

Gielen Delfino dos Santos

**EFEITO DA ADIÇÃO DE ALBEDO NA COMPOSIÇÃO  
QUÍMICA, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ACEITABILIDADE  
SENSORIAL DE SUCO DE MELANCIA (*Citrullus lanatus* cv.  
Crimson Sweet)**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina, para a obtenção do grau de Mestre em Ciência dos Alimentos.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Renata Dias de Mello Castanho Amboni

Florianópolis  
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Santos, Gielen Delfino dos

Efeito da adição de albedo na composição química,  
atividade antioxidante e aceitabilidade sensorial de suco  
de melancia (*Citrullus lanatus* cv. Crimson Sweet) /  
Gielen Delfino dos Santos ; orientadora, Renata Dias de  
Mello Castanho Amboni - Florianópolis, SC, 2013.  
93 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-  
Graduação em Ciência dos Alimentos.

Inclui referências

1. Ciência dos Alimentos. 2. Suco de melancia. 3.  
albedo. 4. tratamento enzimático. 5. atividade  
antioxidante. I. Amboni, Renata Dias de Mello Castanho .  
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-  
Graduação em Ciência dos Alimentos. III. Título.

Gielen Delfino dos Santos

**EFEITO DA ADIÇÃO DE ALBEDO NA COMPOSIÇÃO  
QUÍMICA, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ACEITABILIDADE  
SENSORIAL DE SUCO DE MELANCIA (*Citrullus lanatus* cv.  
Crimson Sweet)**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Ciência dos Alimentos, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos.

Florianópolis, 15 de março de 2013.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roseane Fett  
Coordenadora do Programa

**Banca Examinadora:**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Dias de Mello Castanho Amboni  
Orientadora - UFSC

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carmen Maria Oliveira Müller  
DCTA/UEL

---

Dr. Heitor Daguer  
MAPA/SLAV/SC

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elane Schwinden Prudêncio  
UFSC

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edna Regina Amante  
UFSC



Dedico este trabalho à Deus, que é a minha razão de viver, e a todos que apoiam minhas conquistas.



## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças para chegar até aqui.

A minha família, em especial meu esposo Talvane pelo amor e companheirismo, meus pais pelo carinho e educação, minhas irmãs pelo incentivo e amizade, meus cunhados Sérgio e Cleide pelo apoio.

À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Renata Dias de Mello Castanho Amboni pela oportunidade e orientação neste trabalho.

À Prof<sup>ª</sup>. Elane Schwinden Prudêncio pela colaboração e sugestões durante o mestrado.

À Prof<sup>ª</sup>. Edna Regina Amante pelos ensinamentos e contribuições, e aos colegas do Laboratório de Frutas e Hortaliças pelo auxílio e disposição durante a realização deste trabalho.

Às amigas de Laboratório de Leite e Derivados Carlise, Stephanie, Brunna, Renata, Silvani, Graciele, Carolinne, Isabela e Jaqueline pela companhia e apoio. Em especial à Nath pela amizade e incentivo durante todas as etapas do trabalho.

Ao Laboratório de Recursos Genéticos Vegetais, principalmente à Leila e ao Hugo, que auxiliaram na liofilização das amostras.

À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Carmen Lúcia de Oliveira Petkowicz pelas análises dos açúcares.

Ao Prof. Dr. Paulo José Ogliari e a Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Carmen Maria Oliveira Müller, pela ajuda com as análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Luciano Vitali pela paciência e auxílio nas análises de atividade antioxidante.

À Prof<sup>ª</sup>. Ana Carolina Arisi pelo empréstimo da centrífuga refrigerada.

Ao Luciano pelo auxílio em algumas análises.

Ao Seu Bento pelo carisma e prestatividade, e ao Carlos pela carona na compra das melancias.

À Universidade Federal de Santa Catarina e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq pela bolsa de estudos concedida.

À banca por aceitar o convite de participação.

A todos que direta ou indiretamente participaram deste trabalho meus sinceros agradecimentos!





*“Ele fez a terra com o seu poder;  
Ele estabeleceu o mundo com a sua sabedoria,  
e com a sua inteligência estendeu os céus.”*

*Jeremias 10:12*



## RESUMO

A melancia (*Citrullus lanatus*) é uma fruta típica de países com clima tropical a temperado. Durante a produção de suco de melancia, apenas cerca de 54 % da matéria prima é transformada em suco; sendo os outros 46 % considerados resíduos, constituídos principalmente por albedo. O objetivo deste trabalho foi determinar a melhor condição para obter alto rendimento de albedo hidrolisado utilizando a enzima pectinase e também estudar o efeito da adição deste na composição do suco de melancia. A metodologia de superfície de resposta foi aplicada e determinou a condição de maximização do rendimento do suco de albedo, que foi encontrada utilizando a concentração enzimática de 1,5 mL/kg, a 50 °C por 45 minutos. As amostras de suco de melancia (Controle), albedo hidrolisado e as formulações de suco de melancia com 10, 20 e 30 % de albedo hidrolisado foram caracterizadas. Todas as formulações de suco de melancia apresentaram menor pH e sólidos solúveis totais que o suco controle. Análises químicas e espectroscópicas mostraram que a adição de albedo hidrolisado diminuiu as quantidades de sacarose, glicose e frutose nos sucos formulados. O suco de melancia formulado com 10 % de albedo hidrolisado não apresentou mudanças significativas nos compostos fenólicos, flavonóides e na atividade antioxidante da fração lipofílica, mensurada no ensaio DPPH. Também foram observadas fortes correlações entre a atividade antioxidante e os compostos bioativos presentes nas amostras. Esses resultados sugerem que a adição de até 10 % de albedo hidrolisado no suco de melancia pode ser utilizada para o aproveitamento do albedo sem diminuir os compostos bioativos e a atividade antioxidante. Além disso, os resultados da análise sensorial mostraram que todas as formulações de suco de melancia com diferentes concentrações de albedo hidrolisado obtiveram boa aceitabilidade e intenção de consumo.

**Palavras-chave:** suco de melancia, albedo, pectinase, açúcares, compostos bioativos, atividade antioxidante.



## ABSTRACT

Watermelon (*Citrullus lanatus*) is a typical fruit of the tropical countries with temperate climate. During the watermelon juice production, only around the 54 % of raw material is transformed into juice. The other 46 % is considered as residue of the production that's mainly constituted by albedo. The aim of this work was to determine the best condition for obtaining the highest yield of albedo hydrolised using pectinase and also to study the effect of addition of this on the composition of watermelon juice. The response surface methodology was applied and determined the condition to maximize the yield of albedo hydrolised, that could be achieved by using an enzyme concentration of 1.5 mL/kg, at 50 °C for 45 minutes. Samples of watermelon juice (control), albedo hydrolised, and watermelon formulations with 10, 20 and 30% of albedo hydrolised were characterized. All watermelon formulations presented lower pH and total soluble solids than the control juice. Chemical and spectroscopic analyses showed that the addition of albedo hydrolised decreased the sucrose, glucose and fructose contents. Watermelon formulation with 10% of albedo hydrolised showed no significant changes in phenolics, flavonoids and antioxidant activity in lipophilic fraction by DPPH assay. Strong correlations were also observed between the antioxidant activity and the bioactive compounds present in the samples. These results suggesting that the addition of up 10% of albedo hydrolised in watermelon juice could be performed to utilize of albedo without decreased bioactive compounds and activity antioxidant. Moreover, results of sensory analysis showed that all formulations of watermelon juices with different concentration of albedo hydrolised obtained good acceptability and consumer intention.

**Keywords:** watermelon juice, albedo, pectinase, sugars, bioactive compounds, antioxidant activity.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Capítulo 1</b>		
<b>Figura 1.1</b>	Melancia cultivar <i>Crimson Sweet</i> .	29
<b>Figura 1.2</b>	Estrutura esquemática da pectina.	33
<b>Figura 1.3</b>	Estrutura química do licopeno.	36
<b>Figura 1.4</b>	Estrutura química dos flavonóides.	37
<b>Capítulo 2</b>		
<b>Figura 2.1</b>	Fluxograma de preparo da matéria-prima das formulações de suco de melancia e do albedo.	58
<b>Figura 2.2</b>	Fluxograma de formulação dos sucos de melancia adicionados de albedo hidrolisado.	60
<b>Figura 2.3</b>	Diagrama de Pareto em função da resposta rendimento para o albedo hidrolisado.	68
<b>Figura 2.4</b>	Gráfico de contorno para o rendimento do albedo hidrolisado em função da temperatura (°C) e tempo (min.) com concentração enzimática (mL/kg) máxima. Atividade enzimática (3.595 unidades/mL).	69
<b>Figura 2.5</b>	Espectro de FT-IR do albedo hidrolisado.	74
<b>Figura 2.6</b>	Perfil de eluição por HPSEC (cromatografia de exclusão estérica acoplada) das amostras: suco Controle (C), albedo hidrolisado (A) e 70 % de suco Controle + 30 % albedo hidrolisado (S30).	75
<b>Figura 2.7</b>	(a) Espectros de <sup>13</sup> C-RMN (espectroscopia de ressonância magnética nuclear) do albedo hidrolisado e (b) do suco Controle, obtidos a 70 °C utilizando D <sub>2</sub> O como solvente.	76
<b>Figura 2.8</b>	Frequência das notas de aceitabilidade dos atributos odor, cor, sabor e aceitabilidade global das amostras de suco de melancia, de acordo com a escala hedônica de nove pontos “1 - Desgostei extremamente, 2 – Desgostei moderadamente, 3 – Desgostei regularmente, 4 – Desgostei ligeiramente, 5 – Indiferente, 6 – Gostei ligeiramente, 7 - Gostei regularmente, 8 – Gostei moderadamente, 9 – Gostei extremamente”.	82

**Figura 2.9** Frequência de notas de intenção de consumo das amostras de suco de melancia, de acordo com a escala de cinco pontos “1 – Certamente não consumiria, 2 – Provavelmente não consumiria, 3 – Talvez consumiria/talvez não consumiria, 4 – Provavelmente consumiria, 5 – Certamente consumiria” . 84



## LISTA DE TABELAS

<b>Capítulo 2</b>		
<b>Tabela 2.1</b>	Níveis codificados e valores reais das variáveis independentes utilizadas no delineamento central composto para preparo do albedo.	59
<b>Tabela 2.2</b>	Níveis das variáveis e resposta do rendimento baseado na concentração enzimática, tempo e temperatura empregados no preparo do albedo hidrolisado.	67
<b>Tabela 2.3</b>	Propriedades físico-químicas do suco Controle de melancia, albedo hidrolisado e sucos de melancia formulados com diferentes concentrações de albedo hidrolisado.	70
<b>Tabela 2.4</b>	Composição dos açúcares das amostras de suco Controle de melancia, albedo hidrolisado e sucos de melancia formulados com diferentes concentrações de albedo hidrolisado.	71
<b>Tabela 2.5</b>	Composição monossacarídica dos polissacarídeos isolados do suco Controle de melancia, albedo hidrolisado e sucos de melancia formulados com diferentes concentrações de albedo hidrolisado expressos em Mol %.	73
<b>Tabela 2.6</b>	Teores de Licopeno, Compostos Fenólicos Totais (CFT) e Flavonóides das amostras de suco Controle de melancia, albedo hidrolisado e sucos de melancia formulados com diferentes concentrações de albedo hidrolisado.	78
<b>Tabela 2.7</b>	Atividade antioxidante Hidrofílica e Lipofílica do suco Controle de melancia, albedo hidrolisado e sucos de melancia formulados com diferentes concentrações de albedo hidrolisado, determinados pelos ensaios DPPH e FRAP.	79



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AAH</b>	Atividade antioxidante hidrofílica
<b>AAL</b>	Atividade antioxidante lipofílica
<b>ANOVA</b>	Análise de variância
<b>CLAE/HPLC</b>	Cromatografia líquida de alta eficiência/( <i>High performance liquid chromatography</i> )
<b>CFT</b>	Compostos fenólicos totais
<b><sup>13</sup>C RMN</b>	Espectroscopia de ressonância magnética nuclear de carbono
<b>DCC</b>	Delineamento composto central
<b>D<sub>2</sub>O</b>	Óxido de Deutério
<b>DPPH</b>	2,2- difenil-1-picril-hidrazil
<b>EAG</b>	Equivalente de ácido gálico
<b>FRAP</b>	Potencial Antioxidante Redutor Férrico
<b>FT-IR</b>	Espectroscopia no infravermelho incorporando transformador Fourier
<b>HG</b>	Homogalacturonanas
<b>HPSEC</b>	Cromatografia de exclusão estérica acoplada
<b>MALLS</b>	Detector de espalhamento de luz em multiângulos
<b>RE</b>	Equivalente de Rutina
<b>RG</b>	Ramnogalacturonanas
<b>UV</b>	Ultravioleta
<b>XGA</b>	Xilogalacturonanas



## SUMÁRIO

<b>Introdução</b>	23
<b>Referências</b>	25
<b>Capítulo 1 – Revisão Bibliográfica</b>	27
1.1 Melancia	29
1.2 Tecnologia do processamento de sucos	29
1.3 Aplicação de pectinases na obtenção de sucos de frutas	31
1.4 Compostos bioativos	33
1.5 Atividade antioxidante	35
1.6 Análise sensorial	38
<b>Referências</b>	40
<b>Capítulo 2 – Efeito da adição de albedo na composição química, atividade antioxidante e aceitabilidade sensorial de suco de melancia (<i>Citrullus lanatus</i> cv. Crimson Sweet)</b>	42
Resumo	52
Abstract	54
<b>1 Introdução</b>	55
<b>2 Material e métodos</b>	56
2.1 Materiais	57
2.2 Preparação dos sucos	57
2.3 Planejamento experimental	58
2.4 Formulação dos sucos de melancia	59
2.5 Procedimento de extração de antioxidantes	60
2.6 Sólidos solúveis totais, pH e acidez titulável	60
2.7 Análise de sacarose, glicose e frutose	61
2.8 Extração dos polissacarídeos	61
2.8.1 Composição monossacarídica	62
2.8.2 Análise por cromatografia de exclusão estérica acoplada (HPSEC)	63
2.8.3 Análise de espectroscopia de infravermelho	63
2.8.4 Espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN)	63
2.9 Determinação do teor de licopeno	63
2.10 Determinação do teor de Compostos Fenólicos Totais	64
2.11 Determinação do teor de flavonóides	64
2.12 Determinação da atividade antioxidante	65
2.13 Análise sensorial	65
2.14 Análise estatística	66
<b>3 Resultados e discussão</b>	67
3.1 Efeito do tratamento enzimático no rendimento do albedo hidrolisado	67

3.2 Sólidos solúveis totais, pH e acidez titulável	69
3.3 Açúcares	70
3.4 Composição monossacarídica	71
3.5 Licopeno, compostos fenólicos totais e flavonóides	77
3.6 Atividade antioxidante hidrofílica e lipofílica (DPPH e FRAP)	79
3.7 Análise sensorial	81
<b>4 Conclusão</b>	84
<b>Referências</b>	85
<b>Apêndice A</b> – Ficha para avaliação sensorial da aceitabilidade e intenção de consumo das amostras de suco de melancia	91
<b>Anexo A</b> – Trabalho parcial apresentado em evento	92
<b>Anexo B</b> – Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC	93

## Introdução

A melancia (*Citrullus lanatus*) é uma fruta típica de países com clima tropical a temperado. É uma importante cultura vegetal, com produção anual de aproximadamente 100 milhões de toneladas (FAO, 2010). Dentre os cultivares mais plantados no Brasil, destaca-se a cultivar Crimson Sweet, pois apresenta vantagens como baixo custo de sementes, resistência ao transporte e tolerância ao ataque de doenças (FILGUEIRA, 2000; VILLA, 2001). Segundo dados da Pesquisa de Orçamento Familiar, o consumo deste fruto no país é de 3,49 kg/per capita/ano (IBGE, 2009).

O consumo de sucos de frutas e produtos derivados tem aumentado nos últimos anos, devido à alta demanda de produtos naturais. No caso do suco de melancia, o aumento de sua popularidade tem sido atribuído às suas características físicas, sensoriais e nutricionais (AGUILÓ-AGUAYO; SOLIVA-FORTUNY; MARTÍN-BELLOSO, 2010). No entanto, durante a produção desse suco, apenas 54 % da melancia fresca é transformada em suco, sendo que os outros 46 %, que são constituídos principalmente por albedo (25 %), são considerados resíduos.

Os resíduos de frutas e hortaliças, que são geralmente desprezados pela indústria, podem ser utilizados como fontes alternativas de nutrientes, com o objetivo de aumentar o valor nutritivo da dieta, pois constituem fontes promissoras de compostos funcionais (PEREIRA et al., 2003; HENNINGSSON et al., 2004). Além disso, a utilização total das frutas pode levar a diminuição de perdas na indústria, aumentando a rentabilidade dos produtos (AYALA-ZAVALA et al., 2011).

A utilização de tecnologias sustentáveis visando o aproveitamento de resíduos tem sido o foco de muitas pesquisas e nesse contexto, as enzimas constituem uma alternativa promissora. Muitos pesquisadores têm reportado o uso das enzimas pectinase e celulase com a finalidade de aumentar o rendimento de sucos e promover a recuperação de antocianinas e compostos fenólicos (LANDBO; MEYER, 2004; LEE; WROLSTAD, 2004). Entretanto, para um resultado satisfatório, a otimização de parâmetros como concentração de enzima, tempo de tratamento e temperatura de incubação, se faz necessária (SIN et al., 2006; JACOB; SUKUMARAN; PREMA, 2008).

Segundo Busto et al. (2006), enzimas pectinolíticas são amplamente utilizadas em indústrias de processamento de frutas com o objetivo de hidrolisar substâncias pécticas. O albedo da melancia, assim

como o de outras frutas, é rico em pectina e dessa forma, o tratamento enzimático pode ser utilizado para o aproveitamento do mesmo. Assim, o albedo hidrolisado resultante da hidrólise pode ser utilizado no desenvolvimento de novos produtos, devido à possibilidade da adição a outros produtos alimentícios, como por exemplo, o suco de melancia.

Com o desenvolvimento de novos produtos deve-se aliar a preferência do consumidor, que busca produtos que tenham um diferencial de saúde, conveniência e inovação, dessa maneira, a análise sensorial torna-se uma importante ferramenta na definição de propriedades efetivamente subjetivas e que são fundamentais para aceitação e preferência dos produtos pelos consumidores (LANZILLOTTI, 1999; QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

A utilização do processamento enzimático para o aproveitamento do albedo de melancia, assim como a adição do albedo hidrolisado para a formulação de sucos integrais de melancia se mostra relevante. Dessa forma, a determinação das melhores condições para a obtenção de um alto rendimento do albedo hidrolisado com enzima pectinase, assim como o estudo do efeito da adição deste na composição química, atividade antioxidante e aceitabilidade sensorial do suco de melancia, constituem fatores essenciais para o desenvolvimento de novos produtos.

Este trabalho será apresentado na forma de artigos, divididos nos seguintes capítulos:

Capítulo 1 – Embasamento bibliográfico abordando os principais temas envolvidos no trabalho: melancia, tecnologia do processamento de sucos, aplicação de pectinases na obtenção de sucos de frutas, compostos bioativos e atividade antioxidante.

Capítulo 2 – Efeito da adição de albedo na composição química, atividade antioxidante e aceitabilidade sensorial de suco de melancia (*Citrullus lanatus* cv. Crimson Sweet).



## Referências

AGUILÓ-AGUAYO, I.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Color and viscosity of watermelon juice treated by high-intensity pulsed electric fields or heat, **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 11, p. 299–305, 2010.

AYALA-ZAVALA, J.F.; VEGA-VEGA, V.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; PALAFOX-CARLOS, H.; VILLA-RODRIGUEZ, J.A.; WASIM SIDDIQUI, M.; DÁVILA-AVIÑA, J.E.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives, **Food Research International**, v. 44, p. 1866–1874, 2011.

BUSTO, M.D.; GARCÍA-TRAMONTÍN, K.E.; ORTEGA, N.; PEREZ-MATEOS, M. Preparation and properties of an immobilized pectinlyase for the treatment of fruit juices, **Bioresource Technology**, v. 97, p. 1477–1483, 2006.

FAO - Food and Agriculture Organization. **Dados de produção agrícola em 2010**. Disponível em:

<<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 18 de outubro de 2012.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000, 402p..

HENNINGSSON, S.; HYDE, K.; SMITH, A.; CAMPBELL, M. The value of resource efficiency in food industry: a waste minimisation project in East Anglia, UK. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008\\_2009\\_aquisicao/default\\_zip.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aquisicao/default_zip.shtm)> Acesso em: 18 de maio de 2011.

JACOB, N.; SUKUMARAN, R.K.; PREMA, P. Optimization of Enzymatic Clarification of Sapodilla Juice: A Statistical Perspective. **Applied Biochemistry Biotechnology**, v. 151, p.353–363, 2008.

LANDBO, A.K.; MEYER, A.S. Effects of different enzymatic maceration treatments on enhancement of anthocyanins and other phenolics in black currant juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.5, p. 503 – 513, 2004.

LANZILLOTTI, R. S.; LANZILLOTTI, H. S. Análise sensorial sob o enfoque da decisão fuzzy. **Revista de Nutrição**, v.12, n.2, p.145-157, 1999.

LEE, J.; WROLSTAD, R.E. Extraction of Anthocyanins and Polyphenolics from Blueberry Processing Waste. **Journal of Food Science**, v. 69, n. 7, p. C564-C573, 2004.

PEREIRA, G.I.S.; PEREIRA, R.G.F.A.; BARCELOS, M.F.P.; MORAIS, A.R. Avaliação química da folha de cenoura visando ao seu aproveitamento na alimentação humana. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.4, p. 852-857, 2003.

QUEIROZ, M.I.; TREPTOW, R.O. **Análise Sensorial para Avaliação da Qualidade dos Alimentos**. 1. ed. Rio Grande: Editora da FURG, 2006. 266p.

SIN, H.N.; YUSOF, S.; HAMID, N.S.A.; RAHMAN, R.B. Optimization of enzymatic clarification of sapodilla juice using response surface methodology. **Journal of Food Engineering**, v. 73, p. 313–319, 2006.

VILLA, W.; GROPPPO, G.A.; TESSARIOLI NETO, J.; GELMINI, G.A. **Cultura da melancia**. Campinas: CATI, 2001. 52p. (Boletim Técnico, 243).

# **Capítulo 1**

## **Revisão Bibliográfica**



## 1 Revisão bibliográfica

### 1.1 Melancia

O gênero *Citrullus spp.* inclui a espécie *Citrullus lanatus* conhecida comumente como melancia, que é uma planta herbácea de ciclo vegetativo anual. Pertencente à família das curcubitáceas, é originária da África equatorial. A forma do fruto pode ser redonda, oblonga ou alongada, podendo atingir 60 cm de comprimento. A casca é espessa (1 a 4 cm), e o exocarpo é verde claro ou escuro, listado ou com manchas. A parte comestível do fruto corresponde à polpa (FILGUEIRA, 2000; ALMEIDA, 2003).

A cultivar típica plantada no Brasil é a *Crimson Sweet*, que surgiu no final dos anos 80 e ainda hoje é muito plantada, principalmente pelo baixo custo da semente. Os frutos medem de 30 a 40 cm de comprimento por 25 a 30 cm de diâmetro, com peso em torno de 10 a 14 kg (FILGUEIRA, 2000; VILLA, 2001).

Figura 1.1 – Melancia cultivar *Crimson Sweet*.



Fonte: próprio autor

Essa cultura vegetal é economicamente importante em países de clima tropical a temperado, pois apresenta menor tolerância às baixas temperaturas (FILGUEIRA, 2000). A produção mundial ultrapassou 100 milhões de toneladas no ano de 2010; a Ásia contribuiu com 83,1 % desta quantidade e a China destacou-se como o maior produtor mundial (FAO, 2010). No Brasil, a melancia é cultivada em praticamente todos os estados e segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram produzidas 2.198.624 toneladas da fruta em 2011. Rio Grande do Sul foi o maior estado produtor e Santa Catarina produziu, nesse mesmo ano, cerca de 40 mil toneladas.

A melancia vem se destacando como um importante produto do agronegócio brasileiro, sendo explorada comercialmente por pequenas, médias e grandes empresas. Na cadeia produtiva, a cultura é considerada uma importante fonte de geração de emprego e renda, principalmente para a agricultura familiar, com variações na rentabilidade de acordo com o nível tecnológico utilizado nas lavouras. Dessa forma, as explorações são mais rentáveis quando são conduzidas com tecnologia adequada (LEONEL et al., 2000; VILELA; AVILA; VIEIRA, 2006).

A fruta é apreciada pelos consumidores por sua textura, aroma e sabor refrescante. Dados da Pesquisa de Orçamento Familiar mostram que no Brasil a média de consumo é de 3,49 kg/per capita/ano. No meio urbano a região Centro-Oeste é a maior consumidora, com 4,29 kg/per capita/ano. Já no meio rural, o consumo da região Sul é o maior com 6,99 kg/per capita/ano; e o estado de Santa Catarina destaca-se como o consumidor majoritário (IBGE, 2009).

Em relação a sua composição química pode-se inferir que a melancia é uma fruta com baixo valor calórico, porém possui importantes componentes como o licopeno, que confere a cor vermelha à melancia e é um carotenóide com importante atividade antioxidante (ROLDÁN-GUTIÉRREZ; CASTRO, 2007; MAIANI et al., 2009). Além disso, assim como em outras frutas, sua doçura é uma característica que define sua qualidade, e os açúcares frutose, glicose e sacarose estão presentes em diferentes proporções dependendo do cultivar (YATIV; HARARY; WOLF, 2010).

Alguns pesquisadores têm estudado a utilização do albedo de melancia como matéria-prima no desenvolvimento de novos produtos. Sant'Ana e Oliveira (2005) desenvolveram doces cremosos e em calda utilizando o albedo da melancia e obtiveram excelente aceitação sensorial entre adultos e crianças. Pesquisas afirmam que o albedo da

melancia é rico em fibra alimentar insolúvel e uma fonte natural de citrulina, um importante aminoácido para algumas funções orgânicas (GUIMARÃES et al., 2006; RIMANDO; PERKINS-VEAZIE, 2005). Em estudo conduzido por Guimarães, Freitas e Silva (2010) foi obtido bolo simples com boa aceitabilidade quando parte da farinha de trigo foi substituída por farinha do albedo da melancia.

Pesquisas mostram que os subprodutos de frutas e vegetais podem ter alto valor nutricional, além disso, podem ser utilizados como um ingrediente alimentar devido a propriedades como, por exemplo, a de geleificação (O'SHEA; ARENDT; GALLAGHER, 2012). Apesar disso, a utilização do albedo de melancia, bem como produtos de melancia que tenham valor agregado, como os minimamente processados e o suco de melancia ainda são escassos no Brasil (MARTINS et al., 2008).

### *1.2 Tecnologia do processamento de sucos*

O Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial de produção de frutas com aproximadamente 43 milhões de toneladas anuais e uma área plantada em torno de 2,2 milhões de hectares. Do total de frutas produzidas no país, 47 % é consumido *in natura* e 53 % são processadas. No âmbito do processamento está incluída a produção de sucos, que tem crescido nos últimos anos e se torna uma alternativa para os fruticultores obterem melhores ganhos financeiros. Esse mercado é interessante, pois movimentava bilhões todo ano, estando o consumo global centralizado nos países da Europa e América do Norte, onde a renda per capita é mais elevada. No Brasil, o segmento de sucos industrializados também evidencia forte crescimento nos últimos anos (PIMENTEL et al., 2009).

Aliado a esse desenvolvimento deve estar a preferência do consumidor, que busca produtos que tenham um diferencial de saúde, conveniência e inovação. Por isso, a utilização de tecnologias que mantenham as características sensoriais mais próximas possíveis do suco *in natura* é necessária. No caso do suco de melancia a preservação da cor e do teor de licopeno são essenciais para uma boa aceitabilidade pelos consumidores (QUEK; CHOK; SWEDLUND, 2007; OMS-OLIU et al., 2009; RAWSON et al., 2011).

A tecnologia mais utilizada na fabricação de sucos é o tratamento térmico através da pasteurização, que envolve temperaturas abaixo de 100°C e destrói micro-organismos patogênicos e deteriorantes com baixa resistência ao calor. Em sucos de frutas, esse tratamento é realizado em um intervalo de temperatura de 90-95 °C por 15-60 segundos (NAGY; CHEN; SHAW, 1993; OETTERER; REGITANO-D'ARE; SPOTO, 2006).

Existem também tratamentos alternativos para a fabricação de sucos, que objetivam uma melhor qualidade e conservação das características nutricionais e sensoriais. Para o suco de melancia, Aguiló-Aguayo; Soliva-Fortuny e Martín-Belloso (2010) utilizaram a tecnologia do campo elétrico pulsado (*High-Intensity Pulsed Electric Fields* - HIPEF) e o tratamento térmico (90°C por 30-60 segundos), e compararam as mudanças no sabor durante a estocagem do suco a 4°C por 56 dias. Estes pesquisadores concluíram que houve maior retenção de compostos que conferem sabor e aroma no suco submetido ao tratamento HIPEF do que no tratado termicamente. Oms-Oliu et al. (2009) também utilizaram HIPEF e obtiveram máxima retenção de licopeno (113 %), vitamina C (72 %) e capacidade antioxidante (100 %).

Rawson et al. (2011) utilizaram a termossonicação em diferentes temperaturas (25-45 °C), níveis de amplitude (24,1-60 µm) e tempo (2-10 minutos), com frequência constante de 20 kHz, e obtiveram boa retenção de ácido ascórbico e licopeno no suco de melancia. A microfiltração também foi utilizada na fabricação de suco de melancia, produzindo um suco clarificado e menos viscoso, porém, com baixo teor de licopeno, que ficou retido na membrana (RAI et al., 2010).

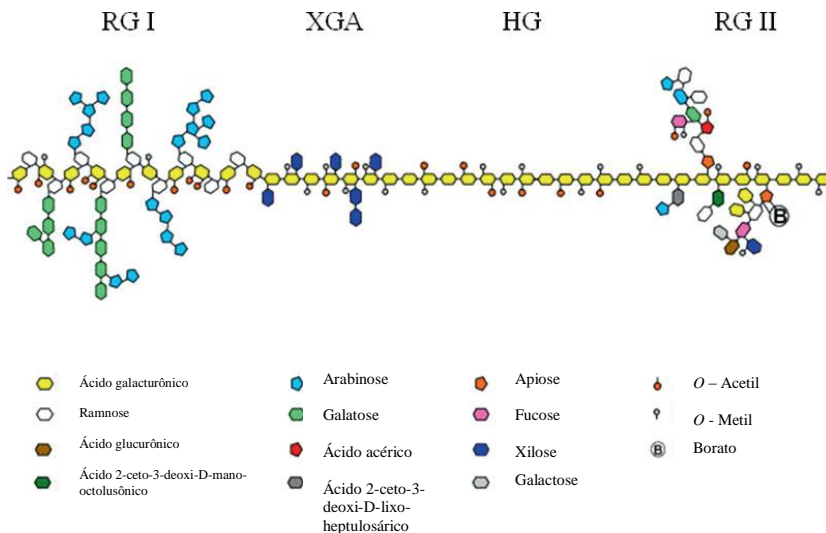
Muitos pesquisadores têm reportado o uso das enzimas pectinase e celulase no aumento do rendimento de sucos, na recuperação de antocianinas e compostos fenólicos. A extração enzimática aumentou significativamente a recuperação do conteúdo total de antocianinas em sucos de groselha preta (LANDBO; MEYER, 2004) e resíduos de mirtilo (LEE; WROLSTAD, 2004). Entretanto, na literatura, não existem trabalhos que utilizem tratamento enzimático para aproveitamento do albedo de melancia.



### 1.3 Aplicação de pectinases na obtenção de sucos de frutas

Quimicamente, substâncias pécicas são complexos coloidais de polissacarídeos, constituídos por resíduos de ácidos galacturônicos ligados por ligações do tipo  $\alpha$ -1,4. As pectinas são estrutural e funcionalmente os polissacarídeos mais complexos presentes na parede celular vegetal (Figura 1.2). Desempenham funções relacionadas com crescimento, morfologia, desenvolvimento, adesão, expansão, porosidade, sinalização e respostas de defesa contra patógenos. Essas substâncias contribuem com a firmeza e estrutura dos tecidos de plantas, que em combinação com a celulose e hemicelulose, através de ligações covalentes, dão origem à chamada protopectina. Com o envelhecimento do vegetal, a pectina é enzimaticamente degradada provocando a perda de rigidez do material estrutural (BOBBIO; BOBBIO, 2001; KASHYAP et al., 2001; GUMMADI; MANOJ; KUMAR, 2007; MOHNEN, 2008; GUMMADI et al., 2009).

Figura 1.2 – Estrutura esquemática da pectina.



Fonte: Jacob (2009)

RG I – ramnogalacturonanas I; XGA – xilogalacturonanas;

HG – homogalacturonanas; RG II – ramnogalacturonanas II

A pectina é uma das biomacromoléculas mais complexas da natureza e pode ser composta por pelo menos sete diferentes polissacarídeos (JACOB, 2009). Segundo Mohnen (2008) as pectinas pertencem a uma família de polissacarídeos ricos em ácido galacturônico, incluindo homogalacturonanas (HG), ramnogalacturonanas I (RGI), ramnogalacturonanas II (RGII) e xilogalacturonanas (XGA), cujas estruturas estão representadas na Figura 1.2.

As HG são homopolímeros lineares unidos por ligações do tipo  $\alpha$ -1,4 e representam aproximadamente 65 % da estrutura da pectina. As RGI compõem de 20 a 35 % da estrutura da pectina e são formadas por uma cadeia de dissacarídeos repetitivos. As RGII possuem uma estrutura complexa devido aos substituintes que possuem, sua cadeia principal é composta por ácidos galacturônicos unidos por ligações do tipo  $\alpha$ -1,4 e apresentam como substituintes oligossacarídeos contendo 12 tipos diferentes de açúcares, unidos por até 20 ligações distintas. As RGII representam cerca de 10 % da estrutura da pectina. As XGA têm sua expressão mais restrita e se diferenciam das HG pela substituição em *O*-3 por  $\beta$ -D-xilose (MOHNEN, 2008; JACOB, 2009).

Com base no grau de esterificação, substâncias pécnicas são classificadas em protopectina, pectina, ácido pectínico e ácido pécico. A protopectina é altamente esterificada (> 90 %) e é insolúvel em água; as demais substâncias possuem graus de esterificação menores e são solúveis em água (KASHYAP et al., 2001; GUMMADI; MANOJ; KUMAR, 2007; GUMMADI et al., 2009).

As pectinases são enzimas produzidas por plantas, insetos e micro-organismos como fungos e bactérias. A classificação dessas enzimas é baseada no ataque à molécula de galacturona. Existem basicamente três tipos de enzimas pécnicas: enzimas com ação de desesterificação (pectinesterase), despolimerização (hidrolases e liases) e as protopectinases. As primeiras estão presentes em praticamente todas as preparações comerciais de enzimas pectinolíticas. Além do modo de ação, podem também ser classificadas pelo substrato de preferência, que pode ser o ácido pécico (ou pectato), que são os ácidos poligalacturônicos que não apresentam metoxilação, ou o ácido pectínico ou pectina, que são os ácidos poligalacturônicos que contêm quantidades variáveis de grupos metoxílicos (ALKORTA et al., 1998; JACOB, 2009).

Pectinase é uma mistura de várias enzimas, incluindo a pectinesterase, poligalacturonase e hemicelulase, que junto com outras enzimas como as celulases, é muito utilizada na indústria de sucos de frutas onde são empregadas durante a etapa de extração, clarificação e modificação de sucos, pois são capazes de romper as substâncias pécnicas (MALDONADO; SAAD, 1998). O uso dessas enzimas aumenta o rendimento, diminui a viscosidade e promove a clarificação dos sucos de frutas (ALKORTA et al., 1998; GUMMADI; MANOJ; KUMAR, 2007; GUMMADI et al., 2009).

A importância dessas enzimas no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis já está estabelecida e elas podem ser aplicadas em vários setores da indústria, sempre que a degradação de substâncias pécnicas for necessária ao processo (JACOB, 2009). Entretanto, para um resultado satisfatório é necessária a otimização de parâmetros como concentração da enzima, tempo de tratamento e temperatura de incubação (RAI et al., 2004; SIN et al., 2006; JACOB; SUKUMARAN; PREMA, 2008). Abdullah et al. (2007) otimizaram o processo de extração enzimática de suco de carambola e concluíram que a condição de tratamento enzimático recomendado é de 0,10 % de concentração da enzima, com temperatura de 30 °C por 20 minutos. Para a clarificação do suco de banana os parâmetros foram diferentes, com concentração enzimática de 0,084 %, temperatura de 43,2 °C e tempo de incubação de 80 minutos (LEE et al., 2006).

#### *1.4 Compostos bioativos*

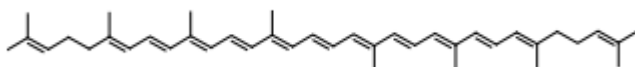
Estudos epidemiológicos indicam que dietas ricas em frutas e vegetais reduzem o estresse oxidativo através da ação dos compostos bioativos, diminuindo assim a ocorrência de doenças crônicas como a arteriosclerose (HUNG et al., 2004). Essas propriedades benéficas das frutas são atribuídas aos compostos bioativos, que possuem diferentes estruturas químicas e ocorrem naturalmente em pequenas quantidades nas plantas e em alguns produtos alimentícios (KRIS-ETHERTON et al., 2002). Os sucos de frutas são boas fontes desses compostos, e no suco de melancia podemos encontrar compostos como os carotenóides, fenólicos e flavonóides (KIEFER et al., 2004; ALTAS et al., 2011).

Carotenóides são pigmentos lipossolúveis naturais encontrados em plantas e do ponto de vista químico podem ser divididos em dois

grupos, carotenos e xantofilas. Sua característica estrutural é um sistema de duplas ligações conjugadas, que influenciam a química, bioquímica e propriedades físicas dessas substâncias. A família dos carotenóides apresenta mais de 600 compostos, entre os quais os mais conhecidos são o licopeno,  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno, luteína e zeaxantina. A propriedade-chave desses compostos é a sua capacidade para sequestro de oxigênio singlet e radicais livres; essa capacidade depende do número de duplas camadas conjugadas, o que faz do licopeno, carotenóide predominante na melancia, muito efetivo (QUIRÓS; COSTA, 2006; ROLDÁN-GUTIÉRREZ; CASTRO, 2007; MAIANI et al., 2009).

O licopeno confere a cor vermelha a melancia, sua fórmula molecular é  $C_{40}H_{56}$ , tem massa molar de 536,85 Daltons, sendo um isômero de cadeia aberta do  $\beta$ -caroteno. Este composto tem sido estudado por sua atividade antioxidante (PERKINS-VEAZIE et al., 2001). Devido a sua estrutura química contendo onze ligações duplas conjugadas, o licopeno é um poderoso antioxidante e sequestrador de radicais livres (Figura 1.3). Além disso, em uma meta-análise realizada por Ried e Fakler (2011) foi concluído que a ingestão de 25 mg ou mais de licopeno por dia é efetiva na redução do colesterol LDL em cerca de 10 %, o que é comparável ao efeito de baixas doses de estatinas em pacientes com níveis de colesterol elevados levemente.

Figura 1.3 – Estrutura química do licopeno.



Fonte: Rodriguez-Amaya; Kimura e Amaya-Farfan (2008).

De acordo com Perkins-Veazie et al. (2001), o conteúdo desse composto na melancia pode variar entre os cultivares, fontes de produção, estações do ano, países, entre outros fatores. Um estudo da composição de 50 cultivares de melancia com e sem sementes em Oklahoma, encontrou uma grande diversidade do conteúdo de licopeno entre os cultivares, variando entre 3,3 e 10,0 mg/100g de peso fresco (PERKINS-VEAZIE et al., 2006).

Outros compostos bioativos de importância são os compostos fenólicos, que estão naturalmente presentes em alimentos de origem vegetal como a melancia, e possuem um papel fundamental no desenvolvimento da cor e sabor de sucos de frutas e vinhos (ARNOUS;

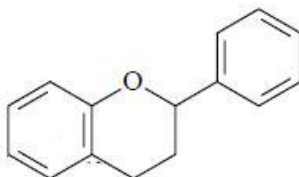
MAKRIS; KEFALAS, 2002; RAWSON et al., 2011). Está bem demonstrado na literatura que os compostos fenólicos produzem efeitos fisiológicos benéficos à saúde (SIES, 2010; CEYMANN et al., 2012).

Quantidade significativa de fenólicos ocorrem frequentemente em alimentos como frutas e verduras que são rotineiramente consumidas em nossa dieta (ARNOUS; MAKRIS; KEFALAS, 2002). Segundo Tlili et al. (2011b), na melancia a quantidade de fenólicos pode variar entre 13,72 e 26,02 mg EAG/100g dependendo da cultivar. Um estudo que analisou a capacidade antioxidante e os compostos fenólicos em 62 frutas demonstrou que a melancia de polpa vermelha possui em média 24,66 mg EAG/100g, valor maior do que o encontrado em variedades de polpa amarela e laranja (FU et al., 2011).

Os compostos fenólicos incluem muitas classes de substâncias que podem ser ácidos fenólicos, antocianinas e flavonóides. Dentre eles, na melancia, destacam-se os flavonóides, que compõem uma classe de compostos com baixa massa molar, caracterizados pelo núcleo flavan. Os flavonóides também estão largamente distribuídos entre folhas, sementes, cascas e flores de plantas (ALTAS et al., 2011).

Muitos dos efeitos benéficos dessas substâncias estão ligados à sua capacidade antioxidante. A propensão de um flavonóide inibir radicais livres deve-se à sua estrutura química (Figura 1.4). Uma vez que estes compostos são baseados no núcleo flavan, o número, a posição, e tipos de substituições influenciam sua atividade antioxidante (HEIM; TAGLIAFERRO; BOBILYA, 2002). Os flavonóides provenientes de frutas e verduras têm sido extensivamente estudados, porém, na melancia, poucos estudos relatam a quantidade desses compostos. Segundo Tlili et al. (2011b) os flavonóides na melancia podem variar entre 19,31 e 26 mg RE/100g de acordo com a variedade estudada.

Figura 1.4 – Estrutura química dos flavonóides.



Fonte: Ugaz (1998)

### *1.5 Atividade antioxidante*

Está bem demonstrado que os compostos bioativos como licopeno, fenólicos e flavonóides possuem efeitos protetores, com atividade antioxidante, que é necessária para a proteção contra danos oxidativos (ALTAS et al., 2011; HALVORSEN; BLOMHOFF, 2011; TLILI et al., 2011b). Esses danos oxidativos são causados por espécies reativas de oxigênio, como os radicais superóxidos ( $O_2^{\cdot-}$ ), hidroxil ( $HO^{\cdot}$ ) e peroxil ( $ROO^{\cdot}$ ), os quais são constantemente gerados no organismo vivo através do metabolismo aeróbico e também por fontes exógenas como as radiações UV, poluição ambiental e a dieta (GLISZCZYNSKA-SWIGŁO, 2006).

Em condições fisiológicas, as células exibem uma auto-proteção contra os danos oxidativos através da atividade antioxidante enzimática (superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase) e não enzimática com componentes como vitaminas E e C. Quando a produção de espécies reativas de oxigênio é aumentada ocorre um distúrbio no balanço entre fatores oxidantes e antioxidantes resultando em condições pró-oxidativas (HOPPS et al., 2010). Para atrasar ou impedir esse estresse oxidativo existem substâncias denominadas antioxidantes, que agem por um ou mais dos seguintes mecanismos: reduzindo a atividade de espécies reativas, sequestrando radicais livres, formando complexos com metais pró-oxidantes ou sequestrando o oxigênio singlet (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007; TACHAKITTIRUNGROD; OKONOGI; CHOWWANAPHOONPOHN, 2007).

Pesquisas demonstram que o consumo desses antioxidantes, através de uma dieta rica em frutas e vegetais, traz benefícios no combate ao estresse oxidativo, diminuindo assim o risco de desenvolvimento de doenças crônicas (DRAGSTED et al., 2006; ESMAILZADEH et al., 2006; STEA et al., 2008). O estudo de Wu et al. (2007) demonstrou que o consumo de suco de melancia reduziu as concentrações séricas de fatores de risco cardiovascular e melhorou o controle glicêmico em ratos obesos com diabetes tipo-II.

Para determinar a capacidade antioxidante total nos diferentes alimentos, extratos vegetais e bebidas, tem sido desenvolvida uma variedade de ensaios. Diferentes mecanismos de reações químicas estão envolvidos nesses ensaios, os quais podem ser baseados na transferência

de elétrons, como por exemplo o Potencial Antioxidante Redutor Férrico (FRAP), ou no sequestro de radicais orgânicos, como o DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil) (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2006; ÇELIK et al., 2010; HALVORSEN; BLOMHOFF, 2011).

O ensaio FRAP é um método simples, baseado na habilidade dos antioxidantes reduzirem um oxidante, causando uma mudança de coloração quando este é reduzido (ÇELIK et al., 2010; HALVORSEN; BLOMHOFF, 2011). Por outro lado, a metodologia DPPH é baseada na captura do radical DPPH por antioxidantes, produzindo um decréscimo na absorvância a 515 nm, sendo também considerado um teste simples e rápido (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSSET, 1995; PRIOR; WU; SCHAICH, 2005). Devido a essas diferenças de mecanismos de ação, alguns autores tem recomendado a utilização de mais de um método para a mensuração da atividade antioxidante de frutas e vegetais (SCHLESIER et al., 2002; HUANG; OU; PRIOR, 2005, FLOEGEL et al., 2011).

Além disso, assim como em outras frutas, dentre os antioxidantes presentes na melancia alguns são hidrofílicos, como os fenólicos, e outros lipofílicos, como o licopeno. Dessa forma, vários estudos têm determinado a atividade antioxidante em diferentes extratos de acordo com a solubilidade dos compostos presentes em frutas e vegetais (ARNAO; CANO; ACOSTA, 2001; THAIPONG et al, 2006; ÇELIK et al., 2010; HALVORSEN; BLOMHOFF, 2011; KAUR et al, 2013).

Assim, diferentes solventes podem ser utilizados. Geralmente nos extratos hidrofílicos são utilizados metanol, etanol ou água, já para os extratos lipofílicos podem ser utilizados solventes como o clorofórmio e a acetona (THAIPONG et al.; 2006; SUN; POWERS; TANG, 2007). O efeito dos solventes torna-se um parâmetro essencial no comportamento químico dos compostos antioxidantes. Assim, estudos mostram que os valores de atividade antioxidante devem ser comparados apenas quando as mensurações forem realizadas pelo mesmo método e no mesmo solvente (PÉREZ-JIMENEZ; SAURA-CALIXTO, 2006; ÇELIK et al.; 2010).

Cho et al. (2007) afirmam que tanto a análise da capacidade antioxidante hidrofílica quanto a lipofílica são necessárias para caracterizar a real capacidade antioxidante das plantas. Na melancia variedade *Crimson Sweet*, Tlili et al. (2011a) observaram que a atividade

antioxidante do extrato hidrofílico foi 290,9 µmol Trolox/100g e no extrato lipofílico foi 258,9 µmol Trolox/100g.

### *1.6 Análise sensorial*

A análise sensorial pode ser definida como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ABNT, 1993). Este tipo de análise é realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às diferentes sensações que se originam de reações fisiológicas resultantes de determinados estímulos, dessa forma, é possível interpretar as propriedades intrínsecas dos produtos (IAL, 2005).

A análise sensorial é muito utilizada em escala industrial, pois apresenta uma estreita relação com controle de qualidade de alimentos. Dessa maneira, torna-se um processo de aplicabilidade em desenvolvimento e melhoramento de produtos, controle de qualidade, estudos sobre armazenamento e desenvolvimento de processos. Assim, a análise sensorial é uma importante ferramenta na definição de propriedades fundamentais para aceitação e preferência dos produtos pelos consumidores (QUEIROZ; TREPTOW, 2006; MARTÍNEZ, 2007).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1993) os métodos sensoriais são classificados em três categorias: métodos discriminativos, que estabelecem diferenças qualitativas e/ou quantitativas entre as amostras; métodos descritivos, nos quais as características das amostras são descritas de maneira objetiva; e métodos subjetivos (afetivos) que expressam a opinião pessoal do consumidor.

Através dos métodos subjetivos a opinião do consumidor é avaliada através de sua preferência e/ou aceitação do produto. É importante observar que esses conceitos são distintos, visto que a preferência é o mais alto grau de gostar, sendo influenciada por fatores como religião, hábitos alimentares e qualidade do produto. Já a aceitação é o fato de um determinado indivíduo ou população ser favorável ao consumo de um produto e varia com o poder aquisitivo e com o grau de cultura do consumidor (QUEIROZ; TREPTOW, 2006).



Por isso, pesquisas com consumidores são importantes no desenvolvimento de novos produtos, pois permitem uma avaliação global do produto e verificação da aceitação do mesmo (KLEEF; TRIJP; LUNING, 2005).

O grau de aceitação de determinado produto pode ser determinado pelo uso de escala hedônica e escala de atitude (HEIN et al., 2008). A escala hedônica expressa o grau de gostar ou desgostar de uma amostra pelo consumidor. A escala hedônica de nove pontos tem sido indicada como a mais sensível, sendo ancorada nas expressões “desgostei extremamente” e “gostei extremamente”, passando por um ponto que corresponde à sensação de indiferença. Na escala de atitude espera-se conhecer a intenção de consumo do produto, que é avaliado como um todo e não apenas por uma característica específica (QUEIROZ; TREPTOW, 2006; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

Sabbe et al. (2009) avaliaram aceitabilidade global e o sabor de sucos de frutas com diferentes concentrações de açaí através de escala hedônica de nove pontos, e observaram que os sucos com menores concentrações de açaí obtiveram maior aceitabilidade. Vázquez-Araújo et al. (2011) utilizaram a análise sensorial para avaliar a aceitabilidade de sucos de romã adicionados de albedo, os resultados desse estudo mostraram que a adição de albedo não foi aceita pelos consumidores, pois aumentou a quantidade de polpa em suspensão no suco. No trabalho de Laaksonen et al. (2012) o efeito do processamento enzimático nas propriedades sensoriais de suco de groselha foi avaliado através da análise sensorial, e foi observado que o suco processado com a enzima Pectinase 714L apresentou uma maior adstringência e menor doçura que o suco sem tratamento enzimático, porém a acidez foi percebida na mesma intensidade em ambos os sucos.

## Referências

ABDULLAH, A.G.L.; SULAIMAN, N. M.; AROUA, M.K.; NOOR, M.J.M.M. Response surface optimization of conditions for clarification of carambola fruit juice using a commercial enzyme. **Journal of Food Engineering**, v. 81, p. 65–71, 2007.

AGUILÓ-AGUAYO, I.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Color and viscosity of watermelon juice treated by high-intensity pulsed electric fields or heat, **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 11, p. 299–305, 2010.

ALKORTA, I.; GARBISU, C.; LLAMA, M. J.; SERRA, J. L. Industrial applications of pectic enzymes: a review. **Process Biochemistry**, v. 33, n. 1, p. 21-28, 1998.

ALTAS, S.; KIZIL, G.; KIZIL, M.; KETANI, A.; HARIS, P. I. Protective effect of Diyarbakır watermelon juice on carbon tetrachloride-induced toxicity in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 49, p. 2433–2438, 2011.

ALMEIDA, D. P. F. A cultura da melancia. **Faculdade de Ciências: Universidade do Porto**, p.1 – 9, 2003. Disponível em: <<http://dalmeida.com/hortnet/Melancia.pdf>> Acesso em: 12 de dezembro de 2012.

ARNAO, M.B.; CANO, A.; ACOSTA, M. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. **Food Chemistry**, v. 73, p. 239-244, 2001.

ARNOUS, A.; MAKRIS, D.P.; KEFALAS, P. Correlation of pigment and flavanol content with antioxidant properties in selected aged regional wines from Greece. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 15, p. 655-665, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Terminologia – NBR 12806**. São Paulo: ABNT, 1993, 8p.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.A. **Química do Processamento de Alimentos**. 3ª ed. São Paulo: Varela, 2001. 148p.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, p. 25–30, 1995.

ÇELIK, S.E.; OZYUREK, M.; GUÇIU, K.; APAK, R. Solvent effects on the antioxidant capacity and hydrophilic antioxidants measured by CUPRAC, ABTS/persulphate and FRAP methods. **Talanta**, v. 81, p. 1300-1309, 2010.

CEYMAN, M.; ARRIGONI, E.; SCHARER, H.; NISING, A.B.; HURRELL, R. F. Identification of apples rich in health-promoting flavan-3-ols and phenolic acids by measuring the polyphenol profile. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 26, p. 128–135, 2012.

CHO, Y.S.; YEUM, K.J.; CHEN, C.Y.; BERETTA, G.; TANG, G.; KRINSKY, N.I.; YOON, S.; LEE-KIM, Y.C.; BLUMBERG, J.B.; RUSSELL, R.M. Phytonutrients affecting hydrophilic and lipophilic antioxidant activities in fruits, vegetables and legumes, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, p. 1096–1107, 2007.

DRAGSTED, L. O.; KRATH, B.; RAVN-HAREN, G.; VOGEL, U. B.; VINGGAARD, A. M.; BO JENSEN, P.; LOFT, S.; RASMUSSEN, S. E.; SANDSTROM, T. B.; PEDERSEN, A.. Biological effects of fruit and vegetables. **The Proceedings of the Nutrition Society**, v. 65, p. 61–67, 2006.

ESMAILZADEH, A.; KIMIAGAR, M.; MEHRABI, Y.; AZADBAKHT, L.; HU, F. B.; WILLETT, W. C. Fruit and vegetable intakes, C-reactive protein, and the metabolic syndrome. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, p. 1489–1497, 2006.

FAO - Food and Agriculture Organization. **Dados de produção agrícola em 2010**. Disponível em:

<<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 18 de outubro de 2012.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000, 402p.

FLOEGEL, A.; KIM, D.O.; CHUNG, S.J.; KOO, S.I.; CHUN, O.K. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, p. 1043-1048, 2011.

FU, L.; XU, B.T.; XU, X.R.; GAN, R.Y.; ZHANG, Y.; XIA, E.Q.; LI, H.B. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. **Food Chemistry**, v. 126, p. 345-350, 2011.

GLISZCZYNSKA-SWIGŁO, A. Antioxidant activity of water soluble vitamins in the TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity) and the FRAP (ferric reducing antioxidant power) assays. **Food Chemistry**, v. 96, p. 131–136, 2006.

GUIMARÃES, R.R.; CRUZ, M.R.; SILVA, V.L.M.; FREITAS, M.C.J. Avaliação nutricional da farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris* Sobral) em animais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO, 19, 2006, São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo: SBCTA, 2006. 1 CD.

GUIMARÃES, R.R.; FREITAS, M.C.J.; SILVA, V.L.M. Bolos simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, Sobral): avaliação química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.2, p. 354-363, 2010.

GUMMADI, S.N.; MANOJ, N.; KUMAR, D.S. Chapter 7: Structural and biochemical properties of pectinases. In: **Industrial Enzymes**, p. 99–115, 2007.

GUMMADI, S.N.; KUMAR, D.S.; DASH, S.S.; SAHU, S.K. Chapter 30: Industrially Important Carbohydrate Degrading Enzymes from Yeasts: Pectinases, Chitinases, and  $\beta$ -1,3-Glucanases In: **Yeast Biotechnology: Diversity and Applications**, p. 673-691, 2009.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. **Free radicals in biology and medicine**. 4. ed. Oxford: Oxford Univ. Press., 2007, 704p.

HALVORSEN, B.L.; BLOMHOFF, R. Validation of quantitative assay for the total content of lipophilic and hydrophilic antioxidants in foods. **Food Chemistry**, v. 127, p. 761-768, 2011.

HEIM, K.E.; TAGLIAFERRO, A.R.; BOBILYA, D.J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships, **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 13, p. 572–584, 2002.

HEIN, K. A.; JAEGER, S. R.; CARR, B. T.; DELAHUNTY, C. M. Comparison of five common acceptance and preference methods. **Food Quality and Preference**, v.19, p. 651–661, 2008.

HOPPS, E.; NOTO, D.; CAIMI, G.; AVERNA, M.R. A novel component of the metabolic syndrome: The oxidative stress. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v. 20, p. 72-77, 2010.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 6, p. 1841–1856, 2005.

HUNG, H.C.; JOSHIPURA, K.J.; JIANG, R.; HU, F.B.; HUNTER, D.; SMITH-WARNER, S.A.; COLDITZ, G.A.; ROSNER, B.; SPIEGELMAN, D.; WILLETT, W.C. Fruit and vegetable intake and risk of major chronic disease. **Journal of the National Cancer Institute**, v. 96, p. 1577–1584, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ- IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, 4. ed., São Paulo, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Culturas temporárias e permanentes 2011**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2011/default\\_pdf.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2011/default_pdf.shtm)> Acesso em: 29 de outubro de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008\\_2009\\_aquisicao/default\\_zip.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aquisicao/default_zip.shtm)> Acesso em: 18 de maio de 2011.

JACOB, N.; SUKUMARAN, R.K.; PREMA, P. Optimization of Enzymatic Clarification of Sapodilla Juice: A Statistical Perspective. **Applied Biochemistry Biotechnology**, v. 151, p.353–363, 2008.

JACOB, N. Chapter 21: Pectinolytic Enzymes. In: Nigam, P.S.; Pandey, A. (Eds) **Biotechnology for Agro-Industrial Residues**. Reino Unido: Springer, 2009, p. 383-396.

KASHYAP, D.R.; VOHRA, P.K.; CHOPRA, S.; TEWARI, R. Applications of pectinases in the commercial sector: a review. **Bioresource Technology**, v. 77, p. 215 – 227, 2001.

KAUR, C.; WALIA, S.; NAGAL, S.; WALIA, S.; SINGH, J.; SINGH, B.B.; SAHA, S.; SINGH, B.; KALIA, P.; SARIKA, S.E. Functional quality and antioxidant composition of selected tomato (*Solanum lycopersicon L*) cultivars grown in Northern India, **LWT - Food Science and Technology**, v. 50, p. 139-145, 2013.

KIEFER, I.; PROCK, P.; LAWRENCE, C.; WISE, J.; BIEGER, W.; BAYER, P.; RATHMANNER, T.; KUNZE, M.; RIEDER, A. Supplementation with Mixed Fruit and Vegetable Juice Concentrates Increased Serum Antioxidants and Folate in Healthy Adults, **Journal of the American College of Nutrition**, v. 23, n. 3, p. 205–211, 2004.

KLEEF, E.V.; TRIJP, H. C. M. V.; LUNING, P. Consumer research in the early stages of new product development: A critical review of methods and techniques. **Food Quality and Preference**, v.16, p.181-201, 2005.

KRIS-ETHERTON, P.M.; HECKER, K.D.; BONANOME, A.; COVAL, S.M.; BINKOSKI, A.E.; HILPERT, K.F.; GRIEL, A.E.; ETHERTON, T.D. Bioactive Compounds in Foods: Their Role in the Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer, **The American Journal of Medicine**, v. 113, p. 718-736, 2002.

LAAKSONEN, O.; MAKILA, L.; TAHVONEN, R.; KALLIO, H.; YANG, B. Sensory quality and compositional characteristics of blackcurrant juices produced by different processes. **Food Chemistry**, (2012), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.12.035>.

LANDBO, A.K.; MEYER, A.S. Effects of different enzymatic maceration treatments on enhancement of anthocyanins and other phenolics in black currant juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 5, p. 503 – 513, 2004.

LEE, J.; WROLSTAD, R.E. Extraction of Anthocyanins and Polyphenolics from Blueberry Processing Waste. **Journal of Food Science**, v. 69, n. 7, p. C564-C573, 2004.

LEE, W.C.; YUSOF, S.; HAMID, N.S.A.; BAHARIN B.S. Optimizing conditions for enzymatic clarification of banana juice using response surface methodology (RSM). **Journal Food Engineering**, v. 73, p. 55–63, 2006.

LEONEL, L.A.K.; ZÁRATE, N.A.H.; VIEIRA, M.C.; MARCHETTI, M.E. Produtividade de sete genótipos de melancia em Dourados. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 222-224, 2000.

MAIANI, G.; CASTÓN, M.G.P.; CATASTA, G.; TOTI, E.; CAMBRODÓN, I.G.; BYSTED, A.; GRANADO-LORENCIO, F.; BEGOÑA OLMEDILLA-ALONSO, B.; KNUTHSEN, P.; VALOTI, M.; BÖHM, V.; MAYER-MIEBACH, E.; BEHSNILIAN, D.; SCHLEMMER, U. Carotenoids: Actual knowledge on food sources,

intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 53, p.S194–S218, 2009.

MALDONADO, M.C.; SAAD, A.M.S. Production of pectinesterase and polygalacturonase by *Aspergillus niger* in submerged and solid state systems. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 20, p. 34–38, 1998.

MARTÍNEZ, L. Sensory evaluation based on linguistic decision analysis. **International Journal of Approximate Reasoning**, v. 44, p.148–164, 2007.

MARTINS, C.G.; ARAGON-ALEGROA, L.C.; BEHRENS, J.H.; SOUZA, K.L.O.; VIZEU, D.M.; HUTZLER, B.W.; DESTRO, M.T.; LANDGRAF, M. Acceptability of minimally processed and irradiated pineapple and watermelon among Brazilian consumers. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 77, p. 825–829, 2008.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4. ed., Boca Raton, FL.: CRC Press, 2007. 448p.

MOHNEN, D. Pectin structure and biosynthesis. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 11, n. 3, p. 266–277, 2008.

NAGY, S.; CHEN, C.S.; SHAW, P.E. **Fruit juice processing technology**. Florida: AgScience, Inc., 1993, 713 p.

OETTERER, M.; REGITANO–D’ARE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri: Manole, 2006. 612 p.

OMS-OLIU, G.; ODRIÓZOLA-SERRANO, I.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effects of high-intensity pulsed electric field processing conditions on lycopene, vitamin C and antioxidant capacity of watermelon juice. **Food Chemistry**, v.115, p. 1312–1319, 2009.

O’SHEA, N.; ARENDT, E.K.; GALLAGHER, E. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 16, p. 1–10, 2012.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v. 39, p. 791–800, 2006.

- PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J.K.; PAIR, S.D.; ROBERTS, W. Lycopene content differs among red-fleshed watermelon cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, p. 983, 2001.
- PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J.K.; DAVIS, A.R.; ROBERTS, W. Carotenoid Content of 50 Watermelon Cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 2593-2597, 2006.
- PIMENTEL, L.D.; SANTOS, C.D.M.; FERREIRA, A.C.C.; MARTINS, A.A.; JÚNIOR, A.W.; BRUCKNER, C.H. . Custo de produção e rentabilidade do maracujazeiro no mercado agroindustrial da Zona da Mata Mineira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.2, p. 397-407, 2009.
- PRIOR, R.L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 4290-4302, 2005.
- QUEIROZ, M.I.; TREPTOW, R.O. **Análise sensorial para avaliação da qualidade dos alimentos**. 1ª ed. Rio Grande: Editora da FURG, 2006. 266 p.
- QUEK, S.Y.; CHOK, N.K.; SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. **Chemical Engineering and Processing**, v. 46, p. 386–392, 2007.
- QUIRÓS, A.R.B.; COSTA, H.S. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 97–111, 2006.
- RAI, P.; MAJUMDAR, G.C.; DASGUPTA, S.; DE, S. Optimizing pectinase usage in pre-treatment of mosambi juice for clarification by response surface methodology. **Journal of Food Engineering**, v. 64, p. 397–403, 2004.
- RAI, C.; RAI, P.; MAJUMDAR, G.C.; DE, S.; DASGUPTA, S. Mechanism of Permeate Flux Decline during Microfiltration of Watermelon (*Citrullus lanatus*) Juice. **Food and Bioprocess Technology**, v.3, p. 545–553, 2010.
- RAWSON, A.; TIWARI, B.K.; PATRAS, A.; BRUNTON, N.; BRENNAN, C.; CULLEN, P.J.; O'DONNELL, C.P. Effect of thermosonication on bioactive compounds in watermelon juice, **Food Research International**, v.44, p. 1168-1173, 2011.



RIED, K.; FAKLER, P. Protective effect of lycopene on serum cholesterol and blood pressure: Meta-analyses of intervention trials. **Maturitas**, v. 68, p. 299-310, 2011.

RIMANDO, A.M.; PERKINS-VEAZIE, P.M. Determination of citrulline in watermelon rind. **Journal of Chromatography A**, v. 1078, p.196–200, 2005.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes Brasileiras de Carotenóides: Tabela Brasileira de Composição de Carotenóides em Alimentos**. 1. ed. Brasília: MMA/SBF, 2008. 100 p.

ROLDÁN-GUTIÉRREZ, J.R.; CASTRO, M.D.L. Lycopene: The need for better methods for characterization and determination. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 26, n. 2, p.163-170, 2007.

SABBE, S.; VERBEKE, W.; DELIZA, R.; MATTA, V.M.; DAMME, P.V. Consumer Liking of Fruit Juices with Different Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) Concentrations. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 9, p. 171-176, 2009.

SANT'ANA, A. F.; OLIVEIRA, L. F. Use of the peel of watermelon (*Curcubita citrullus*, Shrad) in the crafty production of sweet alternative. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.16, n.4, p. 363-368, out./dez. 2005.

SCHLESIER, K.; HAERWAT, M.; BOHM, V.; BITSCH, R. Assessment of antioxidant activity by using different in vitro methods. **Free Radical Research**, v. 36, n. 2, p. 177–187, 2002.

SIES, H. Polyphenols and health: Update and perspectives. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 501, p. 2–5, 2010.

SIN, H.N.; YUSOF, S.; HAMID, N.S.A.; RAHMAN, R.B. Optimization of enzymatic clarification of sapodilla juice using response surface methodology. **Journal of Food Engineering**, v. 73, p. 313–319, 2006.

STEA, T. H.; MANSOOR, M. A.; WANDEL, M.; UGLEM, S.; FRØLICH, W. Changes in predictors and status of homocysteine in young male adults after a dietary intervention with vegetables, fruits and bread. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 47, p. 201–209, 2008.

SUN, T.; POWERS, J.R.; TANG, J. Evaluation of the antioxidant activity of asparagus, broccoli and their juices, **Food Chemistry**, v. 105, p. 101–106, 2007.

TACHAKITTIRUNGROD, S.; OKONOJI, S.; CHOWWANAPHOONPOHN, S. Study on antioxidant activity of certain plants in Thailand: Mechanism of antioxidant action of guava leaf extract. **Food Chemistry**, v. 103, p. 381–388, 2007.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D.H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 669–675, 2006.

TLILI, I., HDIDER, C., LENUCCI, M.S., ILAHY, R., JEBARI, H., DALESSANDRO, G. Bioactive compounds and antioxidant activities of different watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld) cultivars as affected by fruit sampling area. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, p. 307-314, 2011a.

TLILI, I.; HDIDER, C.; LENUCCI, M.S.; ILAHY, R.; JEBARI, H.; DALESSANDRO, G. Bioactive compounds and antioxidant activities during fruit ripening of watermelon cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, p. 923-928, 2011b.

UGAZ, O.L. **Investigación fitoquímica, Métodos en el estudio de productos naturales**. Lima: Pontífica Universidad Católica Del Peru, 1998. 213 p.

VÁZQUEZ-ARAÚJO, L.; CHAMBERS, E.; ADHIKARI, K.; CARBONELL-BARRACHINA, A.A. Physico-chemical and sensory properties of pomegranate juices with pomegranates albedo and carpellar membranes homogenate. **LWT – Food Science and Technology**, v. 44, p. 2119-2125, 2011.

VILELA, N.J.; AVILA, A.C.; VIEIRA, J.V. **Dinâmica do agronegócio brasileiro da melancia: produção, consumo e comercialização**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. 12 p. (Circular Técnica, 42)

VILLA, W.; GROPPPO, G.A.; TESSARIOLI NETO, J.; GELMINI, G.A. **Cultura da melancia**. Campinas: CATI, 2001. 52p. (Boletim Técnico, 243)

WU, G.; COLLINS, J.K.; PERKINS-VEAZIE, P.; SIDDIQ, M.; DOLAN, K.D.; KELLY, K.A.; HEAPS, C.L.; MEININGER, C.J. Dietary Supplementation with Watermelon Pomace Juice Enhances Arginine Availability and Ameliorates the Metabolic Syndrome in Zucker Diabetic Fatty Rats, **The Journal of Nutrition**, v. 137, p. 2680-2685, 2007.

YATIV, M.; HARARY, I.; WOLF, S. Sucrose accumulation in watermelon fruits: Genetic variation and biochemical analysis. *Journal of Plant Physiology*, v. 167, p. 589–596, 2010.

## **Capítulo 2**

**Efeito da adição de albedo na composição química, atividade antioxidante e aceitabilidade sensorial de suco de melancia**  
*(Citrullus lanatus cv. Crimson Sweet)*



## Resumo

O albedo é um importante resíduo na produção de suco de melancia. O objetivo deste trabalho foi determinar a melhor condição para obter alto rendimento de albedo hidrolisado utilizando a enzima pectinase e também estudar o efeito da adição deste na composição do suco de melancia. A metodologia de superfície de resposta foi aplicada e determinou a condição de maximização do rendimento do albedo hidrolisado, que foi encontrada utilizando a concentração enzimática de 1,5 mL/kg, a 50 °C por 45 minutos. As amostras de suco de melancia (Controle), albedo hidrolisado e as formulações de suco de melancia com 10, 20 e 30 % de albedo hidrolisado foram caracterizadas. Todas as formulações de suco de melancia apresentaram menor pH e sólidos solúveis totais que o suco controle. Análises químicas e espectroscópicas mostraram que a adição de albedo hidrolisado diminuiu as quantidades de sacarose, glicose e frutose nos sucos formulados. O suco de melancia formulado com 10 % de albedo hidrolisado não apresentou mudanças significativas nos compostos fenólicos, flavonóides e na atividade antioxidante da fração lipofílica, mensurada no ensaio DPPH. Também foram observadas fortes correlações entre a atividade antioxidante e os compostos bioativos presentes nas amostras. Esses resultados sugerem que a adição de até 10 % de albedo hidrolisado no suco de melancia pode ser utilizada para o aproveitamento do albedo sem diminuir os compostos bioativos e a atividade antioxidante. Além disso, os resultados da análise sensorial mostraram que todas as formulações de suco de melancia com diferentes concentrações de albedo hidrolisado obtiveram boa aceitabilidade e intenção de consumo.

**Palavras-chave:** suco de melancia, albedo, pectinase, açúcares, compostos bioativos, atividade antioxidante.

## **Abstract**

Albedo is an important residue of watermelon juice production. The aim of this work was to determine the best condition for obtaining the highest yield of albedo hydrolysed using pectinase and also to study the effect of addition of this on the composition of watermelon juice. The response surface methodology was applied and determined the condition to maximize the yield of albedo hydrolysed, that could be achieved by using an enzyme concentration of 1.5 mL/kg, at 50 °C for 45 minutes. Samples of watermelon juice (control), albedo hydrolysed, and watermelon formulations with 10, 20 and 30% of albedo hydrolysed were characterized. All watermelon formulations presented lower pH and total soluble solids than the control juice. Chemical and spectroscopic analyses showed that the addition of albedo hydrolysed decreased the sucrose, glucose and fructose contents. Watermelon formulation with 10% of albedo hydrolysed showed no significant changes in phenolics, flavonoids and antioxidant activity in lipophilic fraction by DPPH assay. Strong correlations were also observed between the antioxidant activity and the bioactive compounds present in the samples. These results suggesting that the addition of up 10% of albedo hydrolysed in watermelon juice could be performed to utilize of albedo without decreased bioactive compounds and activity antioxidant. Moreover, results of sensory analysis showed that all formulations of watermelon juices with different concentration of albedo hydrolysed obtained good acceptability and consumer intention.

**Keywords:** watermelon juice, albedo, pectinase, sugars, bioactive compounds, antioxidant activity.

## 1 Introdução

O suco de melancia (*Citrullus lanatus*) possui alta capacidade antioxidante, um atributo que está se tornando um fator importante de qualidade para alimentos. Ele fornece uma grande variedade de compostos como o licopeno, fenólicos, vitaminas (A, B, C e E) e aminoácidos específicos (PERKINS-VEAZIE et al., 2001; PERKINS-VEAZIE et al., 2006).

Um terço das frutas e legumes é geralmente formado por cascas, sementes e peles, os quais são descartados durante o processamento e a preparação de sucos, criando ‘resíduos’, que ao serem descartados, também diminuem o potencial nutricional máximo de frutas e vegetais (O’SHEA et al., 2012). O suco de melancia tem sido favorecido mundialmente devido às suas propriedades sensoriais, físicas e nutricionais (AGUILÓ-AGUAYO; SOLIVA-FORTUNY; MARTÍN-BELLOSO, 2010). Durante a produção de suco de melancia apenas 54 % de seu peso fresco é transformado em suco. Os outros 46 % são considerados resíduos, constituídos principalmente pelo albedo (25 %), que é a parte branca da melancia. A utilização total das frutas pode levar a diminuição de perdas na agroindústria, aumentando a rentabilidade industrial (AYALA-ZAVALA et al., 2011).

No setor agroindustrial a utilização de enzimas possibilita a otimização e redução de custos nos processos energéticos envolvidos, aumentando a segurança nutricional e a qualidade dos alimentos, assim como o desenvolvimento de novos produtos ou novas aplicações para um grande número de produtos agrícolas (MINUSSE; PASTORE; DÚRAN, 2002). Enzimas pectinolíticas são altamente utilizadas em indústrias de processamento de frutas para hidrolisar substâncias pécticas como as que estão presentes no albedo de melancia (BUSTO et al., 2006). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi determinar as melhores condições para obter alto rendimento do albedo hidrolisado e também estudar o efeito da adição deste na composição química, atividade antioxidante e aceitabilidade sensorial de sucos de melancia.



## 2 Material e métodos

### 2.1 Material

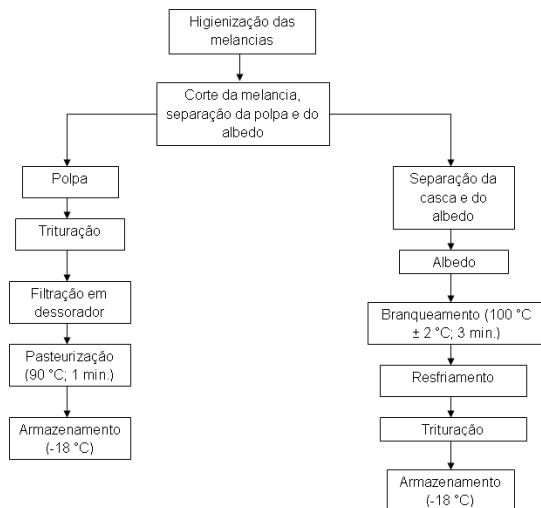
A enzima pectinase de *Aspergillus niger* (3.595 unidades/mL), o reagente Folin-Ciocalteu, o TPTZ (2,4,6-tris(2-piridil)-s-triazine), o Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico ácido), o radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), o ácido gálico, ácido galacturônico e a rutina hidratada foram obtidas pela Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EUA), enquanto o ácido ascórbico, o brometo de potássio, o pentóxido de fósforo, o cloreto de alumínio, o hidróxido de sódio, o DCIF (diclorofenol-2,6-indofenol (sal sódico), o BHT (butil-hidroxi-tolueno), o etanol, a acetona e o hexano foram adquiridos da Vetec (Duque de Caxias, RJ, Brazil). Os demais reagentes foram de grau analítico.

As melancias (*Citrullus lanatus* cv 'Crimson Sweet') foram adquiridas em um supermercado local (Florianópolis, Brasil).

### 2.2 Preparação dos sucos

As frutas foram lavadas, sanitizadas com hipoclorito de sódio 2 % por 30 minutos e depois enxaguadas. As melancias foram cortadas, a polpa foi separada da casca, e o albedo foi também separado da casca. A polpa com as sementes foi batida e filtrada em dessorador. O suco de melancia, denominado suco controle, foi pasteurizado, congelado e armazenado ( $-18 \pm 2$  °C) até o início do estudo. O albedo foi cortado em cubos e branqueado por imersão em água fervente por 3 minutos para inativação enzimática. Após o branqueamento, o albedo foi moído e imediatamente congelado e armazenado a  $-18 \pm 2$  °C. As etapas de preparo da matéria-prima para formulação dos sucos de melancia estão representadas na Figura 2.1

Figura 2.1 – Fluxograma de preparo da matéria-prima das formulações de suco de melancia e do albedo.



Fonte: próprio autor

As amostras de albedo foram descongeladas em refrigerador doméstico. Porções de aproximadamente 340 g foram pesadas em Becker e a enzima Pectinase foi adicionada de acordo com planejamento experimental. Amostras foram colocadas sob agitação em banho-maria com controle de temperatura de acordo com o tempo e temperatura de reação determinados pelo planejamento experimental. Após a extração, as amostras do albedo hidrolisado foram imediatamente pasteurizadas (60 s, 90 °C) e congeladas (-18 ± 2 °C). O rendimento do albedo hidrolisado (SA) foi determinado pela massa, que foi comparada com a massa da amostra inicial (% m/m).

### 2.3 Planejamento experimental

A metodologia de superfície de resposta (MSR) foi utilizada para determinar as condições ótimas para obtenção de alto rendimento de suco de albedo. Um planejamento composto central (CCD) com três variáveis independentes foi empregado (TEÓFILO; FERREIRA, 2006).

As variáveis codificadas (concentração da enzima pectinase –  $X_1$ ; tempo –  $X_2$ ; temperatura –  $X_3$ ) e seus valores reais estão apresentados na Tabela 2.1. A escolha dos níveis foi baseada em estudos com sucos de frutas citados na literatura (LEE et al., 2006; ABDULLAH et al., 2007). O planejamento completo consistiu de 19 experimentos, incluindo 14 fatoriais (níveis -1 e +1) e 5 replicatas no ponto central (Tabela 2.1). Todos os experimentos foram realizados em ordem aleatória para minimizar o efeito de variações inexplicáveis das respostas, devido a erros sistemáticos. A variável resposta (y) foi o rendimento do suco de albedo. A condição otimizada determinada pelo delineamento experimental foi utilizada para preparar o albedo, denominado albedo hidrolisado, que foi adicionado ao suco de melancia em diferentes proporções.

Tabela 2.1 – Níveis codificados e valores reais das variáveis independentes utilizadas no delineamento central composto para preparo do albedo.

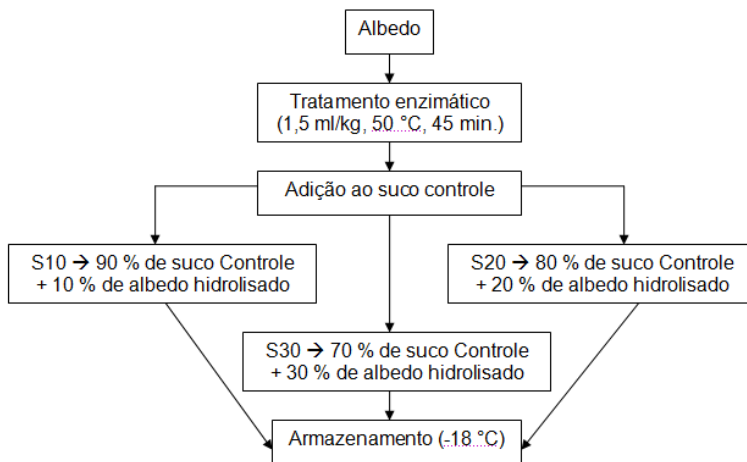
Variáveis independentes	Níveis codificados		
	-1	0	+1
<b>Concentração enzimática*</b> (mL/kg)	0,5	1,0	1,5
<b>Tempo (min.)</b>	20	45	70
<b>Temperatura (°C)</b>	45	50	55

\* Atividade enzimática da pectinase: 3.595 unidades/mL

#### 2.4 Formulação dos sucos de melancia

O albedo hidrolisado (A) extraído nas condições ótimas (com maior rendimento) foi adicionado em substituição ao suco de melancia (Controle) em diferentes proporções: “90 % de suco Controle + 10 % de albedo hidrolisado” (S10), “80 % de suco Controle + 20 % albedo hidrolisado” (S20) e “70 % de suco Controle + 30 % albedo hidrolisado” (S30). Conforme ilustrado na Figura 2.2:

Figura 2.2 – Fluxograma de formulação dos sucos de melancia adicionados de albedo hidrolisado



Fonte: Próprio autor

### 2.5 Procedimento de extração de antioxidantes

Os antioxidantes, nas amostras, foram extraídos com três diferentes extratores de acordo com Oms-Oliu et al. (2009), com algumas modificações. Dois mililitros (2 mL) de cada amostra foram extraídos com água, metanol e acetona 50 % sob agitação constante a  $20 \pm 2$  °C por 2 h, mantido 10 minutos em sonicador (Ultrasonic Clean 1650A, Maxi Clean). As amostras foram centrifugadas a  $6000 \times g$  por 15 min a 4 °C (Centrifuge S415R, Eppendorf AG, Hamburg, Germany). O sobrenadante de cada extrato foi usado para as análises de compostos fenólicos totais, flavonóides e os ensaios DPPH e FRAP.

### 2.6 Sólidos solúveis totais, pH e acidez titulável

O teor de sólidos solúveis totais, expresso em °Brix, foi determinado a 20 °C pela leitura em refratômetro da marca Tropen modelo I Carlzeiss. A acidez titulável (mg/100 g ácido málico) foi

determinada de acordo com a AOAC (2005). O pH foi determinado através de um pHmetro digital AT-300 (ALFAKIT, Florianópolis, Brasil). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### *2.7 Análise de sacarose, glicose e frutose*

As amostras foram previamente congeladas em nitrogênio líquido, liofilizadas em Liofilizador Terroni (series LD), e mantida a  $-18 \pm 2$  °C. As amostras liofilizadas foram solubilizadas em água ultrapura nas concentrações de 1 mg/mL e 10 mg/mL, e filtradas em filtros descartáveis de 0,22 µm. O filtrado foi analisado por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Para as análises de CLAE foi utilizado um cromatógrafo Shimadzu equipado com unidade de controle CBM-10A, forno CTO-10A, bomba LC-10AD e detector de índice de refração RID-10<sup>a</sup>, coluna Supelcogel Pb (Supelco Sigma-Aldrich, Bellefont, PA, EUA), 30 cm x 7,8 mm e pré-coluna Supelcogel Pb, 5 cm x 4,6 mm. A temperatura de análise foi de 80 °C, fluxo de 0,5 mL/min e água ultrapura foi usada como eluente. A identificação dos açúcares da amostra foi feita por comparação com os tempos de retenção e o espectro de absorção dos picos das amostras de suco com os padrões. A análise quantitativa foi realizada utilizando curvas de calibração de sacarose, glicose e frutose (variando entre 0,2 a 1 mg/mL). A concentração final dos açúcares presentes nas amostras foi determinada pela média do conteúdo de três injeções consecutivas.

### *2.8 Extração dos polissacarídeos*

Os polissacarídeos foram extraídos dos sucos como segue: as amostras liofilizadas foram solubilizadas em água destilada na concentração de 50 mg/mL, e os polissacarídeos foram precipitados usando etanol (4:1, v/v) e armazenados a 4 °C por 24 h. Os polissacarídeos foram subsequentemente isolados por centrifugação (8000 x g), lavados três vezes com etanol, e secos à vácuo para análises posteriores.

### 2.8.1 Composição monossacarídica

Polissacarídeos (200 µg) foram hidrolisados com 1 mol/L de ácido trifluoroacético (ATF) em um tubo selado hermeticamente a 100 °C durante 5 h. Após a hidrólise, o excesso de ácido foi removido por evaporação (BIERMANN, 1989). O material hidrolisado foi lavado duas vezes com água destilada e evaporado. Os monossacarídeos resultantes da hidrólise ácida total foram reduzidos com boroidreto de sódio (NaBH<sub>4</sub>) a 25 °C por 16 h em solução aquosa (WOLFROM; THOMPSON, 1963a). Íons hidreto (H<sup>-</sup>) fornecidos pelo agente redutor (NaBH<sub>4</sub>) reduziram os grupos carboxilas dos monossacarídeos formando alditóis. O resíduo foi adicionado a resina Lewatit S-100 (resina de troca catiônica na forma de ácido) para decompor o excesso de agente redutor e remover os cátions (Na<sup>+</sup>). As soluções foram filtradas e o solvente evaporado à vácuo. Lavagens sucessivas com 3 mL de metanol (3 vezes) removeram o ácido bórico restante. Os alditóis resultantes foram acetilados com piridina e anidrido acético (1:1, v/v) em tubos de hidrólise hermeticamente fechados durante 16 h a 25 °C (WOLFROM; THOMPSON, 1963b). Gelo foi adicionado ao sistema, e os acetatos de alditóis resultantes foram extraídos com 1 mL de clorofórmio. A piridina residual foi complexada com solução aquosa de sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) 5 %. O complexo piridina-cobre foi separado da fase de clorofórmio e eliminado por sucessivas lavagens com água destilada e CuSO<sub>4</sub>. Os acetatos de alditóis resultantes foram examinados utilizando cromatografia gasosa com o equipamento Trace GC Ultra (Thermo Electron Corporation) com o injetor Ross e a DB-210 coluna capilar (30 m × 0,25 mm i.d.). Foram utilizadas as temperaturas de 250 °C e 300 °C para injetor e detector de ionização de chama, respectivamente. A temperatura do forno foi programada de 100 - 215 °C a uma taxa de aquecimento de 40 °C/min. Hélio foi utilizado como gás de arraste, a um fluxo de 2,0 mL/min. As análises foram realizadas em duplicata.

O conteúdo de ácidos urônicos foi estimado pelo método colorimétrico descrito por Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973), tendo como solução padrão ácido galacturônico nas concentrações de 10-100 µg/mL e leitura em 520 nm. As análises foram realizadas em quadruplicata.

### *2.8.2 Análise por cromatografia de exclusão estérica acoplada (HPSEC)*

A cromatografia de exclusão estérica acoplada (HPSEC) foi realizada utilizando um equipamento com detector de índice de refração (RI) diferencial WATERS modelo 2410, detector de espalhamento de luz em multiângulos (MALLS) WYATT TECHNOLOGY modelo DAWN DSP; e um detector de ultravioleta Pharmacia LKB (UV). Quatro colunas de ultrahidrogel 2000/500/250/120, conectadas em série e acopladas ao equipamento. Uma solução de 0,1 mol/L  $\text{NaNO}_2$ , contendo  $\text{NaN}_3$  (200 mg/L), foi usada como eluente. As amostras foram filtradas (0,22  $\mu\text{m}$ ; Millipore) e analisadas a 1,5 mg/mL, os dados foram coletados e processados pelo programa Wyatt Technology ASTRA.

### *2.8.3 Análise de espectroscopia de infravermelho*

A Análise de espectroscopia de infravermelho (FT-IR - Fourier transform-infrared) foi realizada no espectrofotômetro Excalibur Biorad 3500 GX em matrizes de KBr contendo 1 % de amostras com leitura entre 500 e 5000  $\text{cm}^{-1}$ .

### *2.8.4 Espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN)*

O espectro  $^{13}\text{C}$  RMN das amostras foi obtido em  $\text{D}_2\text{O}$  a 70 °C usando o espectrofotômetro Bruker DRX 400 Avance incorporando o transformador de Fourier. Os deslocamentos químicos foram expressos em  $\delta$  (ppm) em relação à acetona ( $\delta$  30,2).

### *2.9 Determinação do teor de licopeno*

O teor de licopeno foi determinado espectrofotometricamente de acordo com a metodologia descrita por Davis, Fish e Perkins-Veazie (2003) e Oms-Oliu et al. (2009), com pequenas modificações. Foram pesados em balança analítica cerca de 0,6 g (três replicatas) de cada

amostra aos quais foram adicionados 5 mL de etanol 95 %, seguido da adição de 5 mL de BHT 0,05 % (m/v) em acetona, e 10 mL de hexano. A extração foi realizada em sonicador (Ultrasonic Clean 1650A, Maxi Clean) a  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 10 minutos. Após isso, foram adicionados 3 mL de água destilada e as amostras foram sonicadas por mais 5 minutos. Os tubos foram deixados a temperatura ambiente ( $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) por 5 minutos para permitir a separação de fases. A absorvância da fase superior, a fase hexânica, foi medida em espectrofotômetro (Hitachi, U-1800, Tokyo, Japan) a 503 nm em cubeta de quartzo de 1 cm de comprimento ótico, utilizando o hexano como branco. O coeficiente de extinção molar  $\varepsilon = 17.2 \times 10^4\text{ L.mol/cm}$  foi usado para a determinação do conteúdo de licopeno e os resultados foram expressos em mg/100 mL.

### *2.10 Determinação do teor de Compostos Fenólicos Totais*

O teor de Compostos Fenólicos Totais (CFT) foi determinado através do método de Folin-Ciocalteu, de acordo com Singleton, Joseph e Rossi (1965). Alíquotas de 1 mL do sobrenadante do extrato aquoso de cada amostra foram adicionadas de 4,5 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu, a mistura foi homogeneizada e permaneceu em repouso por 5 minutos e, em seguida, 4 mL da solução de  $\text{NaCO}_3$  (7,5g/100mL) foram adicionados. Após 1 hora as absorvâncias das amostras foram mensuradas a 765 nm em espectrofotômetro (Hitachi, U-1800, Tóquio, Japão) e os resultados foram expressos em mg de Equivalente de ácido gálico (EAG) por 100 mL.

### *2.11 Determinação do teor de flavonóides*

O teor de flavonóides das amostras foi determinado em triplicata a partir de alíquotas de cada amostra (0,6 g), como descrito por Zhishen, Mengcheng e Jianming (1999), com modificações. Alíquotas de 500  $\mu\text{L}$  do extrato metanólico de cada amostra foram adicionadas a 150  $\mu\text{L}$  de  $\text{NaNO}_2$  5 %. Após 5 minutos, foram adicionados 150  $\mu\text{L}$  de  $\text{AlCl}_3$  10 % e, após 6 minutos, foi adicionado 1 mL de  $\text{NaOH}$  1 mol/L. A absorvância foi lida a 510 nm e os resultados foram expressos em mg de Equivalente de Rutina por 100 mL de amostra (mgRE/100mL).



## *2.12 Determinação da atividade antioxidante*

A determinação da atividade antioxidante de extratos hidrofílicos (AAH) e lipofílicos (AAL) foi mensurada no sobrenadante do extrato aquoso e com acetona 50 %, respectivamente, em triplicata. A capacidade antioxidante foi determinada através de dois métodos diferentes, os ensaios DPPH e FRAP. O primeiro é baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes, de acordo com método descrito por Brand-Willians, Cuvelier e Berset (1995), adaptado por Kim et al. (2002). Em um tubo 100  $\mu$ L do sobrenadante de cada extrato foi adicionado em 2,9 mL de solução de DPPH etanólico (0,039 g/L). O tubo foi agitado vigorosamente e deixado no escuro por 30 minutos. A absorção das amostras foi mensurada a 515 nm contra um branco (etanol 80 % sem DPPH).

O FRAP (Potencial Antioxidante Redutor Férrico) foi realizado de acordo com Benzie e Strain (1996). Foram adicionados 100  $\mu$ L de sobrenadante de cada extrato foram adicionados a 100  $\mu$ L de  $\text{FeCl}_3$  (3 mM em 5 mM de ácido cítrico) e incubados a 37 °C durante 30 minutos. Após incubação, foi adicionada uma solução contendo 1,8 mL de TPTZ 1 mmol/L em HCl 50 mmol/L, mais 300 mmol/L de tampão acetato (pH 3,6) e, após exatamente 10 minutos, a absorbância da solução resultante foi medida a 593 nm.

Para os dois ensaios, diferentes curvas de calibração foram construídas, utilizando soluções de Trolox preparadas para cada extrato. A curva padrão foi feita com as concentrações entre 10 e 400  $\mu$ Mol Trolox, e os resultados foram expressos como  $\mu$ Mol Trolox por 100 mL de amostra.

## *2.13 Análise sensorial*

Antes da análise sensorial este projeto foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisas com Seres Humanos / Universidade Federal de Santa Catarina, parecer N° 27887 (Anexo B). O suco controle e os sucos formulados com diferentes concentrações de albedo hidrolisado foram avaliados com relação à aceitabilidade e intenção de consumo.

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina. As amostras foram apresentadas monadicamente em dias alternados a 60 julgadores não treinados, consumidores potenciais de suco de melancia. As amostras foram apresentadas aos julgadores em copos plásticos descartáveis codificados com números de três dígitos aleatórios em temperatura de refrigeração  $8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cada julgador recebeu aproximadamente 30 mL de amostra para avaliação.

A aceitabilidade das amostras de suco de melancia foi avaliada com relação aos atributos sabor, odor, cor e aceitabilidade global. Para isto foi utilizada uma escala hedônica de nove pontos, ancorada nos extremos “(1) desgostei extremamente” e “(9) gostei extremamente”. Para avaliação da intenção de consumo foi utilizada uma escala de cinco pontos ancoradas nos extremos “(1) certamente não consumiria” e “(5) certamente consumiria” (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

#### *2.14 Análise estatística*

O coeficiente de regressão dos efeitos lineares, quadráticos e de interação foram determinados por Regressão Linear Múltipla (RLMA) significância de cada coeficiente de regressão foi julgada estatisticamente computando o valor de  $t$  do erro puro obtido das replicatas do ponto central deste experimento. A análise de variância (ANOVA) foi empregada para validar o modelo. Os coeficientes de regressão foram então utilizados para gerar superfícies de resposta.

Os resultados das avaliações físicas, químicas e sensoriais foram avaliados utilizando o software STATISTICA versão 6.0 (2001) (StatSoft Inc., Tulsa, OK, EUA) e expressos como média e  $\pm$  desvio padrão (DP) das mensurações. Análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey foram empregados para verificar a existência de diferenças significativas entre os resultados. A correlação entre os dados obtidos foram calculadas pelo coeficiente de correlação de Person e a diferença foi considerada significativa quando  $p < 0,05$ .

### 3 Resultados e discussão

#### 3.1 Efeito do tratamento enzimático no rendimento do albedo hidrolisado

O delineamento experimental consistiu em 19 ensaios, apresentados na Tabela 2.2 juntamente com os valores experimentais para o rendimento do albedo hidrolisado.

Tabela 2.2 – Níveis das variáveis e resposta do rendimento baseado na concentração enzimática, tempo e temperatura empregados no preparo do albedo hidrolisado.

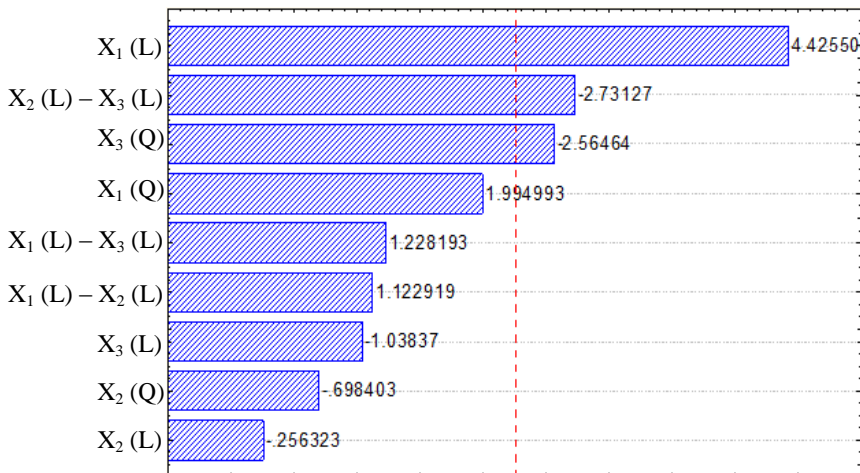
Exp. N <sup>o</sup> a	Valores codificados			Valores reais			Rendimento (%)
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Concentração enzimática (mL/kg)	Tempo (min.)	Temperatura (°C)	
1	-1	-1	-1	0,5	20	45	80,27
2	1	-1	-1	1,5	20	45	79,29
3	-1	-1	1	0,5	20	55	78,51
4	1	-1	1	1,5	20	55	83,78
5	-1	1	-1	0,5	70	45	79,16
6	1	1	-1	1,5	70	45	84,25
7	-1	1	1	0,5	70	55	76,88
8	1	1	1	1,5	70	55	79,92
9	0	-1	0	1,0	20	50	79,71
10	0	1	0	1,0	70	50	80,37
11	0	0	-1	1,0	45	45	78,72
12	0	0	1	1,0	45	55	78,63
13	-1	0	0	0,5	45	50	79,76
14	1	0	0	1,5	45	50	84,26
15	0	0	0	1,0	45	50	81,15
16	0	0	0	1,0	45	50	81,49
17	0	0	0	1,0	45	50	81,06
18	0	0	0	1,0	45	50	81,81
19	0	0	0	1,0	45	50	81,81

<sup>a</sup> Experimentos foram conduzidos randomicamente

\* Atividade enzimática da pectinase: 3.595 unidades/mL

O diagrama de Pareto é apresentado na Figura 2.3, onde observa-se que os efeitos significativos ( $p < 0,05$ ) são o efeito linear da concentração, o efeito quadrático da temperatura e o efeito de segunda ordem da interação tempo x temperatura.

Figura 2.3 – Diagrama de Pareto em função da resposta rendimento para o albedo hidrolisado.



$X_1$  – Concentração enzimática (mL/kg);  $X_2$  – Tempo (min.);  $X_3$  – Temperatura ( $^{\circ}$ C); (L) – Efeito linear; (Q) – Efeito quadrático

Mesmo que os efeitos lineares da Temperatura e do tempo não sejam significativos, como são significativos os efeitos de segunda ordem ( $X_2$  (L) -  $X_3$  (L)) e o quadrático ( $X_3$ (Q)) necessito considerar os lineares no modelo Assim, obtemos a seguinte equação para o modelo:

$$\text{Rendimento (\%)} = 81,27 + 1,69 (X_1) - 0,10(X_2) - 0,40(X_3) - 1,33(X_3^2) - 1,17(X_2 \cdot X_3)$$

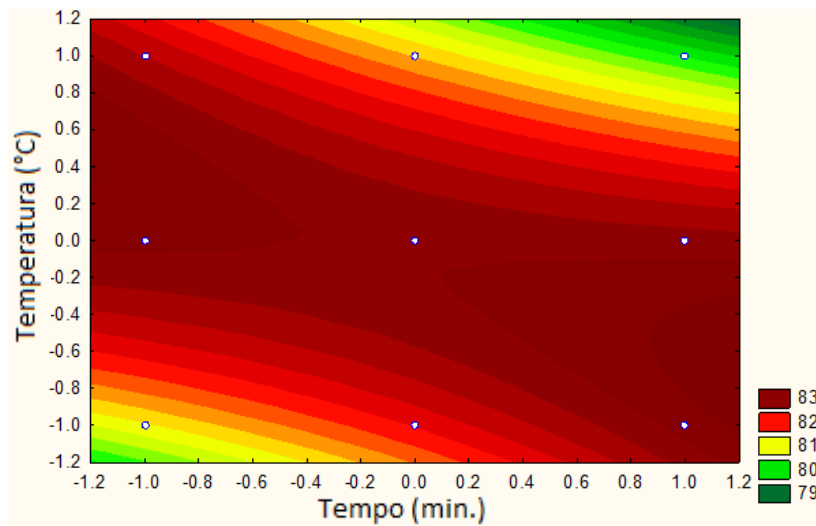
onde as variáveis estão codificadas e correspondem a  $X_1$  – Concentração enzimática (mL/kg);  $X_2$  – Tempo (min.) e  $X_3$  – Temperatura ( $^{\circ}$ C) para a reação enzimática.

A normalidade dos dados foi avaliada utilizando um gráfico de probabilidade normal dos resíduos, e a diferença entre os valores

observados e os valores preditos a partir da regressão mostraram que os pontos foram normalmente distribuídos, indicando que o pressuposto de normalidade foi satisfeito. Isso mostra que o modelo de superfície de resposta desenvolvido para a variável resposta se ajustou aos resultados experimentais com o valor de  $R^2$  de 0,68.

O maior rendimento de albedo hidrolisado foi obtido quando foram utilizados o tempo e a temperatura no ponto central (45 min., 50°C) e a concentração enzimática máxima (1,5 mL/kg) (Figura 2.4).

Figura 2.4 – Gráfico de contorno para o rendimento do albedo hidrolisado em função da temperatura (°C) e tempo (min.) com concentração enzimática (mL/kg) máxima. Atividade enzimática (3.595 unidades/mL).



### 3.2 Sólidos solúveis totais, pH e acidez titulável

Algumas das características que determinam a qualidade dos sucos são os sólidos solúveis totais, a acidez titulável e o pH, que estão listados na Tabela 2.3. A adição de albedo hidrolisado no suco de melancia contribuiu para o aumento da acidez nos sucos formulados, evidenciado pela diminuição dos valores de pH ( $p < 0,05$ ). Isso pode ser

atribuído à presença de pectinas no albedo, que liberou ácidos galacturônicos e oligossacarídeos ácidos pela ação da pectinase. Comportamento similar foi observado por Aguiar et al. (2012) que avaliaram o efeito da pectinase na acidez do suco de maçã. O suco controle mostrou um valor de sólidos solúveis (9,2 °Brix) similar aos valores observados por Rai et al. (2010) e Liu et al. (2012) para suco de melancia. A adição de albedo hidrolisado na formulação dos sucos contribuiu para a diminuição do teor de sólidos solúveis ( $p < 0,05$ ).

Tabela 2.3 – Propriedades físico-químicas do suco Controle de melancia, albedo hidrolisado e sucos de melancia formulados com diferentes concentrações de albedo hidrolisado.

Amostra	pH	TA <sup>a</sup> (g de ácido málico/100mL)	SST <sup>b</sup> (°Brix)
<b>Controle</b>	5,57 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,08 ± 0,0 <sup>a</sup>	9,20 ± 0,0 <sup>a</sup>
<b>S10</b>	5,41 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,08 ± 0,0 <sup>a</sup>	8,60 ± 0,0 <sup>b</sup>
<b>S20</b>	5,19 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,09 ± 0,0 <sup>b</sup>	8,00 ± 0,0 <sup>c</sup>
<b>S30</b>	5,07 ± 0,0 <sup>d</sup>	0,10 ± 0,0 <sup>c</sup>	7,2 ± 0,0 <sup>d</sup>
<b>A</b>	4,28 ± 0,0 <sup>e</sup>	0,18 ± 0,0 <sup>d</sup>	3,0 ± 0,0 <sup>e</sup>

Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não são diferentes significativamente ( $p > 0,05$ ).

<sup>a</sup>TA: Acidez titulável

<sup>b</sup>SST: Sólidos solúveis totais

S10 - 90 % de suco Controle + 10 % de albedo hidrolisado; S20 - 80 % de suco Controle + 20 % albedo hidrolisado; S30 - 70 % de suco Controle + 30 % albedo hidrolisado; A – albedo hidrolisado.

### 3.3 Açúcares

Sacarose, glicose e frutose foram determinados na composição dos açúcares das amostras (Tabela 2.4). Esses resultados estão de acordo com o observado por Yativ, Harary e Wolf (2010) que relataram que a doçura da melancia é determinada pelo conteúdo de açúcares totais e pela razão entre os principais açúcares acumulados – glicose, frutose e sacarose. A adição de albedo hidrolisado nas formulações diminuiu significativamente o conteúdo de sacarose, glicose e frutose ( $p < 0,05$ ). Apesar disso, a relação entre os açúcares foi similar entre o suco controle e os sucos formulados com diferentes concentrações de albedo hidrolisado. A predominância da frutose em todas as amostras está de acordo com o reportado por Quek, Chok e Swedlund (2007). Entretanto, variações nesses parâmetros podem ser atribuídas à diversidade de

condições agroclimáticas e aos cultivares (genótipos) (YATIV; HARARY; WOLF, 2010).

Tabela 2.4 – Composição dos açúcares das amostras de suco Controle de melancia, albedo hidrolisado e sucos de melancia formulados com diferentes concentrações de albedo hidrolisado.

<b>Amostra</b>	<b>Sacarose (mg/100mL)</b>	<b>Glicose (mg/100mL)</b>	<b>Frutose (mg/100mL)</b>
<b>Controle</b>	22,93 ± 0,4 <sup>a</sup>	16,47 ± 0,2 <sup>a</sup>	35,64 ± 2,4 <sup>a</sup>
<b>S10</b>	19,12 ± 0,3 <sup>b</sup>	14,61 ± 0,3 <sup>b</sup>	33,88 ± 0,3 <sup>b</sup>
<b>S20</b>	16,57 ± 0,2 <sup>c</sup>	13,27 ± 0,4 <sup>c</sup>	30,22 ± 0,4 <sup>bc</sup>
<b>S30</b>	14,35 ± 1,0 <sup>d</sup>	13,51 ± 0,2 <sup>d</sup>	30,07 ± 2,4 <sup>c</sup>
<b>A</b>	0,12 ± 0,1 <sup>e</sup>	2,60 ± 0,1 <sup>e</sup>	5,32 ± 0,5 <sup>d</sup>

Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não são diferentes significativamente ( $p > 0,05$ ).

S10 - 90 % de suco Controle + 10 % de albedo hidrolisado; S20 - 80 % de suco Controle + 20 % albedo hidrolisado; S30 - 70 % de suco Controle + 30 % albedo hidrolisado; A – albedo hidrolisado.

### 3.4 Composição monossacarídica

Os conteúdos dos monossacarídeos ácidos e neutros, nas frações isoladas pela precipitação do etanol, das amostras de suco são apresentadas na Tabela 2.5. O suco controle tem a glicose como seu componente majoritário. Mort et al. (2008) isolaram uma mistura de ramnogalacturonanas, homogalacturonanas e xilogalacturonanas da polpa de melancias sem sementes usando 0,1 mol/L NaOH. De acordo com esses autores, a fração apresentou ácido galacturônico, xilose e ramnose na razão 7:1:0,35. Neste trabalho, o suco controle apresentou ácido urônico, xilose e ramnose na razão 3:1,4:0,65; sugerindo alta solubilização das ramnogalacturonanas e xilogalacturonanas. Além da predominância de ácidos urônicos (aproximadamente 50 %), o albedo hidrolisado apresentou outros monossacarídeos, usualmente encontrados nas pectinas, como a galactose, ramnose e arabinose. Esses monossacarídeos constituem a região das ramnogalacturonanas (RG) na pectina e no albedo de melancia a RG é principalmente substituída por galactanas. A presença de xilose sugere que as xilogalacturonanas também devem ser encontradas no albedo de melancia.

O principal componente dos sucos formulados (S10, S20, S30) foi a glicose, seguida pela galactose, arabinose e ácidos urônicos.

Manose, xilose, ramnose e fucose foram encontradas em baixas concentrações. A adição de albedo hidrolisado não alterou os níveis de fucose, manose, xilose e ramnose nos sucos integrais formulados com albedo. Entretanto, a adição de albedo hidrolisado diminuiu ( $p < 0,05$ ) os níveis de glicose e arabinose, e aumentou ( $p < 0,05$ ) os níveis de galactose e ácidos urônicos em relação ao suco controle. Esses resultados devem-se à adição de componentes da pectina, presentes no suco de albedo. A adição de albedo hidrolisado pode contribuir com aumento do conteúdo de fibras nos sucos formulados e assim gerar efeitos benéficos, pois as pectinas diminuem os níveis de colesterol sanguíneo e a absorção de glicose em pacientes diabéticos e obesos, além de possuir efeito imunorregulador no intestino (VORAGEN et al., 2009). Ainda, os oligossacarídeos derivados da pectina podem bloquear a aderência de micro-organismos patogênicos na mucosa intestinal “in vitro”, evitando, assim, infecções gastrointestinais (VORAGEN et al., 2009).



Tabela 2.5 – Composição monossacarídica dos polissacarídeos isolados do suco Controle de melancia, albedo hidrolisado e sucos de melancia formulados com diferentes concentrações de albedo hidrolisado expressos em Mol %.

<b>Amostra</b>	<b>Ramnose</b>	<b>Fucose</b>	<b>Arabinose</b>	<b>Xilose</b>	<b>Manose</b>	<b>Galactose</b>	<b>Glicose</b>	<b>Ácidos urônicos</b>
<b>Controle</b>	0,65 ± 0,2 <sup>a</sup>	0,15 ± 0,1 <sup>a</sup>	4,30 ± 0,4 <sup>a</sup>	1,40 ± 0,0 <sup>a</sup>	1,70 ± 0,0 <sup>a</sup>	6,70 ± 0,4 <sup>a</sup>	82,10 ± 0,1 <sup>a</sup>	3,00 ± 0,1 <sup>a</sup>
<b>S10</b>	1,10 ± 0,1 <sup>ab</sup>	0,10 ± 0,0 <sup>a</sup>	4,20 ± 0,4 <sup>a</sup>	1,45 ± 0,4 <sup>a</sup>	1,60 ± 0,1 <sup>a</sup>	8,35 ± 0,4 <sup>b</sup>	77,95 ± 1,0 <sup>b</sup>	5,25 ± 0,1 <sup>b</sup>
<b>S20</b>	0,85 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,10 ± 0,0 <sup>a</sup>	2,10 ± 0,1 <sup>b</sup>	0,70 ± 0,0 <sup>b</sup>	1,80 ± 0,1 <sup>a</sup>	7,10 ± 0,1 <sup>ab</sup>	80,75 ± 0,2 <sup>a</sup>	6,60 ± 0,1 <sup>c</sup>
<b>S30</b>	1,55 ± 0,1 <sup>bc</sup>	0,20 ± 0,0 <sup>a</sup>	2,95 ± 0,1 <sup>b</sup>	1,15 ± 0,1 <sup>ab</sup>	1,75 ± 0,1 <sup>a</sup>	9,90 ± 0,0 <sup>c</sup>	73,00 ± 0,3 <sup>c</sup>	9,50 ± 0,0 <sup>d</sup>
<b>A</b>	2,45 ± 0,1 <sup>c</sup>	0,20 ± 0,0 <sup>a</sup>	2,15 ± 0,2 <sup>b</sup>	1,70 ± 0,0 <sup>a</sup>	1,15 ± 0,1 <sup>b</sup>	20,05 ± 0,6 <sup>d</sup>	22,80 ± 0,1 <sup>d</sup>	49,50 ± 0,3 <sup>e</sup>

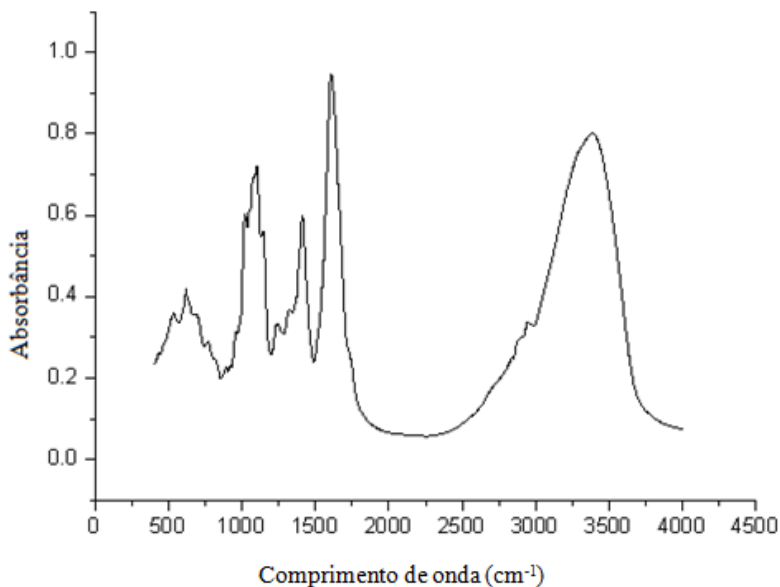
Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não são diferentes significativamente ( $p > 0,05$ ).

\*Resultados expressos em média ± Desvio-padrão ( $n = 3$ )

S10 - 90 % de suco Controle + 10 % de albedo hidrolisado; S20 - 80 % de suco Controle + 20 % albedo hidrolisado; S30 - 70 % de suco Controle + 30 % albedo hidrolisado; A – albedo hidrolisado.

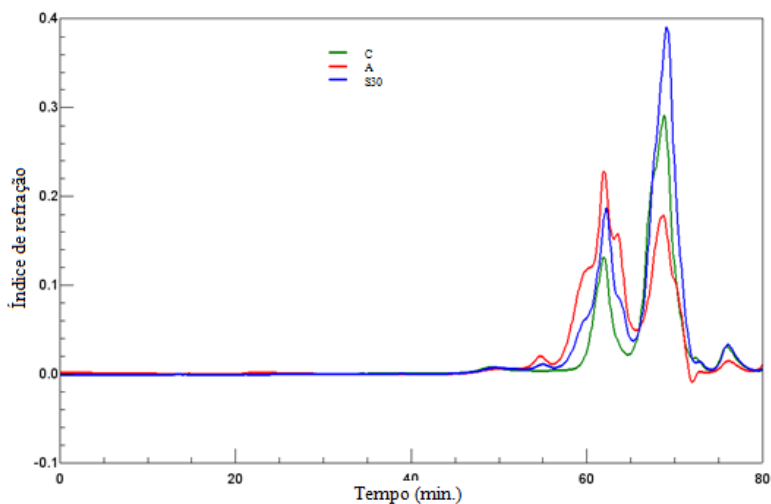
A presença de amido foi descartada pelo teste de iodo. O espectro FT-IR (Figura 2.5) do albedo hidrolisado confirmou a presença de pectinas, que foram indicadas como banda em torno de  $1650\text{ cm}^{-1}$ , correspondendo a grupos carboxílicos.

Figura 2.5 – Espectro de FT-IR do albedo hidrolisado



Os perfis de eluição das frações precipitadas pelo etanol do suco controle, albedo hidrolisado e S30 (Controle + 30 % de suco de albedo) obtidos pelo HPSEC (Figura 2.6) mostraram o efeito da adição do albedo hidrolisado nas formulações. Todas as amostras apresentaram um perfil polimodal com alto tempo de eluição, devido à baixa massa molar (confirmada pela ausência de detecção de MALLS). Este comportamento era esperado devido ao tratamento enzimático com a pectinase e as condições de preparação do suco. O albedo hidrolisado possui componentes com maior massa molar que o suco controle, e após a adição de 30% de suco de albedo, a presença de componentes com alta massa molar também foi identificada na amostra S30.

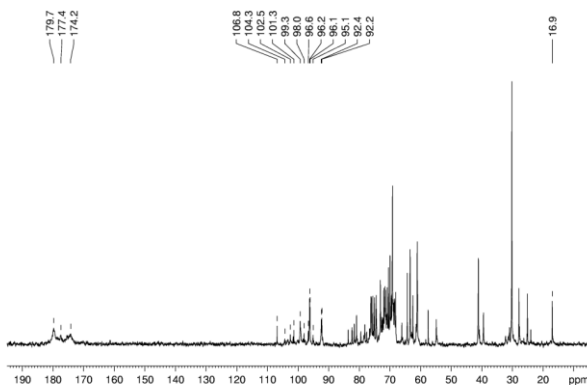
Figura 2.6 – Perfil de eluição por HPSEC (cromatografia de exclusão estérica acoplada) das amostras: suco Controle (C), albedo hidrolisado (A) e 70 % de suco Controle + 30 % albedo hidrolisado (S30).



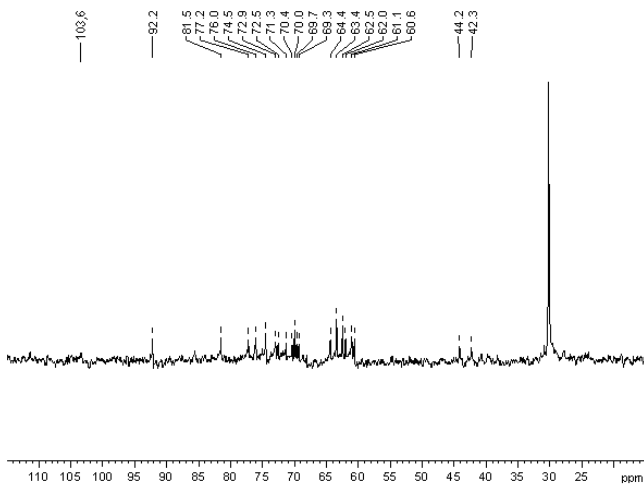
As frações do albedo hidrolisado e do suco controle precipitadas pelo etanol também foram analisadas por espectroscopia de ressonância magnética nuclear ( $^{13}\text{C}$ -RMN) (Figura 2.7). Apesar de ter sido precipitado com etanol, o espectro de  $^{13}\text{C}$ -RMN da fração isolada a partir do suco controle (Figura 2.7b) mostrou sinais relacionados principalmente a sacarose (carbonos com ligações glicosídicas em  $\delta$  103,6 e 92,2 ppm). Os açúcares redutores também podem estar presentes nessa fração, pois sinais C-1 característicos de açúcares redutores, aparecem na região  $\delta$  90-98 ppm, enquanto sinais C-1 de açúcares não redutores aparecem em  $\delta$  98-112 ppm (AGRAWAL, 1992).

Figura 2.7 – (a) Espectros de  $^{13}\text{C}$ -RMN (espectroscopia de ressonância magnética nuclear) do albedo hidrolisado e (b) do suco Controle, obtidos a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  utilizando  $\text{D}_2\text{O}$  como solvente.

(a)



(b)



A fração do albedo hidrolisado precipitada pelo etanol apresentou um espectro  $^{13}\text{C}$ -RMN complexo com muitos sinais típicos de pectinas (Figura 2.7a). O sinal em  $\delta$  99.3 ppm foi atribuído a

unidades C-1 de ácidos  $\alpha$ -galacturônicos. Os sinais dos grupos carboxílicos (C-6) foram encontrados em  $\delta$  174,2; 177,4 e 179,7 ppm. Esses valores são similares aos encontrados por Vriesmann e Petkowicz (2009) para a fração aquosa da pectina do cupuaçu e por Westereng et al. (2008) para a pectina do repolho. Na região anomérica, o sinal a  $\delta$  104,3 ppm foi designado pelas unidades de  $\beta$ -D-xilosil, que podem estar presentes em segmentos de xilogalacturonanas. Sinais  $\delta$  98 e 16,9 ppm são atribuídos ao C-1 e C-6 das unidades de  $\alpha$ -L-ramnosil da região das ramnogalacturonanas. A região do C-1 no RMN também contém sinais a  $\delta$  106,8 e 102,5 ppm das unidades de  $\alpha$ -L-arabinofuranosil e  $\beta$ -D-galactosil, respectivamente, as quais são encontradas nas cadeias laterais das ramnogalacturonanas. Todas as atribuições dos sinais de RMN foram baseadas na literatura (MUKHIDDINOV et al., 2000; WESTERENG et al., 2008). Sinais dos terminais redutores dos oligômeros da pectina são encontrados de  $\delta$  92,2 a 96,1 ppm.

Os dados do  $^{13}\text{C}$ -RMN estão de acordo com a presença de homogalacturonanas, xilogalacturonanas e ramnogalacturonanas no albedo de melancia. Estes resultados sugerem que os polissacarídeos pécticos de albedo de melancia são semelhantes aos previamente encontrados na polpa por Mort et al. (2008).

### 3.5 Licopeno, Compostos Fenólicos Totais e Flavonóides

Licopeno, compostos fenólicos totais e flavonóides do suco controle, albedo hidrolisado e dos sucos integrais formulados com albedo estão apresentados na Tabela 2.6. Licopeno é o carotenóide majoritário na melancia, e de acordo com Perkins-Veazie et al. (2001) o conteúdo deste composto pode variar entre os cultivares, fontes de produção, estações e países. O conteúdo de licopeno dos sucos integrais diminuíram ( $p < 0,05$ ) pela adição de albedo hidrolisado quando comparados ao suco controle. Apesar disso, os níveis de licopeno nas formulações de sucos integrais (S10, S20, S30) foram maiores que os valores reportados por Oms-Oliu et al. (2009) para o suco de melancia (*Citrullus lanatus*) da variedade *Seedless*.

Tabela 2.6 – Teores de Licopeno, Compostos Fenólicos Totais (CFT) e Flavonóides das amostras de suco Controle de melancia, albedo hidrolisado e sucos de melancia formulados com diferentes concentrações de albedo hidrolisado.

Amostra	Licopeno (mg/100mL)	CFT (mgEAG <sup>a</sup> /100mL)	Flavonóides (mgRE <sup>b</sup> /100mL)
<b>Controle</b>	9,97 ± 0,38 <sup>a</sup>	16,27 ± 0,01 <sup>a</sup>	24,85 ± 0,01 <sup>a</sup>
<b>S10</b>	8,48 ± 0,33 <sup>b</sup>	15,69 ± 0,01 <sup>a</sup>	23,46 ± 0,41 <sup>ab</sup>
<b>S20</b>	7,98 ± 0,59 <sup>b</sup>	14,29 ± 0,01 <sup>b</sup>	22,32 ± 1,02 <sup>bc</sup>
<b>S30</b>	7,15 ± 2,60 <sup>c</sup>	13,33 ± 0,01 <sup>c</sup>	21,50 ± 0,63 <sup>c</sup>
<b>A</b>	0,74 ± 0,37 <sup>d</sup>	5,14 ± 0,00 <sup>d</sup>	13,06 ± 0,62 <sup>d</sup>

Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não são diferentes significativamente ( $p > 0,05$ ).

\*Resultados expressos em média ± Desvio-padrão ( $n = 3$ )

<sup>a</sup>EAG: Equivalente de ácido gálico

<sup>b</sup>RE: Equivalente de rutina

S10 - 90 % de suco Controle + 10 % de albedo hidrolisado; S20 - 80 % de suco Controle + 20 % albedo hidrolisado; S30 - 70 % de suco Controle + 30 % albedo hidrolisado; A - albedo hidrolisado.

A quantidade de Compostos fenólicos totais (CFT) dos sucos integrais formulados com albedo foi similar aos valores reportados por Rawson et al. (2011) (13,89 mg EAG/100mL). Como está apresentado na Tabela 2.3, os CFT diminuíram significativamente com a adição de 20 e 30 % do suco de albedo, entretanto o suco integral formulado com a adição de 10 % de albedo hidrolisado(S10) apresentou valores similares ao suco controle ( $p > 0,05$ ).

A quantidade de flavonóides do suco controle foi similar ao reportado por Tlili et al. (2011b) para a melancia cultivar *Crimson sweet* no último estágio de maturação. Como para os fenólicos, não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre a quantidade de flavonóides do suco controle e do suco adicionado de 10 % de albedo (S10). Entretanto, a adição de 20 e 30% de albedo hidrolisadocontribuiu para a diminuição ( $p < 0,05$ ) do conteúdo de flavonóides quando comparado ao suco controle. Ainda assim, o nível de flavonóides observados no albedo hidrolisadofoi similar ao encontrado por Tlili et al. (2011a) para a melancia cultivar Dumara.

### 3.6 Atividade antioxidante Hidrofílica e Lipofílica (DPPH e FRAP)

A Atividade antioxidante hidrofílica (AAH) e lipofílica (AAL), determinadas pelos ensaios DPPH e FRAP, no suco controle, no albedo hidrolisado e nos sucos integrais formulados (S10, S20, S30) estão apresentados na Tabela 2.7. O ensaio DPPH é baseado na transferência dos átomos de hidrogênio dos antioxidantes para estabilizar o radical DPPH através de uma reação de descoloração. A AAH determinada pelo ensaio DPPH diminuiu ( $p < 0,05$ ) com adição do suco de albedo, quando comparado ao suco controle; apesar disso, os níveis de AAH dos sucos integrais formulados foram maiores que os valores encontrados por Tlili et al. (2011a) para a melancia cultivar *Crimson sweet*.

Tabela 2.7 – Atividade antioxidante Hidrofílica e Lipofílica do suco Controle de melancia, albedo hidrolisado e sucos de melancia formulados com diferentes concentrações de albedo hidrolisado, determinados pelos ensaios DPPH e FRAP.

Amostra	DPPH <sup>a</sup> (µMTrolox/100mL)		FRAP <sup>b</sup> (µMTrolox/100mL)	
	AAH	AAL	AAH	AAL
<b>Controle</b>	810,7 ± 7,5 <sup>a</sup>	450,4 ± 9,1 <sup>a</sup>	571,1 ± 2,6 <sup>a</sup>	113,8 ± 4,6 <sup>a</sup>
<b>S10</b>	633,3 ± 4,3 <sup>b</sup>	415,4 ± 13,1 <sup>a</sup>	378,9 ± 1,1 <sup>b</sup>	97,2 ± 1,6 <sup>b</sup>
<b>S20</b>	604,5 ± 15,9 <sup>b</sup>	399,0 ± 15,2 <sup>a</sup>	108,7 ± 0,3 <sup>c</sup>	83,2 ± 2,1 <sup>c</sup>
<b>S30</b>	463,3 ± 15,6 <sup>c</sup>	302,6 ± 18,7 <sup>b</sup>	ND**	63,8 ± 0,5 <sup>d</sup>
<b>A</b>	158,3 ± 12,9 <sup>d</sup>	92,5 ± 12,1 <sup>c</sup>	ND**	ND**

Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não são diferentes significativamente ( $p > 0,05$ ).

\*Resultados expressos em média ± Desvio-padrão ( $n = 3$ )

\*\*ND = Não detectado

<sup>a</sup>DPPH: 2,2- difenil-1-picril-hidrazil

<sup>b</sup>FRAP: Potencial Antioxidante Redutor Férrico

S10 - 90 % de suco Controle + 10 % de albedo hidrolisado; S20 - 80 % de suco Controle + 20 % albedo hidrolisado; S30 - 70 % de suco Controle + 30 % albedo hidrolisado; A – albedo hidrolisado.

Não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) na atividade antioxidante lipofílica (AAL) entre os sucos controle, S10 e S20, quando determinadas pelo ensaio DPPH. Entretanto, a adição de 30 % de albedo hidrolisado contribuiu para a diminuição ( $p < 0,05$ ) do

AAL. Apesar disso, o S30 apresentou AAL similar ao encontrado na melancia cultivar Giza no último estágio de maturação (293,5  $\mu\text{MolTrolox}/100\text{g}$ ) (TLILI et al., 2011b). Considerando os dois extratos, os valores de AAL foram menores ( $p < 0,05$ ) que os encontrados para a fração AAH. Comportamento similar foi observado em frutas por Rautenbach e Venter (2010) e em tomates por Kaur et al. (2013), utilizando os ensaios ORAC e DPPH, respectivamente. Li et al. (2009) sugerem que a atividade antioxidante hidrofílica e lipofílica atuam sinergicamente contra os radicais livres.

A atividade antioxidante das amostras também foram avaliadas com base no método de transferência de elétrons, utilizando o ensaio FRAP. O Potencial Antioxidante Redutor Férrico das amostras testadas também variou de acordo com o solvente utilizado (Tabela 2.7). O comportamento geral das amostras em AAH seguiu uma tendência similar ao observado no ensaio DPPH, porém, os valores de AAH do S30 e do albedo hidrolisado foram inferiores aos limites de detecção do método. Estes resultados provavelmente ocorreram devido à presença de alto teor de ácidos urônicos no albedo hidrolisado (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2006). No que diz respeito a fração AAL, apesar dos valores serem inferiores ( $p < 0,05$ ) aos valores da fração AAH, o comportamento geral das amostras foi o mesmo. Ilahy et al. (2011) também afirmaram que os valores da fração AAL de cultivares de tomate com alto teor de licopeno foi menor do que os valores da fração AAH, utilizando o ensaio TEAC.

Apesar dos valores de AAH e AAL refletirem a contribuição de diferentes antioxidantes das amostras, devido à complexidade da composição de sucos, o seu poder antioxidante depende dos efeitos sinérgicos e interações entre diferentes moléculas nutrientes e “não nutrientes”, que juntas contribuem para os efeitos benéficos à saúde (ARNAO; CANO; ACOSTA, 2001; PELLEGRINI et al., 2007). Vários autores têm estudado as correlações entre compostos bioativos e a atividade antioxidante em diferentes frutas (THAIPONG et al., 2006; FLOEGEL et al., 2011; FU et al., 2011). Os coeficientes de correlação de Pearson entre a atividade antioxidante (DPPH e FRAP) e os flavonóides, os compostos fenólicos totais e o licopeno são apresentados na Tabela 2.6. Houve uma correlação significativa entre os ensaios DPPH e FRAP e os valores de AAH ( $R = 0,82$ ,  $p < 0,05$ ) e uma correlação altamente significativa entre os valores AAL ( $R = 0,99$ ,  $p < 0,001$ ). Esses resultados mostram que os dois métodos, DPPH e FRAP, foram sensíveis quando utilizados para a mensuração da capacidade



antioxidante das amostras. Além disso, correlações semelhantes foram relatados por Leong e Shui (2002) e Thaipong et al. (2006) em frutas de Cingapura e em goiabas, respectivamente.

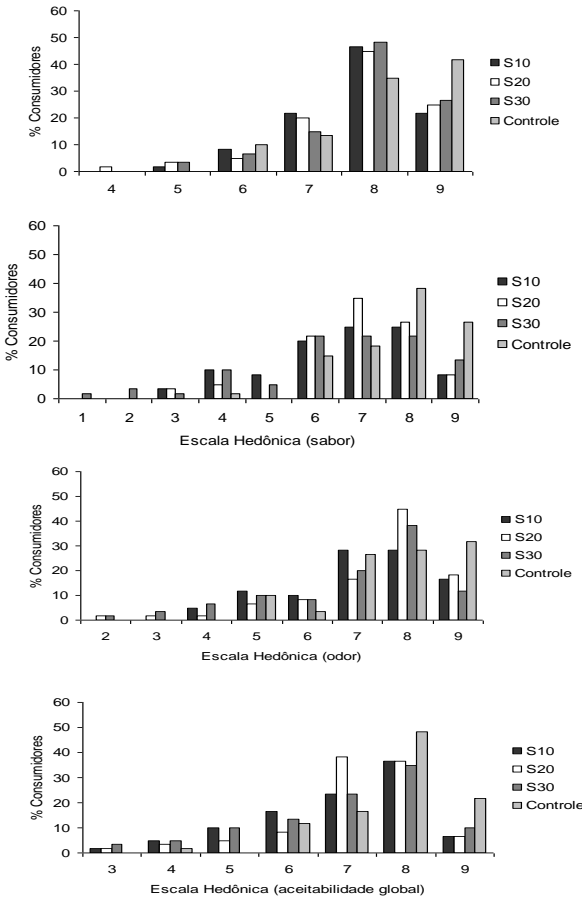
Compostos fenólicos e flavonóides apresentaram uma forte correlação com os valores da fração AAH, determinados pelo método DPPH ( $R = 0,95$  e  $0,96$ ;  $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ , respectivamente), sugerindo que os compostos fenólicos e os flavonóides são os maiores contribuidores para a atividade antioxidante das amostras estudadas. Gardner et al. (2000) também sugeriram que os fenólicos são os principais compostos com potencial antioxidante de sucos de frutas. Entretanto, correlações não significativas entre AAH, mensuradas pelo método FRAP, e compostos fenólicos e flavonóides foram obtidas ( $R = 0,62$  e  $0,59$ ; respectivamente,  $p > 0,05$ ). Esses resultados mostraram que as diferenças entre os ensaios foram evidenciadas nas correlações entre os compostos e a atividade antioxidante hidrofílica, assim como encontrado por Tlili et al. (2011a) utilizando os ensaios FRAP e TEAC.

Uma forte correlação positiva entre o teor de licopeno e atividade antioxidante lipofílica foi observada em ambos os ensaios, DPPH ( $R = 0,98$ ,  $p < 0,01$ ) e FRAP ( $R = 0,99$ ,  $p < 0,01$ ). Lenucci et al. (2006) observaram fraca, porém significativa correlação entre AAL, determinado pelo ensaio FRAP, e o teor de licopeno em tomates ( $R = 0,45$ ,  $p < 0,001$ ). Por outro lado, não houve correlação entre os valores TEAC ou FRAP e o teor de licopeno ( $R = -0,230$  e  $R = 0,063$ , respectivamente,  $p > 0,05$ ) para melancias no trabalho de Tlili et al. (2011a). Assim, os resultados obtidos sugerem que o licopeno é o principal composto lipofílico que contribuiu para a atividade antioxidante lipofílica nas amostras estudadas.

### *3.7 Análise sensorial*

Os resultados do teste de aceitabilidade para os atributos cor, odor, sabor e aceitabilidade global dos sucos são apresentados na Figura 2.8. Na análise de aceitabilidade do atributo cor não foi encontrada diferença ( $p > 0,05$ ) entre as amostras, e a maioria das notas ficou entre 8 (gostei moderadamente) e 9 (gostei extremamente). Resultado similar foi encontrado por Mosqueda-Melgar, Raybaudi-Massilia e Martín-Belloso (2012) em diferentes sucos de frutas submetidos a tratamento com campo elétrico pulsado ou tratamento térmico convencional.

Figura 2.8 – Frequência das notas de aceitabilidade dos atributos odor, cor, sabor e aceitabilidade global das amostras dos sucos de melancia, de acordo com a escala hedônica de nove pontos “1 - Desgostei extremamente, 2 – Desgostei moderadamente, 3 – Desgostei regularmente, 4 – Desgostei ligeiramente, 5 – Indiferente, 6 – Gostei ligeiramente, 7 - Gostei regularmente, 8 – Gostei moderadamente, 9 – Gostei extremamente”.



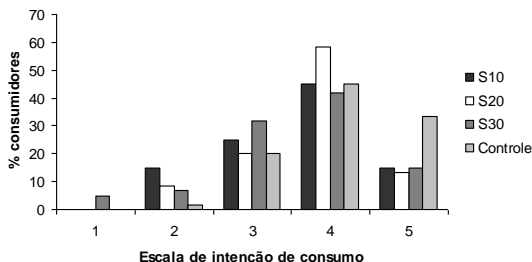
S10 - 90 % de suco Controle + 10 % de albedo hidrolisado; S20 - 80 % de suco Controle + 20 % albedo hidrolisado; S30 - 70 % de suco Controle + 30 % albedo hidrolisado; A – albedo hidrolisado.

Em relação aos atributos odor e sabor houve diferença significativa entre as médias das notas do suco controle e dos demais sucos, porém entre os sucos integrais formulados com albedo (S10, S20, S30) não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ). Esse resultado demonstra que os julgadores não perceberam diferença de odor e sabor entre os sucos formulados com albedo, independente da quantidade de albedo hidrolisado adicionado, dentro dos níveis estudados.

Para a aceitabilidade global as médias das notas para o suco Controle, S10, S20 e S30 foram 7,75; 7,15; 6,93 e 6,92, respectivamente. Todas as amostras mostraram valores maiores que 6 para a aceitabilidade global, que é o valor normalmente considerado como a nota mínima para a aceitação do produto (MEILGAARD et al., 2007). O suco controle foi julgado como de maior aceitabilidade, enquanto os sucos adicionados de albedo tiveram notas significativamente menores ( $p < 0,05$ ), mas não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ) entre eles. Porém, pode-se destacar que a adição de albedo, nas proporções estudadas, manteve a aceitabilidade global entre as notas 6 e 7, Gostei ligeiramente e Gostei regularmente, respectivamente. Diferentemente Vázquez-Araújo et al. (2011) afirmaram que a adição de albedo no suco de romã diminuiu a aceitabilidade sensorial para os consumidores por aumentar a presença de polpa em suspensão no suco.

Com relação à intenção de consumo, as médias das notas apresentadas pelos consumidores foram 4,10; 3,77; 3,60 e 3,55 para os sucos Controle, S10, S20 e S30, respectivamente. Não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre o suco Controle e o suco com 10% de albedo, e entre os sucos integrais formulados também não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ). Além disso, na Figura 2.9 é possível observar que a nota dada pela maioria dos consumidores para a intenção de consumo foi 4 (“provavelmente consumiria”) para todas as amostras. Dessa maneira, o resultado deste estudo mostrou uma boa intenção de consumo dos sucos integrais formulados com as diferentes proporções de albedo hidrolisado adicionadas.

Figura 2.9 – Frequência de notas de intenção de consumo das amostras de suco de melancia, de acordo com a escala de cinco pontos “1 – Certamente não consumiria, 2 – Provavelmente não consumiria, 3 – Talvez consumiria/talvez não consumiria, 4 – Provavelmente consumiria, 5 – Certamente consumiria”.



S10 - 90 % de suco Controle + 10 % de albedo hidrolisado; S20 - 80 % de suco Controle + 20 % albedo hidrolisado; S30 - 70 % de suco Controle + 30 % albedo hidrolisado; A – albedo hidrolisado.

#### 4 Conclusão

A metodologia de superfície de resposta foi utilizada para determinar a condição ótima para o melhor rendimento do albedo hidrolisado, que pode ser encontrada utilizando a concentração enzimática de 1,5 mL/kg, à 50 °C por 45 minutos. A adição de albedo hidrolisado nas formulações de sucos de melancia provocou uma diminuição do pH e do °Brix. Em relação aos compostos bioativos e a atividade antioxidante, observou-se que a formulação de suco de melancia com 10 % de albedo hidrolisado não apresentou mudanças significativas nos teores de compostos fenólicos totais, flavonóides e na atividade antioxidante da fração lipofílica, mensurada pelo ensaio DPPH. Também foram observadas fortes correlações entre a atividade antioxidante e os compostos bioativos presentes nas amostras. Os resultados encontrados sugerem que a adição de até 10 % de albedo hidrolisado no suco de melancia pode ser uma ferramenta para o aproveitamento do albedo, sem diminuir os compostos bioativos e a atividade antioxidante. Além disso, os resultados da análise sensorial mostraram que todas as formulações de suco de melancia obtiveram boa aceitabilidade e intenção de consumo. Assim, pode-se inferir que a

adição de albedo hidrolisado no suco de melancia pode ser uma grande ferramenta para a indústria de alimentos na tentativa de melhorar o aproveitamento deste tipo de matéria-prima.

## Referências

ABDULLAH, A.G.L.; SULAIMAN, N. M.; AROUA, M.K.; NOOR, M.J.M.M.. Response surface optimization of conditions for clarification of carambola fruit juice using a commercial enzyme. **Journal of Food Engineering**, v. 81, p. 65–71, 2007.

AGRAWAL, P.K. NMR spectroscopy in the structural elucidation of oligosaccharides and glycosides. **Phytochemistry**, v. 31, p. 3307-3330, 1992.

AGUIAR, I.B.; MIRANDA, N.G.M.; GOMES, F.S.; SANTOS, M.C.S.; FREITAS, D.G.C.; TONON, R.V.; CABRAL, L.M.C. Physicochemical and sensory properties of apple juice concentrated by reverse osmosis and osmotic evaporation. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 16, p. 137–142, 2012.

AGUILÓ-AGUAYO, I.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Color and viscosity of watermelon juice treated by high-intensity pulsed electric fields or heat. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 11, p. 299–305, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association analytical chemists**. 18. ed. Maryland: 2005.

ARNAO, M.B.; CANO, A.; ACOSTA, M. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. **Food Chemistry**, v. 73, p. 239-244, 2001.

AYALA-ZAVALA, J.F.; VEGA-VEGA, V.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; PALAFOX-CARLOS, H.; VILLA-RODRIGUEZ, J.A.; WASIM SIDDIQUI, M.; DÁVILA-AVIÑA, J.E.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, p. 1866–1874, 2011.

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** 239, 70-76, 1996.

BIERMANN, C. J. Hydrolysis and the other cleavage of glycosidic linkages. In: Biermann, C. J., McGinnis, G. D. Analysis of Carbohydrates by GLC and MS, Florida: CRC Press, 1989, p. 27-41.

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

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BUSTO, M.D.; GARCÍA-TRAMONTÍN, K.E.; ORTEGA, N.; PEREZ-MATEOS, M. Preparation and properties of an immobilized pectinlyase for the treatment of fruit juices, **Bioresource Technology**, v. 97, p. 1477-1483, 2006.

DAVIS, A.R.; FISH, W.W.; PERKINS-VEAZIE, P. A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato and tomato products. **Postharvest Biology and Technology**, v. 28, p. 425-430, 2003.

FLOEGEL, A.; KIM, D.O.; CHUNG, S.J.; KOO, S.I.; CHUN, O.K. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, p. 1043-1048, 2011.

FU, L.; XU, B.T.; XU, X.R.; GAN, R.Y.; ZHANG, Y.; XIA, E.Q.; LI, H.B. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. **Food Chemistry**, v. 126, p. 345-350, 2011.

GARDNER, P.T.; WHITE, T.A.C.; MCPHAIL, D.B.; DUTHIE, G.G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. **Food Chemistry**, v. 68, p. 471-474, 2000.

ILAHY, R.; HDIDER, C.; LENUCCI, M.S.; TLILI, I.; DALESSANDRO, G. Phytochemical composition and antioxidant activity of high-lycopene tomato (*Solanum lycopersicum L.*) cultivars grown in Southern Italy. **Scientia Horticulturae**, v. 127, p. 255-261, 2011.

KAUR, C.; WALIA, S.; NAGAL, S.; WALIA, S.; SINGH, J.; SINGH, B.B.; SAHA, S.; SINGH, B.; KALIA, P.; JAGGI, S.; SARIKA. Functional quality and antioxidant composition of selected tomato

(*Solanum lycopersicon L.*) cultivars grown in Northern India. **LWT – Food Science and Technology**, v. 50, p. 139-145, 2013.

KIM, D.O.; LEE, K.W.; LEE, H.J.; LEE, C.Y. Acid ascorbic Equivalent Antioxidant Capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 3713-3717, 2002.

LEE, W.C.; YUSOF, S.; HAMID, N.S.A.; BAHARIN B.S. Optimizing conditions for enzymatic clarification of banana juice using response surface methodology (RSM). **Journal of Food Engineering**, v. 73, p. 55–63, 2006.

LENUCCI, M.S.; CADINU, D.; TAURINO, M.; PIRO, G.; DALESSANDRO, G. Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 2606–2613, 2006.

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

LI, L.; CHEN, C.Y.O.; CHUN, H.K.; CHO, S.M.; PARK, K.M.; KIM, Y.C.L.; BLUMBERG, J.B.; RUSSELL, R.M.; YEUM, K.J. A fluorometric assay to determine antioxidant activity of both hydrophilic and lipophilic components in plant foods. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 20, p. 219–226, 2009.

LIU, Y.; HU, X.; ZHAO, X.; SONG, H. Combined effect of high pressure carbon dioxide and mild heat treatment on overall quality parameters of watermelon juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 13, p. 112-119, 2012.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

MINUSSE, R.C.; PASTORE, G.M.; DÚRAN, N. Potential applications of laccase in the food industry. **Food Science and Technology**, v. 13, p. 205–216, 2002.

MORT, A.; ZHENG, Y.; QIU, F.; NIMTZ, M.; BELL-EUNICE, G. Structure of xylogalacturonan fragments from watermelon cell-wall pectin. Endopolygalacturonase can accommodate a xylosyl residue on the galacturonic acid just following the hydrolysis site. **Carbohydrate Research**, v. 343, p.1212–1221, 2008.

MOSQUEDA-MELGAR, J.; RAYBAUDI-MASSILIA, R.M.; MARTÍN-BELLOSO, O. Microbiological shelf life and sensory

evaluation of fruit juices treated by high-intensity pulsed electric fields and antimicrobials. **Food and Bioproducts Processing**, v. 90, p. 205-214, 2012.

MUKHIDDINOV, Z. K.; KHALIKOV, D. KH.; ABDUSAMIEV, F. T.; AVLOEV, CH. Isolation and structural characterization of a pectin homo and ramnagalacturonan. **Talanta**, v. 53, p.171–176, 2000.

OMS-OLIU, G.; ODRIOZOLA-SERRANO, I.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effects of high-intensity pulsed electric field processing conditions on lycopene, acid ascorbic and antioxidant capacity of watermelon juice. **Food Chemistry**, v. 115, p. 1312–1319, 2009.

O'SHEA, N.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 16, p. 1-10, 2012.

PELLEGRINI, N.; COLOMBI, B.; SALVATORE, S.; BRENNA, O.; GALAVERNA, G.; DEL RIO, D. Evaluation of antioxidant capacity of some fruit and vegetable foods: efficiency of extraction of a sequence of solvents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, p. 103–111, 2007.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v. 39, p. 791-800, 2006.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J.K.; PAIR, S.D.; ROBERTS, W. Lycopene content differs among red-fleshed watermelon cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, p. 983-987, 2001.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J.K.; DAVIS, A.R.; ROBERTS, W. Carotenoid content of 50 watermelon cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 2593–2597, 2006.

QUEK, S.Y.; CHOK, N.K.; SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. **Chemical Engineering and Processing**, v. 46, p. 386–392, 2007.

RAI, C.; RAI, P.; MAJUMDAR, G.C.; DE, S.; DASGUPTA, S. Mechanism of Permeate Flux Decline during Microfiltration of



Watermelon (*Citrullus lanatus*) Juice. **Food Bioprocess Technology**, v. 3, p. 545–553, 2010.

RAUTENBACH, F.; VENTER, I. Hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity of commonly consumed South African fruits, vegetables, grains, legumes, fats/oils and beverages. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, p. 753–761, 2010.

RAWSON, A.; TIWARI, B.K.; PATRAS, A.; BRUNTON, N.; BRENNAN, C.; CULLEN, P.J.; O'DONELL, C.P. Effect of thermosonication on bioactive compounds in watermelon juice, **Food Research International**, v. 44, p. 1168-1173, 2011.

SINGLETON, V. L.; JOSEPH, A.; ROSSI, J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-149, 1965.

TEÓFILO, R.F.; FERREIRA, M.M.C. Quimiometria II: planilhas eletrônicas para cálculos de planejamentos Experimentais, um tutorial. **Química Nova**, v. 69, n. 2, p. 338-350, 2006.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D.H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 669-675, 2006.

TLILI, I.; HDIDER, C.; LENUCCI, M.S.; ILAHY, R.; JEBARI, H.; DALESSANDRO, G. 2011a. Bioactive compounds and antioxidant activities of different watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld) cultivars as affected by fruit sampling area. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, p. 307-314, 2011a.

TLILI, I.; HDIDER, C.; LENUCCI, M.S.; ILAHY, R.; JEBARI, H.; DALESSANDRO, G. Bioactive compounds and antioxidant activities during fruit ripening of watermelon cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, p. 923-928, 2011b.

VÁZQUEZ-ARAÚJO, L.; CHAMBERS, E.; ADHIKARI, K.; CARBONELL-BARRACHINA, A.A. Physico-chemical and sensory properties of pomegranate juices with pomegranates albedo and carpellar membranes homogenate. **LWT – Food Science and Technology**, v. 44, p. 2119-2125, 2011.

VORAGEN, A.G.J.; COENEN, G.J.; VERHOEF, R.P.; SCHOLS, H.A. Pectin, a versatile polysaccharide present in plant cell walls. **Structural Chemistry**, v. 20, p. 263-275, 2009.

VRIESMANN, L.C.; PETKOWICZ, C.L.O. Polysaccharides from the pulp of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*): Structural characterization of a pectic fraction. **Carbohydrate Polymers**, v. 77, p. 72–79, 2009.

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.

WOLFROM, M.L.; THOMPSON, A. Acetylation. In: R. L. WHISTLER, & M. L. WOLFROM (Eds.), *Methods. Carbohydrates Chemistry*, Vol. 2: Reactions of carbohydrates, Nova York: Academic Press, 1963a, p. 211-215.

WOLFROM, M.L., THOMPSON, A. Reduction with sodium borohydride. In: R. L. WHISTLER, M. L. WOLFROM (Eds.), *Methods. Carbohydrates Chemistry*, V. 2: Reactions of carbohydrates, Nova York: Academic Press, 1963b, p. 211-215.

YATIV, M.; HARARY, I.; WOLF, S. Sucrose accumulation in watermelon fruits: Genetic variation and biochemical analysis, **Journal of Plant Physiology**, v. 167, p. 589-596, 2010.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, v. 64, p. 555–559, 1999.

## Apêndice A – Ficha para avaliação sensorial da aceitabilidade e intenção de consumo das amostras de suco de melancia

### TESTE DE ACEITABILIDADE

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Instruções: Você estará recebendo uma amostra de suco de melancia. Por favor avalie e indique, usando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou da amostra em relação aos seguintes atributos: odor, cor, sabor e aceitabilidade global.

- (1) Degostei extremamente
- (2) Degostei moderadamente
- (3) Degostei regularmente
- (4) Degostei ligeiramente
- (5) não gostei, nem degostei
- (6) Gostei ligeiramente
- (7) Gostei regularmente
- (8) Gostei moderadamente
- (9) Gostei extremamente

Notas dos atributos				
Código da Amostra	Odor	Cor	Sabor	Aceitabilidade Global

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### TESTE DE INTENÇÃO DE CONSUMO

Instruções: Utilizando a escala abaixo avalie qual seria sua atitude caso você encontrasse esse produto no mercado.

- (1) certamente não consumiria
- (2) provavelmente não consumiria
- (3) talvez consumiria /talvez não consumiria
- (4) provavelmente consumiria
- (5) certamente consumiria

Código da Amostra	Nota Intenção de consumo

Comentários: \_\_\_\_\_

## Anexo A – Trabalho apresentado em evento



# Certificate of Appreciation

16<sup>th</sup> IUFOST | World Congress of Food Science and Technology

We certify that the paper entitled

extraction optimization of watermelon albedo phenolic compounds using response methodology

authored by

**SANTOS, G.D.; ARRIOLA, N.A.; DIAS, C.O.; PRUDÊNCIO, E.S.; AMANTE, E.R.; AMBONI, R.D.M.C.**

was presented in the Poster Session at the **16th World Congress of Food Science and Technology** :

**“Addressing Global Food Security and Wellness through Food Science and Technology”**, held at Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil, on August 5 - 9, 2012.



**Glaucia Maria Pastore**  
Chair

*Dr. Dr. B. Rodriguez-Amaya*  
**Della B. Rodriguez-Amaya**  
Scientific Committee Chair



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ



**IUFOST**

b020.cafis.ufpr.br/6878-0e0d-7a7b-a122

## Anexo B – Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC

Plataforma Brasil - Ministério da Saúde

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

### PROJETO DE PESQUISA

Título: OBTENÇÃO DE SUCO DE MELANCIA (*Citrus lanatus*) COM APROVEITAMENTO  
Integral DA FRUTA ATRAVÉS DE PROCESSO ENZIMÁTICO

Pesquisador: Renata Dias de Mello Castanho Amboni      Versão: 1  
Instituição:      CAAE: 02335712.9.0000.0121

### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 27887  
Data da Relatoria: 28/05/2012

**Apresentação do Projeto:**

O projeto de pesquisa OBTENÇÃO DE SUCO DE MELANCIA (*Citrus lanatus*) COM APROVEITAMENTO INTEGRAL DA FRUTA ATRAVÉS DE PROCESSO ENZIMÁTICO apresenta fundamentação bibliográfica trazendo a pesquisadora informações sobre a produção, características da composição química e uma proposta de uso integral da fruta na produção de suco com aproveitamento do albedo tomando-se 100 sujeitos de pesquisa verificando-se assim a aceitabilidade do produto.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo geral**  
Obter suco de melancia (*Citrus lanatus*) com aproveitamento integral da fruta através do processo enzimático.

**Objetivos específicos:**

Maximizar as condições de extração enzimática do albedo de melancia para o melhor rendimento;  
Elaborar diferentes formulações com suco padrão de melancia e albedo hidrolisado enzimaticamente;  
Determinar a aceitabilidade e intenção de consumo do suco de melancia padrão e das formulações;

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**  
Não existem riscos ou desconfortos associados com a participação nesta pesquisa, contudo o participante tem plena liberdade de recusar ou retirar seu consentimento, sem qualquer penalização.

**Benefícios:**  
Pretende-se, dependendo dos resultados obtidos, a comercialização deste tipo de produto por empresas parceiras.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa apresenta relevância, fundamentação bibliográfica, praticidade e benefícios em geral com TCLE claro e compatível com o grupo a ser pesquisado.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os documentos estão de acordo com o solicitado pelo CEP/SH.

**Recomendações:**

Não se aplica.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não se aplica.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

FLORIANÓPOLIS, 28 de Maio de 2012

Assinado por:  
Washington Portela de Souza