

EXTRAÇÃO DA PECTINA DO MARACUJÁ AMARELO

Késia Kimberly Pires Siqueira

Graduanda em Engenharia Química,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Laís da Conceição Feitoza

Graduanda em Engenharia Química,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Marcio Tulio Matheus Santos

Químico – UMG; Mestre em Pesquisa e Desenvolvimento em Biotecnologia médica – UNESP;
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Murilo Teodoro Martinez

Mestre em Química Analítica – USP;
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

RESUMO

A pectina é composta por um grupo de polissacarídeos, que coopera com o ajuntamento entre as células e a resistência mecânica da parede celular. As matérias-primas mais importantes para a extração da pectina são encontradas nas polpas de diversas frutas, como por exemplo, na casca na laranja, limão, bagaço de maçã e o maracujá. O alvo deste artigo é descrever e relatar os estudos referentes a aplicação da casca do maracujá-amarelo (*passiflora edulis flavicarpa*) para a extração da pectina de alto grau de esterificação com ácido cítrico. Nesta análise, a resposta foi empregada para determinar o rendimento e as condições ótimas de extração da pectina; os resultados sempre variam entre 50 % a 70 % nos graus de esterificação e possui um pH de 2,6 a 3,4. Estas características facilitam na formação de gel e através de estudos e análises documentais, foram obtidos os melhores aproveitamentos da extração.

PALAVRAS-CHAVE: pectina; extração; maracujá amarelo; grau de esterificação.

1 INTRODUÇÃO

No início da década de 1970, o aproveitamento dos resíduos de algumas frutas (especificamente as cascas), vem se destacando como matéria – prima pelo fato de alguns ingredientes estarem inclusos na alimentação humana como exemplo, as pectinas, que atualmente são as que mais se destacam, com finalidades comerciais, a partir de cascas de laranja, limão, cacau, manga, pêssego, bagaço de maçã e maracujá (OLIVEIRA et al., 2002).

Os polissacarídeos são compostos encontrados na pectina e estão localizados nas paredes celulares e nas lamelas medias das plantas, onde as moléculas sofrem alterações no grau de esterificação (HAMINIUK et al., 2009). Quando o grau de esterificação está igual ou superior a 50 %, as pectinas já

começam formar gel com o aumento da concentração de sólidos solúveis (superior a 55%) e em meio ácido (pH 2,8-3,4); altas temperaturas, coopera para a formação de um coloide. Porém, quando o grau de esterificação for inferior a 50%, com baixo teor de sólidos solúveis, pH entre 2,5-6,5, formam gel na presença de íons bivalentes, como o Ca^{2+} (PINHEIRO, 2007).

As pectinas cítricas no ramo comercial são utilizadas pelas indústrias e necessárias que estejam a 70% de grau de esterificação, para obter o processo de extração da pectina no maracujá amarelo tendo mínima a deterioração da molécula. O agente extrator pode ser ácido inorgânico (clorídrico, nítrico e sulfúrico) e ácido orgânico fraco, como o ácido cítrico (MOLLEA et al., 2008).

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem o objetivo de analisar o potencial do maracujá amarelo para a extração química da pectina, utilizando um sistema de condensação e ácido cítrico como agente extrator.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho constituiu-se em análises bibliográficas para auxiliar no entendimento dos conceitos da extração da pectina no maracujá; as pesquisas documentais utilizadas foram de fontes diversificadas, sendo livros, relatórios, artigos, fotografias, entre outros. As pesquisas foram realizadas entre os meses de abril a junho de 2019, na cidade de Três Lagoas, MS.

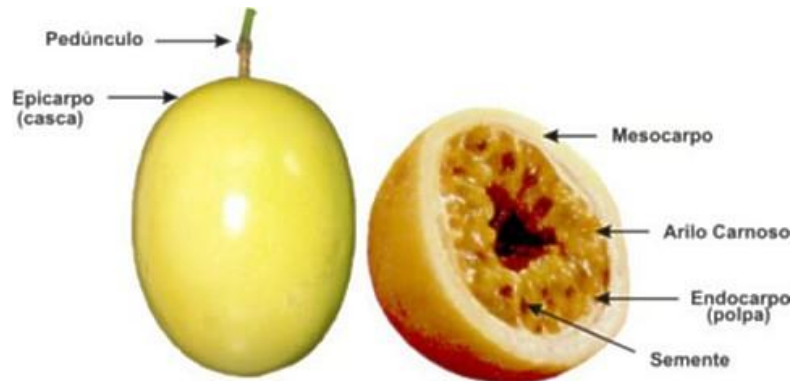
4 MARACUJÁ

Na região da América tropical onde se encontra uma grande demanda do maracujá produzido pelas plantas do gênero passiflora, contém mais de 150 espécies. Com essa grande produção, o Brasil se destaca como maior produtor mundial, atingindo uma produção de 480 mil toneladas, em uma área de 36 mil hectares. As espécies mais produzidas no Brasil são maracujá - amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*), maracujá – roxo (*Passiflora edulis Sims*) e o maracujá – doce (*Passiflora alata*) (IBGE, 2010).

De acordo com Carvalho et al. (2005), a casca do maracujá é composta pelo

flavado (parte com coloração) e mesocarpo (parte branca, também chamada de albedo), rico em pectina, conforme pode se analisar na Figura 1.

Figura 1. Estrutura anatômica do maracujá.



Fonte: Extraído de Rigotti e Higuti, 2011.

O uso da produção do maracujá tem uma variedade de diversos produtos existentes no mercado, que diferenciam na produção de grandes quantidades de sementes e cascas. As características físicas e químicas da casca do maracujá-amarelo estão apresentadas na Tabela 1. Para Matsuura (2005), o albedo *in natura* de maracujá-amarelo proporciona em média 91,5% da casca com cor amarela, 90,8% de umidade, pH ácido 4,4 e baixa acidez (0,31%, expresso em ácido cítrico). A pectina do maracujá é constituída por um grau de esterificação da molécula proporcionado estimativas entre 50-70% devido a sua capacidade de gelificação, que garante a rápida formação do gel (PINHEIRO, 2007).

Tabela 1. Composição centesimal do albedo de maracujá-amarelo (em base seca).

Constituintes	AM-NT	AM-T
Proteínas (%)	6,8	3,7
Lipídios (%)	1,3	0,8
Carboidratos (%)	84,2	92,6
Fibras (%)	-	-
Total	67,5	74,0
Insolúveis	35,8	64,8
Celulose	30,7	56,5
Hemicelulose	1,6	4,7
Lignina	1,1	2,1
Solúveis	31,7	9,1
Substâncias pectinas	27,8	8,7
Cinzas (%)	7,7	2,8
Cálcio (mg/100g)	189,8	172,1
Potássio (mg/ 100g)	331,7	152,9
Ferro (mg/100g)	6,3	5,4
Sódio (mg/100g)	248,2	726,5

Fonte: Extraído de Matsuura, 2005.

Podem-se analisar as composições do maracujá na Tabela 2, que são totalmente aproveitáveis, onde boa parte destina-se à produção de sucos, e demais partes como cascas e sementes, utilizadas pelos produtores rurais, para a produção de ração de bovinos e aves. Por se obter em grandes quantidades de toneladas, estes resíduos são de interesse econômico, científico e tecnológico (FERRARI, COLUSSI; AYUB, 2004).

Tabela 2. Composição do maracujá *in natura*.

Maracujá	Composições (%)
Cascas	50,3
Sucos	23,2
Sementes	26,2

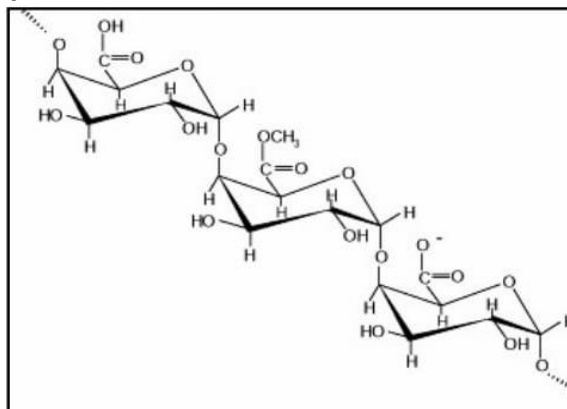
Fonte: Extraído de Ferrari, Colussi e Ayub, 2004.

5 PECTINA

As pectinas são substâncias que estão interligadas com grupos de polissacarídeos e fazem parte de substâncias que se relacionam as pécticas. Também incluem nesse grupo, os ácidos pécticos, pectínicos e protopectinas (CAMPBELL; PENFIELD; GRISWOLD, 1979).

O elemento mais simples da sustância péctica se encontra no ácido péctico, formado por um composto de unidades de ácido D-galacturônico, combinados por ligações α -(1-4), onde os grupos carboxílicos podem ser metil esterificados em diferentes extensões. Pode ser interrompida a cadeia principal por unidades de L-ramnose através de ligações α -(1,2), às quais estão ligadas cadeias laterais, formadas por açúcares neutros, principalmente unidades de galactose e arabinose (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Figura 2. Estrutura química da cadeia de pectina.

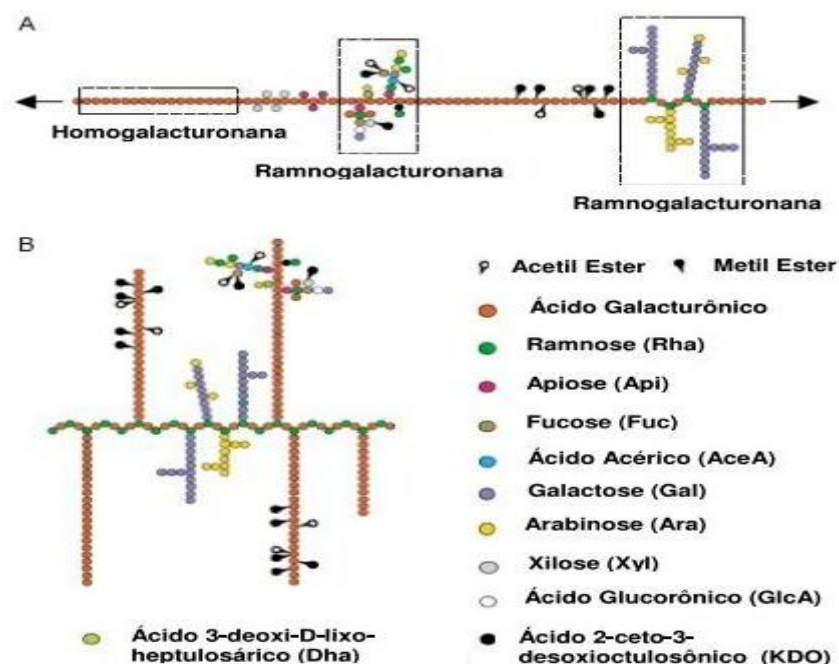


Fonte: Extraído de Brandão e Andrade, 1999.

As estruturas dos ácidos pectínicos (Figura 2) são similares com as dos ácidos pécnicos, diferenciando entre eles, algumas unidades de ácidos galacturônicos esterificados (CAMPBELL; PENFIELD; GRISWOLD, 1979).

As pectinas são desenvolvidas por três principais frações (Figura 3), a fração linear conhecida como homogalacturonana (HG), as frações ramificadas conhecidas como ramnogalacturonana I (RG-I) e ramnogalacturonana II (RG-II) (WILLATS; KNOX; MIKKELSEN, 2006).

Figura 3 Representação esquemática das estruturas das pectinas.



(A) Estrutura convencional. (B) Estrutura alternativa recentemente proposta.

Fonte: Extraído de Willats, Knox e Mikkelsen, 2006.

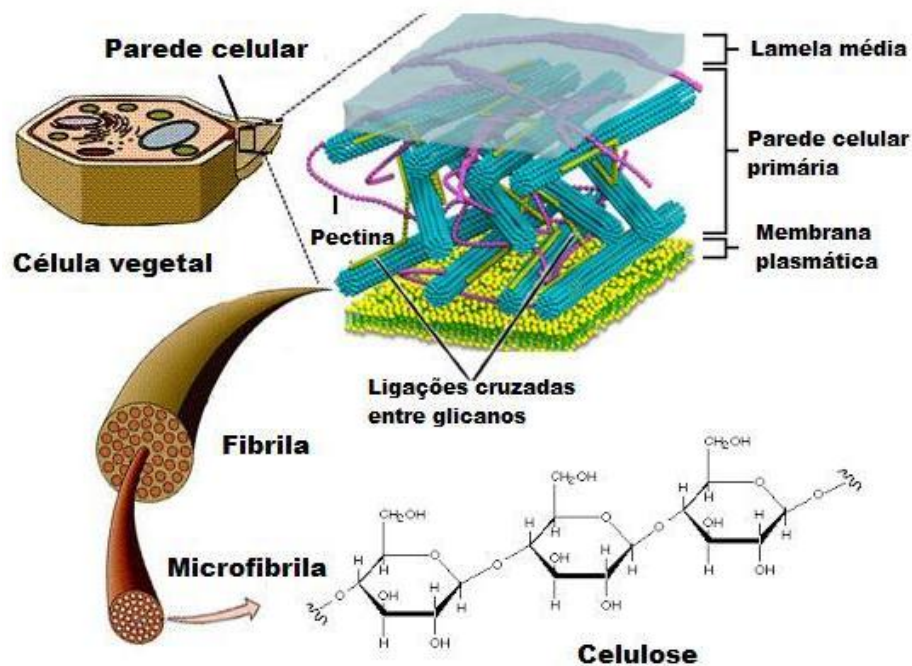
As homogalacturonanas (HG) são polímeros compostos de ácidos galacturônicos em ligação α -(1,4), relativamente esterificadas, por esse motivo são mais resistentes à hidrólise (BRETT; WALDRON, 1996; BUCHANAN; GRUISSEM; JONES, 2000; WILLATS; KNOX; MIKKELSEN, 2006).

A ramnogalacturonana I (RG-I) sendo o segundo polissacárideo das pectinas mais importantes, onde representa uma cadeia de dissacarídeos de ácido galacturônico e ramnose; a dimensão das cadeias pode variar de acordo com diferentes açúcares, especialmente arabinanas e galactanas, que estão diretamente ligados as ramnose, em C-4 (CARPITA; GIBAUT, 1993; BUCHANAN; GRUISSEM; JONES, 2000).

A ramnogalacturonana II (RG-II) é a parte estrutural mais complexa e compõe 10% da pectina, composto por ácido galacturônico, ramnose, galactose e alguns açúcares raros como apiose, ácido acérico (VIDAL et al., 2000; BUCHANAN; GRUISSEM; JONES, 2000; GULFI; ARRIGONI; AMADÒ, 2007).

As pectinas estão localizadas nas lamelas centrais de tecidos vegetais e nos espaços intercelulares (Figura 4). São tecidos jovens, principalmente das frutas, onde são formadas grandes quantidades dessas substâncias, muitas das vezes, em canais amplos que separam as células (CRISTENSEN, 1986; DA SILVA, 1997; TURQUOIS 1999).

Figura 4. Ilustração esquemática das fibrilas, microfibrilas e celulose na parede celular de vegetais.



Fonte: Adaptado de Alexander Silberman Institute of Life Sciences, 2015.

5.1 Extração da Pectina

A extração da pectina é retirada da extração do ácido albedo de frutas cítricas. Essas frutas possuem grandes quantidades de polissacarídeos e a maioria desses polissacarídeos são armazenadores de açúcares; esta extração também pode ser realizada pela parede celular por agentes quelantes de cálcio, como oxalato de amônia (BUCHANAN GRUISSEM e JONES, 2000).

O processo de extração da pectina abrange três etapas, (i) extração aquosa do material da planta; (ii) purificação do extrato líquido e (iii) separação do extrato da pectina do líquido.

Nesta análise, a extração básica da pectina resulta em baixo grau de esterificação e está dentro do grupo dos ésteres; para análise alto grau de esterificação, deve ser feito um processo com extração ácida (JOYE; LUIZO, 2000).

A extração da pectina é feita com água acidificada, ácidos fosfórico, sulfúrico, nítrico ou clorídrico e acético; o pH pode variar com temperaturas entre 80-100 °C. Várias coisas podem influenciar no resultado final da pectina, como ácidos, vibrações, tempo e pH. A pectina extraída acima de 90 °C pode gerar hidrólise e essa degradação faz com que a molécula fique com baixa massa molar (PAGÁN et al., 2001; LEVIGNE et al., 2002).

A extração da pectina com ácidos não orgânicos, contém algumas desvantagens como corrosão e poluição, pois os resíduos que sobram no final da análise devem ser descartados de maneira correta e não são adequados para nenhum tipo de alimentação, mesmo contendo fibras dietéticas (RAFAEL; THIBAUT, 1994).

O número de análises da extração por ácidos orgânicos e cítricos vem aumentando e obtendo excelentes resultados para uma pectina de alta qualidade. A extração da pectina da casca da maçã foi mais bem apresentada com a solução de ácido cítrico 1%, obtendo 78% da pectina. Esses resultados vêm favorecendo as indústrias de alimentos no olhar econômico (VIRK; SOGI, 2004).

Apesar da casca do maracujá ser rica em fibras no processo industrial e possuir propriedades químicas favoráveis, ainda existem poucos estudos que relatam esses fatos. Mesmo com esses dados, o maracujá tem se mostrado uma excelente fonte para a extração da pectina (CHAU; HUANG, 2004).

A extração da pectina da casca ocorre em vários estágios de maturação. É utilizado o ácido clorídrico e fosfórico na extração, o que apresentar melhor grau de esterificação e teor de ácido galacturônico será utilizado como agente extrator (D'ADDOSIO et al., 2005).

Foram utilizados também ácidos cítrico, clorídrico e nítrico para obter a extração da pectina da farinha da casca do maracujá amarelo; o ácido cítrico apresentou melhor resultado com 70%, o óleo extraído das sementes apresentou 25% do peso do farelo seco obtido, sendo o óleo rico em proteínas e carboidratos. Este óleo pode ser utilizado nas indústrias de alimentos, quanto na de cosméticos (KLIEMANN, 2006).

5.2 Propriedades Funcionais

Das propriedades funcionais da pectina, a mais conhecida é a formação de gel, estando presente com íons, açúcares e ácidos. A geleificação ocorre quando uma molécula da pectina sofre desidratação (MAY, 1990). Essa ocorrência se dá em consequência da formação contínua nas redes tridimensionais com ligações cruzadas entre as moléculas (THAKUR; SINGH; HANDA, 1997).

As pectinas são classificadas pelo grau alto de esterificação, quando tem 50% acima de carboxílicos esterificados e de baixo grau de esterificação, quando contém apenas 50% ou menos estão esterificados. Pectinas consideradas rápidas estão no grupo metoxílicos superiores a 70% e precisam geleificar a temperatura mais alta. Pectinas de baixo grau de esterificação precisam ser controladas a quantidade de íons e cálcio para a formação de géis. Géis com termo-reversíveis são considerados mais elásticos e macios (BELITZ; LOZANO, 2004). Já as pectinas de alto grau de esterificação são mais importantes para produção de geleias, sorvetes, bebidas, marmeladas e diversos produtos utilizados em confeitarias (BRANDÃO; ANDRADE, 1999).

O processo de seleção da pectina varia pela temperatura de geleificação e textura. Para o processo de gel tradicional com frutas é necessária rápida geleificação e será utilizada a pectina que contém maior grau de esterificação. Para geleias sem açúcares é necessário grau de baixa esterificação. Essas pectinas são capazes de gerar gel com a consistência esperada para qualquer tipo de produtos (MOORHOUSE, 2004).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos resultados obtidos para esta análise, podemos observar que a extração da pectina pode ser analisada com ácido fosfórico (H_3PO_4), ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3), ácido clorídrico (HCl), ácido acético (CH_3COOH), ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) e alguns fatores podem alterar o resultado final tais como: vibrações, tempo, pH. As temperaturas também podem variar entre 80-100 °C. A extração da pectina da casca ocorre em vários estágios de maturação.

O ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) é fator mais importante dessa extração, pois aumenta o grau de esterificação da pectina; com esse aumento de grau, a esterificação pode chegar até 0,86% de total aproveitamento, isso com o tempo de

60 minutos de extração.

Com esta análise de extração da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*), obtém a pectina com a intensão de minimizar os resíduos provocados por um processo não orgânico, transformando em matérias-primas para indústrias de alimentos, químicas e farmacêuticas.

REFERÊNCIAS

BOBBIO, P. A.; BOBBIO F. O. Química do Processamento de Alimentos. 2ª Ed. São Paulo: Livraria Varela, 151 p., 1992.

BRANDÃO, E. M.; ANDRADE, C. T. Influência de fatores estruturais no processo de gelificação de pectinas de alto grau de metoxilação. *Polímeros*, v. 9, n. 3, p. 38-44, 1999.

CAMPBELL, A. M.; PENFIELD, M. P.; GRISWOLD, R. M. *The Experimental Study of Food*. 2 nd Edition. Boston: Houghton Mifflin Company, 1979.

CHAU, E.; HUANG, Y. L. Caracterização de fibras de sementes de maracujá: uma potencial fonte de fibras. *Food Chemistry*, v. 85, p. 189-194, 2004.

COELHO, M. T. Pectina: Características e Aplicações em Alimentos. 2008. 32 f. Seminário (Disciplina de Seminários em Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Curso de Bacharelado em Química de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

D'ADDOSIO, R.; PAEZ, G.; MARÍN, M.; MÁRMOL, Z.; FERRER, J. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener). *Revista de la Facultad de Agronomía*, v. 22 n. 3 Caracas. 2005. ISSN 0378-7818 versión impresa.

FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá – aproveitamento das sementes. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 2004.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção Agrícola Municipal (PAM)*, 2010. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 03 abr. 2019.

KLIEMANN, E. Extração e Caracterização da Pectina da Casca do Maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*). 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2006.

LÉVIGNE, S.; RALET, M. C.; THIBAUT, J. F. Characterisation of pectins extracted from fresh sugar beet under different conditions using an experimental design. *Carbohydrate Polymers*, v. 19, p. 145-153, 2002.

LÉVIGNE, S.; THOMAS, M.; RALET, M. C.; QUEMENER, B.; THIBAUT, J. F. Determination of the degrees of methylation and acetylation of pectins using a C18 column and internal standards. *Food Hydrocolloids*, v. 16, p. 547-550, 2002.

MATSUURA, F. C. A. U. Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais. 2005. 112f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MOLLEA, C.; CHIAMPO, F.; CONTI, R. Extraction and characterization of pectins from cocoa husks: A preliminary study. *Food Chemistry*, v. 107, p. 1353-1356, 2008.

MOORHOUSE; Hidrocolóide ubíquo. *O Mundo dos Ingredientes Alimentares*, p. 24-30, Set., 2004.

OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V.; RIBEIRO, P. C. do N.; RUBACK, V. R. Aproveitamento Alternativo da Casca do Maracujá-Amarelo (*passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) para produção de doce em calda. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 22, n. 3, set./dez. 2002.

PAGÁN, J.; IBARZ, A.; LLORCA, M.; PAGÁN, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Extraction and characterization of pectin from stored peach pomace. *Food Research International*, v. 34, p. 605-612, 2001.

PINHEIRO, E. R. Pectina da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* flavicarpa): Otimização da extração com ácido cítrico e caracterização físico-química. 2007. Dissertação (Mestrado em ciências do alimento) – Programa de pós-graduação em Ciências dos alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RALET, M. C.; THIBAUT, E. Extração e caracterização de altamente pectinas metiladas das paredes das células de limão. *Carbohydrate Research*, v. 260, p. 283-296, 1994.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. *Química de alimentos*. São Paulo: Edgard Blurche: Instituto Mauá de Tecnologia, 2004.

THAKUR, B. R.; SINGH, R. K.; HANDA, A. V. Chemistry and uses of pectin – A Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 37, n. 1, 1997.

VIRK, B. S.; SOGI, D. S. Extração e caracterização de pectina de bagaço de maçã (*Malus Pumila* Cv Amri) descascar resíduos. *International Journal of Food Properties*, v.7, n. 03, p.1-11, 2004.