apresentar aroma mais intenso. Os sucos pasteurizados estavam de acordo com os padrões legais para Coliformes e *Salmonella sp*, porém o suco não pasteurizado apresentou valor acima do permitido para Coliformes, indicando a necessidade do procedimento.

As duas formulações de licores elaborados apresentaram boa aceitabilidade entre os provadores, sendo uma alternativa de aproveitamento tecnológico da fruta.

As condições de extração das pectinas interferem na sua composição monossacarídica e no grau de esterificação. A composição monossacarídica das frações obtidas apresentou ácidos urônicos, ramnose, arabinose e galactose, em diferentes proporções. Os espectros de RMN apresentaram sinais característicos de

amostras de pectinas. As análises de FT-IR permitiram classificar as pectinas obtidas como LM - pectinas de baixo grau de metoxilação.

Os resultados desse estudo demonstram o elevado potencial da cereja e os produtos obtidos constituem-se em alternativas para a indústria alimentícia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas** – Terminologia. NBR 12806. São Paulo: ABNT. 1993. 8p.

ADAMS, G. A. Complete acid hydrolysis. **Journal Methods Carbohydrate Chemistry**. New York. v. 5, p. 269, 1965.

AHMED, J.; SHIVHARE, U. S.; RAGHAVAN, G. S. V. Rheological characteristics and kinetics of colour degradation of green chilli puree. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 44, p. 239-244, 2000.

AHMED, J.; RAMASWAMY, H. S.; HIREMATH, N. The effect of high pressure treatment on rheological characteristics and colour of mango pulp. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 40, p. 885-895, 2005.

AL-RUQAIE, I. M.; KASAPIS, S.; ABEYSEKERA, Structural properties of pectin-gelatin gels. Part II: effect of sucrose/glucose syrup. **Carbohydrate Polymers**, v.34, p. 309, 1997.

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

ANDERSON, D. Antioxidant defences against reactive oxygen species causing genetic and other damage. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 350, n.1, p. 103-108, 1996.

ANDRADE, J. S.; GALEAZI, M. A. M.; ARAGÃO, G. C.; CHAVEZ-FLORES, W. B. Valor nutricional do camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) McVaugh) cultivado em terra firme na Amazônia central. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 13 (2): 307-311, 1991.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods in foods of analysis of the association of official analytical chemists**. 17. ed. Washington [s.n], 2000.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods 985.29: total dietary fiber in foods of analysis of the association of official analytical chemists**. 30 ed. Washington: [s.n], 1094p. , 2000a

APRENDA A FAZER LICORES. ed. Três, São Paulo: São Paulo, 1986. 88 p. (Coleção Vida Biblioteca – Um guia de auto-suficiência).

ARGENTA, L. C.; BENDER, R. J.; KREUS, C. L.; MONDARDO, M. Padrões da maturação índices de colheita de maçãs CVS. Gala, Golden, Delicious e Fuji. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 10, p. 1259-1166, 1995.

ARTHEY, D.; ASHURST, R. P. **Fruit Processing**: Nutrition, Products, and Quality Management. Gaithersburg, Maryland. Ed.: Aspen Publishers. 2.ed., p.28-29, 2001.

ASPINALL, G. O. Pectins, plants gums, and other plant polysaccharides in: **The Carbohydrates Chemistry and Biochemistry**. V. Pigman & D Horton (ed.). New York: Academic Press. v.2b, p. 515, 1970.

ASPINALL, G. O. Chemistry of cell wall polysaccharides. **Journal the Biochemistry of plants**. New York: Academic Press, 1980.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 111p., 1993.

BAGGER-JORGENSEN; MAYER, S. A. Effects of different enzymatic pre-press maceration treatments on the release of phenols. Into blackcurrant juice. **Food Biotechnology & Engineering Group**, v. 10, p. 217-224, agost., 2004.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**. v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.

BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, v.54, p. 484-489, 1973.

BEZERRA, J. E. F.; SILVA, J. R. J. F.; LEDERMAN, I. E. Pitanga (*Eugenia uniflora* L.). **Série Frutas Nativas**, 1. Jaboticabal: Funep, 2000. 30p.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento dos alimentos**. 2º ed. São Paulo: Varela, 1992.

BOBBIO, F. O. et al. Estudo da estabilidade das antocianinas da polpa de açaí (*Euterpe oleracea*). **Anais do III Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos**, p. 55. 1999.

BORENSTEIN, B. The role of ascorbic acid in foods. **Food Technology**, 4(11), p. 98-99, 1987.

BOWLES, J. D. Defense-related proteins in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 59, p. 873-907, 1990.

BRANDÃO, E. M.; ANDRADE, C. T. Influência de fatores estruturais no processo de geleificação de pectinas de alto grau de metoxilação. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 15, n. 2, jul./set., 1999.

BRASIL. **Decreto** nº 2.314, de 04 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Bol. IOB, n. 38, p. 11-30, 1997.

BRASIL. Instrução normativa n.º 1, de 7 de janeiro de 2000. Estabelece o regulamento técnico para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para a

polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2000, Seção 1, n.6, p.54-58.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC**, n. 12, de 2 jan. 2001. Dispõe sobre os princípios gerais para estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://www.vigilanciasanitaria.gov.br/anvisa.html>. Acesso em: 02 abril, 2008.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; VARANDA, D. B. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba "Paluma" armazenada a -20 °C. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 25(3), p. 394-396, 2003.

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações da polpa de manga "Tommuy Atkins" congelada. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 24 (3): 651-653, 2002.

BUENO, S. M.; LOPES, M. R.; GRACILIANO, R. A.; FERNANDES, E. C. B.; CRUZ, C. H. G. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 62(2), p. 121-126, 2002.

CÁRDENAS, A.; GOYCOOLEA, F. M.; RINAUDO, M. On the gelling behaviour of "nopal" (*Opuntia ficus indica*) low methoxyl pectin. **Carbohydrate Polymers**, v. 73, p. 212-222, 2008.

CARPITA, N. C.; GIBEAUT, D. M. Structural models of primary cell wall in flowering plants: consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. **Journal the Plant**, v. 3, p. 1-30, 1993.

CAVALCANTE, M. L. **Composição de carotenóides e valor de vitamina A em pitanga (*Eugenia uniflora* L.) e acerola (*Malpighia glabres* L.)**. Rio de Janeiro, 86p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Nutrição. Centro de Ciências da Saúde. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1991.

CERUTTI, P. A. Oxidant stress and carcinogenesis. **European Journal of Clinical Investigation**, Oxford, v. 21, n.1, p. 1-5, 1991.

CERUTTI, P.A. Oxy-radicals and cancer. **Lancet**, London, v.344, n. 8926, p.862-863, 1994.

CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL, H.; BENSANÇON, P. Métodos de conservación. In: CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL, H.; BENSANÇON, P. (Ed.) **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**. Zaragoza: Acríbia, v. 2, Cap. 7, p. 173-202, 1983.

CIABOTTI, E. D.; BRAGA, M. E. D.; MATA, M. E. R. M. C. Alterações das características físico-químicas da polpa de maracujá amarelo submetido a diferentes técnicas de congelamento inicial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 51-60, 2000.

CÖISSON, J. D.; TRAVAGLIA, F.; PIANA, G.; CAPASSO, M.; ARLORIO, M. *Euterpe oleracea* juice as a functional pigment for yogurt. **Food Research Internacional**. Ed. Elsevier, v. 38, p. 893-897, 2005.

COLLINS, P. M.; FERRIER, R. J. **Monossaccharides**: their chemistry and their role in natural products, Chichester: J. Wiley, 547p., 1995.

COUGHALAN, M. P.; HAZLEWOOD, G. P. **Hemicellulose and hemicelluloses**. London: Pontland Research Monograf, p. 127-143, 1993.

COZZOLINO, R.; MALVAGNA, P.; SPINA, E.; GIORI, A.; FUZZATI, N.; ANELLI, A.; GAROZZO, D.; IMPALLOMENI, G. Structural analysis of the polysaccharides from *Echinacea angustifolia* radix. **Carbohydrate Polymers**, v. 65, p. 263-272, 2006.

CREASY, L. L.; CREASY, M. T. Grape chemistry and the significance of resveratrol: an overview. **Pharmaceutical Biology**, v. 36, p. 8-13, 1998.

DERGAL, S. B. **Química de los Alimentos**. 3ª ed. Nancalpon de Juárez: Longman de México, 1993, p. 388-397.

DEY, P. M.; HARBORNE, J. B. **Plants Biochemistry**, Academic Press, 553p, 1997.

DOROSHOW, J. H. Effect of anthracycline antibiotics on oxygen radical formation in rat heart. **Cancer Research**, Baltimore, v.43, n.2, p.460-472, 1983.

DIETRICH, H.; RECHNER, A.; PATZ, C. D.; BITSCH, R.; BÖHM, V.; BITSCH, I.; NETZEL, M. Einfluss der Verarbeitung auf die phenolischen Antioxidanzien von Apfelsäften. Dtsch. **Lebensm-Rundsch**, v. 99, p. 1-11, 2003.

DUTCOKSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123p.

EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L. Avaliação da qualidade da polpa de goiaba congelada comercializada na cidade de São Paulo. **Revista Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, 13(2): 76-81, 2006.

ESPÍN, J. C.; SOLER-RIVAS, C.; WICHES, H. J.; GARCÍA-VIGUERA, C. Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity Foodstuff. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n.5, p.1588-1592, 2000.

FALCÃO, J. V.; FAGUNDES, G. R.; MACHADO FILHO, J. A.; MIRANDA, S. P.; YAMANISHI, O. K. Estudo da maturação do mamão tainung cultivado em Brasília, DF. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, Belém, PA, **Anais...**, Belém, PA:SBF, 2002. (CD-Rom).

FALCÃO, A. P.; CHAVES, E. S.; KUSKOSKI, E. M.; FETT, R.; FALCÃO, L. D.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema de geléia de uvas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 7(3), p. 637-642, jul.-set., 2007.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial**. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002. 116p.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acríbia, 2002. 1095p.

FISHMAN, M. L.; PFEFFER, P. E.; BARFORD, R. A.; DONER, L. W. Studies of Pectin Solution Properties by High-Performance Size Exclusion Chromatography. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n. 32, p. 372, 1984.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. 307p.

FONTANNA, J. D.; MENDES, S. V.; PERSIKE, D. S.; PERACETTA, L. F.; PASSOS, M. Carotenóides: Cores atraentes e ação biológica. **Revista biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**. Ano 2, nº13, p. 40-45, mar/abr, 2000.

FRANCIS, F. J. Food colorants: anthocyanins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 28, n. 4, p. 273-314, 1989.

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

FRANKEL, E. N.; BOSANEK, C. A.; MEYER, A. S.; SILLIMAN, K.; KIRK, L. L. Commercial grape juice inhibits the in vitro oxidation of human low-density lipoproteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 46, p. 834-838, 1998.

FREITAS, C. A. S.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 395-400, out-dez, 2006.

FU, B. LABUZA, T. P. Shelf life of frozen foods. In: LABUZA, T. P.; FU, B. **Shelf life testing: Procedures and Prediction Methods**. Denver: CRC Press, 1997. Cap. 19. p. 377-415.

FURTADO, A. A. L.; CABRAL, L. M. C.; ROSA, M. F.; MODESTA, R. C. D. PONTES, S. M. Avaliação microbiológica e sensorial da polpa de goiaba, tratada termicamente. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 22 (especial), p. 91-95, 2000.

GARROS-ROSA; I.; REICHER, F.; PETKOWICZ, C. L. O.; SIERAKOWSKI, M. R.; MOREIRA, R. A. Characterization of the Galactomannans from *Parkinsonia Aculeata* Seeds and their application on affinity chromatography. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 16, nº 2, p. 99-103, 2006.

GÓMEZ, A. M.; GÓMEZ, J. K. L.; CARDOZ O, C. J. M. Licor de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) com diferentes porcentajes de pulpa. **Revista Facultad National Agronomia**. Medellín, v. 58, n. 2, p. 2963-2973, 2005.

GORIN, P. A. J.; MAZUREK, M. Further studies on the assignment of signals in ¹³C magnetic resonance spectra of aldoses and derived methyl glycosides. **Canadian Journal of Chemistry**, v. 53, p. 1212-1223, 1975.

GORINSTEIN, S.; MOSHE, R.; WEISZ, M.; HILEVITZ, J.; TILIS, K.; FEINTUCH, D.; BAVLI, D.; AMRAM, D. Effect of processing variables on the characteristics of persimmon liqueur. **Food Chemistry**, 46, p. 183-188, 1993.

GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; MEDEIROS, B. G. S.; RIBEIRO, C. F. A.; SILVA, M. M. Maturação da goiaba (*Psidium guajava* L.) mediante parâmetros físico-químicos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, n. 01, p. 85-94, 2003.

GRANADA, G. L.; VENDRUSCOLO, J. L.; TREPTOW, R. O. Caracterização química e sensorial de sucos clarificados de amora-preta (*Rubus* spp. L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 07, n. 2, p. 143-147, maio-ago., 2001.

GROSS, J. Anthocyanins. In: GROSS, J. (Ed.) **Pigments in fruits**. London: Academic Press, p. 59-85, 1987.

GUILLOTIN, S. E.; BAKX, E. J.; BOULENGUER, P.; MAZOYER, J.; SCHOLS, H. A.; VORAGEN, A. G. J. Populations having different GalA blocks characteristics are present in commercial pectins which are chemically similar but have different functionalities. **Carbohydrate Polymers**, v. 60, p. 391-398, 2005.

GUIMARÃES, F. A.; HOLANDA, L. F. F.; MAIA, G. A.; MOURA FÉ, J. A. Contribuição tecnológica ao processamento e conservação da polpa de pitanga (*Eugenia uniflora* L.). **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 01-13, 1983.

GUTTERIDGE, J. M. C.; HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants in the year 2000 - A historical look to the future. **Annals of the New York Academy of Sciences**, p. 136-147, 2000.

HAMINIUK, C. W. I.; SIERAKOWSKI, M. R.; VIDAL, J. R. M. B.; MASSON, M. L. Influence of temperature on rheological behavior of whole Araçá-pulp (*Psidium cattleianum* sabine). *Lebensmittel-Wissenschaft und Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie – Food Science and Technology*, Berlin, v. 39, n. 4, p. 427-431, 2006.

HERNÁNDEZ, E.; CHEN, C.S.; JOHNSON, J.; CARTED, R. D. Viscosity changes in orange juice after-filtratio and evaporation. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 25, p. 387-396, 1995.

HOLDSWORTH, S. D. Applicability of rheological models to the interpretations of flow and processing behavior of fluids food products. **Journal of Texture Studies**, [S.1], v. 2, p. 393-418, 1971.

HORWITZ, W. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. A.O.A.C., 13 ed., [s.i. s.n.], 1980.

HWANG, J.; KOKINI, J. L. Contribution of the side branches to rheological properties of pectins. **Carbohydrate Polymers**, 19, p. 41-50, 1992.

IAGHER, F.; REICHER, F.; GANTER, J. L. M. S. Structural and rheological properties of polysaccharides from mango (*Mangifera indica* L.) pulp. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 341, p. 9-17, 2002.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3 ed. São Paulo: O Instituto, 1985.

ITAL – INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Métodos de análise microbiológica de alimentos**, Campinas: Instituto de Tecnologia em Alimentos, p. 31 – 52, 1995.

JACKMAN, R. L.; SMITH, J. L. Anthocyanins and betalains. In: HANDRY, G. A. F.; HOUGHTON, J. D. **Natural Food Colorants**. New York-USA: AVI, 1992.

JACKMAN, R. L.; SMITH, J. L. Anthocyanins and betalains. In: HENDRY, G.A.F.; HOUGHTON, J.D. (Eds.) **Natural Food Colorants**. 2nd ed. Londres: Chapman & Hall, p. 245-309, 1996.

JAKOPIC, J.; COLARIC, M.; VEBERIC, R.; HUDINA, M.; SOLAR, A.; STAMPAR, F. How much do cultivar and preparation time influence on phenolics content in walnut liqueur? **Food Chemistry**, 2007

JANDA, W.; DORREICH, K. La utilización de enzimas em la indústria de los zumos de frutas. **Novo Ferment**, Brasília, 1987, 19p.

JUSTI, K. C.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**. v. 50 (4), p. 405-408, 2000

KALAPATHY, U.; PROCTOR, A. Effect of acid extraction end alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin. **Food Chemistry**, v. 73, [s.n], p. 393-396, 2001

KAMNEV, A. A.; COLINA, M.; RODRIGUEZ, J.; PTITCHKINA, M. N.; IGNATOV, V. V. Comparative spectroscopic characterization of different pectins and their sources. **Food Hidrocolloids**, v. 12, [s.n], p. 263-271, 1998.

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

KIM, Y.; TENG, Q.; WICKER, L. Action pattern of *Valencia orange* PME deesterification of high methoxyl pectin and characterization of modified pectins. **Carbohydrate Research**, v. 340, p. 2620-2629, 2005.

KRAMER, A. Fruits and vegetables. In A. Kramer, & B. A. Twigg, **Quality control for the food industry**. 1973. v., 2 p. 157-227.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante

em pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, p. 726-732, out-dez., 2005.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpa de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 36, n. 4, p. 1283-1287, jul-ago., 2006.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, D. E. S. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 447-450, 2002.

LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos da Umbu-Cajazeira (*Spondias* spp) em cinco estádios de maturação, da polpa congelada e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 24, n.02,p. 338-343, agosto, 2002.

LEES, D. H. FRANCIS , F. J. Quantitative methods for antocyanins VI. Flavonol and antocyanins in cranberries. **Journal of Food Science**, 1971.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Pre harvest and post harvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Post harvest Biology and Technology**, v. 20, n. 03, p. 207-220, 2000.

LOPES, A. S.; MATTIETTO, R. A.; MENEZES, H. C. Estabilidade da polpa de pitanga sob congelamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 25(3),p. 553-559, jul-set, 2005.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 1992.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Vol 1, 3 ed., Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000.

MACHADO, S. S.; TAVARES, J. T. Q.; CARDOSO, R. L.; MACHADO, C. S.; SOUZA, K. E. P. Caracterização de polpas de frutas tropicais congeladas comercializadas no Recôncavo Baiano. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p. 158-163, 2007.

MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L. K. O.; CHAAR, J. M. Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H. B. K.) *McVaugh*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, p. 313-316, abr.-jun., 2007.

MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L. K. O.; CHAAR, J. M. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dúbia* *McVaugh*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, p. 70-74, jan.-mar., 2006.

MALLACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Antocianinas em suco de uva: Composição e Estabilidade. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 59-82, jan./jun. 2006.

MARCON, V. M. 2004, 123f. **Extração e Caracterização de Pectinas Obtidas de Farinha de Bagaço de Maçã**. Dissertação de Mestrado (Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2004.

MARCOTTE, M.; HOSHAHLI, A. R. T.; RAMASWAMY, H. S. Rheological properties of selected hydrocolloids as function of concentration and temperature. **Food Research International**, v. 34, p. 695-703, 2001.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2 ed. Florida – USA: CRC Press, 1991. 354p.

MÉLO, E. A.; LIMA, L. A. G.; NASCIMENTO, P. P. Temperatura na armazenamento de pitanga. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 629-634, 2000.

MATTIETTO, R. A.; SOARES, M. S.; RIBEIRO, C. C. Caracterização física e físico-química do fruto de mangaba (*Hancornia speciosa Gomes*) proveniente de Belém – PA. In: Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Mangaba, 1., 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. CD

MAZZA, G. Anthocyanins in grapes and grape products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 35, p. 341-371, 1995.

MCCANN, M. C.; ROBERTS, K. In: **The Cytoskeletal basis of plants growth and form**, Academic Press, p. 109-129, 1991.

MONSOOR, M. A.; KALAPATHY, U.; PROCTOR, A. Determination to polygalacturonic acid content in pectin extracts by diffuse reflectance Fourier transform infrared spectroscopy. **Food Chemistry**, v. 74, p. 233-238, 2001.

MONSOOR, M. A. Effect of drying methods on the functional properties of soy hull pectin. **Carbohydrate Polymers**. v. 61, p. 362-367, 2005.

MONTEIRO, S. **Revista Frutas e Derivados**, p.28-31, ano 01, abril de 2006.

MORETTI, C. L. Tecnologia de produtos minimamente processados. In: **Anais... CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, n.30, 2001, Foz do Iguaçu-Pr, 5p.

MUKHIDDINOV, Z. K.; KHALIKOV, D. K. H.; ABDUSAMIEV, F. T. ; AVLOEV, Ch. Ch. Isolation and structural characterization of pectin homo and rhamnogalacturonan. **Talanta**, v. 53, p. 171-176, 2000.

NEPA – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **Tabela brasileira de composição de alimentos** / UNICAMP – Campinas: NEPA-UNICAMP, 2004. 42p.

NINDO, I. C.; TANG, J.; POWERS, J. R. Viscosity of blueberry and raspberry juice for processing applications. **Journal of Food Engineering**, v. 69, [s.n], p. 343-350, 2005.

NOGUEIRA, A.; MONGRUEL, C.; OLIVEIRA, M. C.; PASSOS, M.; WOSIACKI, G. Avaliação da trituração e de tratamentos enzimáticos na obtenção de suco de maçã por centrifugação. **Publicação UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng.**, Ponta Grossa, 11 (3): 7-12, dez., 2005.

NOGUEIRA, A.; SANTOS, L. D.; WIECHETECK, F. V. B.; GUYOT, S.; WOSIACKI, G. Efeito do processamento no teor de compostos fenólicos em suco de maçã. **Publicação UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng.**, Ponta Grossa, 9 (3): 7-14, dez., 2003.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; SILVA JUNIOR, J. F. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 463-470, 2002.

PARENTE, T. V.; BORGIO, L. A.; MACHADO, J. W. B. Características físico-químicas de frutos de mangala (*Hancornia speciosa*) do cerrado da região geoeconômica do Distrito Federal. **Ciência e cultura**, v. 37, n. 1, p. 95-98, 1985.

PARO, R. M. **Conservação pós-colheita de goiaba (*Psidium guajava* L.) "Paluma" empregando embalagem plástica e revestimento com cera, em associação com armazenamento refrigerado**, 1996, 137f. Monografia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996,

PEREIRA, B. Frutas Finas. **Revista Frutas e Derivados**. Ano 2; ed. 05; p. 14-17, março, 2007.

PELEGRINE, D. H.; SILVA, F. C.; GASPARETTO, C. A. Rheological behavior of pineapple and mango pulps. **Lebensmittel-Wissenschaft und Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie Food Science and Technology**, Berlin, v. 35, p. 645-648, 2002.

PIEDEDE NETO, A. **Goiaba vermelha, fonte de riqueza à saúde, ao trabalho e às nações**. Disponível em: <http://www.goiabras.org.br>. Acesso em 14 mar. 2008.

POMERRANZ, Y.; MELOAN, C. E. **Food analysis: theory and practice** 2 ed. Westport: AVI Publishing, 1982.

POMPELLA, A. Biochemistry and histochemistry of oxidant stress and lipid peroxidation. **International Journal of Vitamin and Nutrition Research**, Bern, v.67, n.5, p.289-297, 1997

PORCU, O. M.; RODRIGUES-AMAYA, D. Carotenóides de acerola: efeito de estágio de maturação e remoção de película. In: Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Inovação na Indústria de Alimentos, 5., 2003, Campinas, **Anais...** São Paulo: UNICAMP, 2003. 1 CD-ROM.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal Food of Agricultural and Food Chemistry**, 48, 3396-3402, 2000.

QUEIROZ, A. J. M.; BEZERRA, J. R. M. V.; GASPARETTO, C. A. Influência de diferentes teores de sólidos insolúveis suspensos nas características reológicas de sucos de abacaxi naturais despectinizados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v. 4, n. 1, p. 75-79, 2000.

QUEIROZ; M. I.; TREPTOW, R. O. Análise Sensorial para Avaliação da Qualidade dos Alimentos. Rio Grande: Ed. da FURG, 2006. 268p..

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**, 6 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 61-71, 2001.

REDGWELL, R. J.; SELVENDRAN, R. R. Structural features of cell-wall. Polysaccharides of onion *Allium cepa*. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v. 157, p. 183, 1986.

RENARD, C. M. G. C.; CRÉPEAU, M. J.; THIBAUT, J. F. Structure of repeating units in the rhamnogalacturonic backbone of apple, beet and citrus pectins. **Carbohydrate Research**, v. 275, p. 155-165, 1995.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed and stored foods**. Washington, DC: OMNI/USAID, 1997.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI Press, 1999, 64p.

SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. 2 ed. Porto Alegre, SAGRA, 306p., 1989.

SANTOS, M. S. **Caracterização físico-química e aproveitamento tecnológico do *Psidium cattleianum* Sabine (Araçá-vermelho)**, 2006, 177f. Dissertação de Mestrado (Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

SANTOS, F. A.; SALLES, J. R. J.; FILHO, E. C.; RABELO. Análise de polpa congelada de frutas, produzidas pela SUFRUTS, MA. **Revista Higiene Alimentar**, v. 18, n. 119, abril, 2004.

SGABIERI, W. C. **Alimentação e nutrição**: Fator de saúde e desenvolvimento. UNICAMP/Almed, Campinas/São Paulo, 1987

SCHRAMM, G. M. Pratical approach to rheology and rheometry. Karlsruhe: Gebrueder HAAKE GmbH, p. 277, 1998

SHAHIDI, F.; NACZK, M. Food Phenolics: sources, chemistry, effects and applications. **Lancaster**: Technomic, 1995, 331 p.

SHAHIDI, F. **Natural Antioxidant: An Overview “in” Natural Antioxidants Chemistry, Health Effects, and applications**. AOCS Press: Champaign, Illinois, p. 1-11, 1996.

SIDDIQ, M.; ARNOLD, J. F.; SINHA, N. K.; CASH, J. N. Effect of polyphenol oxidase and its inhibitors on anthocyanin changes in plum juice. **Journal of Food Processing and Preservation**, (18), p. 75-84, 1994.

SIES, H. Strategies of antioxidant defence. Review. **European Journal of Biochemistry**, Berlin, v. 215, n. 2, p. 213-219, 1993.

SILVA, C. V.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Fracionamento e germinação de sementes de *Eugenia*. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 27, n. 1, Pelotas, jun., 2005

SILVA, C. V.; BILIA, D. A. C.; MALUF, A. M.; BARBEDO, C. J. Fracionamento e germinação de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.2, p.213-221, 2003.

SILVA, M. F. V.; MENEZES, H. C.; GUEDES, M. C. Efeito de diferentes tratamentos térmicos sobre as antocianinas na polpa de acerola. **Anais do III Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos**, p. 152-153, 1999.

SILVERSTEIN, R. M.; BASSLER, G. C.; MORRIL, T. C. Infrared spectroscopy. In: **Spectrometric identification of organic compounds**. 6. ed. New York: John Wiley e Sons, Inc., p. 91-164, 1999.

SIMARELLI, M. **Revista Frutas e Derivados**, p. 33-35, ano 02; ed. 08, dezembro, 2007.

SISTRUNK, W. A.; GASCOIGNE, H. L. Stability of color in Concord grape juice and expression of color. **Journal Food Science**. v. 48, p. 430-435, 1983.

SRIRANGARAJAN, A. N.; SHRIKHANDE A. J. Characterization of mango peel pectin. **Journal of Food Science** by the Institute of Food Technologists. v. 42 (1), 279–280, 1977.

SOMOGHY, M. Notes on sugar determination. **Journal of Biological Chemistry**. v. 195, n.1, p. 19-23, 1952.

SURENA, L. Process for maceration of fruit for manufacture of liqueur. **French Patent Applications**, PN. FR2729155A1, 1996.

TANNER, H.; BRUNNER, H. R. **Getränke Analytik – Untersuchungsmethode für die labor – und Betriebspraxis**. Wädenswill: Helles, 1985.

TREVELYAN, W. E.; PROCTER D. P.; HARRISON, J. S. Detection of sugars on paper chromatograms. **Nature London**, v.166, p. 444 – 445, 1950.

VAN BUREN, J. P. The chemistry of texture in fruits and vegetables. **Journal of Texture Studies**, 10(1), p. 1-23, 1979.

VIGNON, M. R.; JALDON-GARCIA, C. Structural features of the pectic polysaccharides isolated from retted hemp bast fibre. **Carbohydrate Research**, v. 296, p. 249-260, 1996.

VILAR, J. S.; SILVA, A. C. A.; COELHO, M. R.; SILVA, A. L. G.; SABAASRUR, A. U. O. Potencial Nutritivo de frutos de Pitangão (*Eugenia neonitida*, SOBRAL). **Comunicação científica**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

VITALI, A. A.; RAO, M. A. Flow properties of low-pulp concentrated orange juice: effect of temperature and concentration. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, p. 882-888, 1984.

VORAGEN, A. G. J. Pectins. In: STEPHEN, A. M. (Ed.). **Food polysaccharides and their applications**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 287-340.

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

WANG, X. S.; LIU, L.; FANG, J. N. Immunological activities and structure of pectin from *Centella asiatica*. **Carbohydrate Polymers**, v. 60, p. 95-101, 2005.

WEIJL, N. I., CLETON, F.J., OSANTO, S. Free radicals and antioxidants in chemotherapy-induced toxicity. **Cancer Treatment Reviews**, London, v.23, n.4, p.209- 240, 1997.

WESTERENG, B.; MICHAELSEN, T. E.; SAMUELSEN, A. B.; KNUTSEN, S. H. Effects of extraction conditions on the chemical structure and biological activity of white cabbage pectin. **Carbohydrate Polymers**, v. 72, p. 32- 42, 2008.

WILL, F.; SCHULZ, K.; LUDWIG, M.; OTTO, K.; DIETRICH, H. The influence of enzymatic treatment of mash on the analytical composition of apple juice. **International Journal Food Science Technology**, v. 37, p. 653-660, 2002.

WILLATS, W. G. T.; KNOX, J. P.; MIKKELSEN, J. D. Pectin: new insights into and old polymer are starting to gel. **Trends in Food Science & Technology**, n. 17, p. 97-104, 2006.

WILKIE, K. C. B. The hemicelluloses of grasses and cereals. **Carbohydrate Chemistry Biochemistry**. San Diego, v. 36, p. 215-264, 1979.

WOLFRON, M. L.; THOMPSON, A. Acetylation. **Methods Carbohydrate Chemistry**. New York, v. 2, p. 211, 1963.

YAPO, B. M.; KOFFI, K. L. Yellow Passion Fruit Rind-A Potential Source of Low-Methoxyl Pectin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 2738-2744, 2006.

YASHODA, H. M.; TAYKAL, N.; PABHA, PTATNAM, N.; THARANSTHNS. Mango ripening-chemical and structural characterization of pectic and hemicelluloses polysaccharides. **Carbohydrate Research**, v. 340 [s.n], p. 1335-1342, 2005.

YU, T. W., ANDERSON, D. Reactive oxygen species induced DNA damage and its modification: a chemical investigation. **Mutation Research**, Amsterdam, v.379, n. 2, p. 201-210, 1997.

YUSOF, S.; CHIONG, L. K. Effects of Brix, processing techniques and storage temperatures on the quality of carambola fruit cordial. **Food Chemistry**, v. 59, n. 1, p. 27-32, 1997.

ZANATTA, C. F.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dúbia*). **Food Chemistry** v. 101, p. 1526-1532, 2007.

ZARDO, D. M. **Avaliação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante em maçãs e seus produtos**, 2007, 98f. Dissertação de Mestrado (Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2007.