

RICARDO DE SOUZA CAMPOS

**EXTRAÇÃO AQUOSA DE PECTINA A PARTIR DO BAGAÇO DA
LARANJA**

Assis - SP
2012

RICARDO DE SOUZA CAMPOS

EXTRAÇÃO AQUOSA DE PECTINA A PARTIR DO BAGAÇO DA
LARANJA

Trabalho de conclusão de curso de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação

Orientador: Prof^o. Dr. Silvia Maria Batista de Souza

Área de Concentração: Química

Assis
2012

FICHA CATALOGRÁFICA

CAMPOS, Ricardo

Extração aquosa de pectina a partir do bagaço da laranja / Ricardo de Souza Campos. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2012.

43p.

Orientador: Silvia Maria Batista de Souza.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Extração aquosa. 2. Pectina. 3. Bagaço de laranja

CDD:660
Biblioteca da FEMA

EXTRAÇÃO AQUOSA DE PECTINA A PARTIR DO BAGAÇO DA LARANJA

RICARDO DE SOUZA CAMPOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, analisado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: Prof.^a Dr. Silvia Maria Batista de Souza

Analisador: Prof.^a M.^a Marta Elenita Donadel

Assis
2012

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, esposa, filho, aos meus pais, irmãos e familiares por sempre estarem comigo apoiando esse meu trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, aos meus pais, minha esposa, meu filho, meus irmãos e todos os familiares que contribuíram para esse trabalho.

A Prof.^a Silvia, minha orientadora e amiga de todas as horas, que acompanhou durante todo esse tempo, sempre disposta, com extremo rigor e muita simpatia soube exigir o máximo, levando-me a enxergar muito além do que eu pudesse imaginar.

Aos professores que tanto se esforçaram para proporcionar o amadurecimento do meu conhecimento, sempre com muita paciência e atenção, sem falar na grande dignidade e respeito. Agradeço a todos vocês.

Aos meus amigos pelos momentos que passamos juntos no fundão da sala, aos colegas de classe que de alguma maneira marcaram a minha vida.

A empresa Nova América por ter financiado o meu primeiro ano e ao Químico Industrial Marcio Faria por ter confiado em mim quando me contratou para o cargo de fermentador.

“Quem decidir se colocar como juiz da verdade e do conhecimento é naufragado pela gargalhada dos Deuses”

Albert Einstein
(1879-1955)

RESUMO

O principal polissacarídeo extraído da parede celular de frutas pertence à classe das pectinas. A pectina é responsável pela adesão entre as células e pela resistência mecânica da parede celular. O Brasil é o maior produtor e exportador do mercado mundial de laranjas e como consequências da industrialização têm os subprodutos. A extração aquosa da pectina a partir do bagaço de laranja apresenta-se como um meio alternativo as extrações ácidas e enzimáticas. O princípio do método desta extração aquosa a quente baseia-se solubilização da pectina e posterior neutralização dos resíduos de ácido galacturônico livres através dos íons cálcio, ocorrendo assim a gelificação e a precipitação da pectina na forma de pectato de cálcio, sendo esse pectato retido em papel de filtro e posteriormente pesado. O resultado foi comparado à quantidade inicial de bagaço pesada chegando-se à porcentagem de 3,24% de pectina na casca do bagaço da laranja pera com maturação avançada. A solubilidade da pectina em solução aquosa ou outros solventes em torno de 2 % a 3 %, e considerando ainda o teor de pectina na casca de laranja de 3,5 % a 5,5 % na base úmida concluímos que a extração térmica foi satisfatória. Para investigar a influência do ponto de maturação na disponibilidade de pectina solúvel, fez-se a mesma análise, porém com uma laranja com menos maturação. O cálculo da quantidade de pectina resultou 1,143 g de pectina, confirmando assim a influência do ponto de maturação com a disponibilidade de pectina solúvel. A extração aquosa de pectina a partir do bagaço de laranja apresenta-se com o objetivo de se agregar valor ao subproduto do processo de industrialização da laranja, contribuir para a redução de impactos ambientais produzidos na industrialização dos produtos da laranja e ser um método de extração menos tóxico.

Palavras-chave: Extração. Pectina. Bagaço de laranja.

ABSTRACT

The main polysaccharide extracted from cell wall of fruits belongs to the class of pectins. Pectin is responsible for adhesion between cells and the mechanical strength of the cell wall. Brazil is the biggest producer and exporter of the world market of oranges and with consequences of industrialization we have byproducts. The aqueous extraction of pectin from orange bagasse is presented as an alternative way the acidic and enzymatic extractions. The principle of the hot aqueous extraction method is based on the solubilization of pectin and subsequent neutralization of the free galacturonic acid residues through calcium ions, occurring thus the gelling and precipitation of pectin in the form of calcium pectate, and this pectate is retained on filter paper and then weighed. The result was compared to the initial quantity of bagasse weighed and reached the percentage of pectin in the peel's bagasse of the pear orange, with advanced maturation, that is 3,2336% and the solubility of the pectin in an aqueous or other solvents is around 2% to 3% and considering the content of the pectin in orange peel being from 3,5% to 5,5% in wet basis we conclude that the thermal extraction was satisfactory. To investigate the influence of maturation point on the availability of soluble pectin, did the same analysis but with an orange with less maturation. The calculation of the quantity of pectin resulted in 1.143 g of pectin, thus confirming the influence of maturation point with the availability of soluble pectin. The aqueous extraction of pectin from orange bagasse is presented with the objective of aggregate value to the byproduct of the industrialization process of orange, contribute to the reduction of environmental impacts produced in the industrialization products of orange and be a less toxic method of extraction.

Keywords: Extraction; Pectin. Orange bagasse

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Trajetória da Laranjeira	15
Figura 02 – Participação da Produção de Laranja por Unidade Federativa no Brasil	18
Figura 03 – Rendimento da Laranja	19
Figura 04 – Estrutura da Laranja	20
Figura 05 – Formação da Parede Celular Vegetal	21
Figura 06 – Parede Celular	22
Figura 07 – Estrutura da Parede Celular Vegetal.....	23
Figura 08 – Estrutura da Pectina.....	24
Figura 09 – Estrutura da β – Galactose.....	24
Figura 10 – Estrutura do Ácido Poligalacturônico.....	25
Figura 11 – Pesagem do Bagaço de Laranja	32
Figura 12 – Fervura do Bagaço de Laranja	32
Figura 13 – Filtração a Vácuo	33
Figura 14 – Pectina Solúvel Diluída	33
Figura 15 – Pectina Solúvel mais Hidróxido de Sódio	34
Figura 16 – Solução após o Repouso	34
Figura 17 – Adição de Ácido Acético.....	35
Figura 18 – Adição de Cloreto de Cálcio	35
Figura 19 – Pectato de Cálcio	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de Substância a cada 100 g de laranja.....	16
Tabela 2 – Teor de pectina em algumas frutas	37

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
2.	CLASSIFICAÇÃO, ORIGEM E TRAJETÓRIA DA LARANJA.....	15
2.1	Valores Nutricionais da Laranja.....	16
2.2	A Indústria da Laranja.....	17
2.3	Subprodutos da Laranja.....	18
3	BAGAÇO DE LARANJA.....	20
3.1	A Parede Celular.....	21
4	PECTINA.....	23
4.1	Propriedades da Pectina.....	25
5	APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO.....	27
6	METODOLOGIA.....	28
6.1	Equipamentos.....	28
6.2	Materiais.....	28
6.3	Reagentes.....	29
6.3.1	Procedimento Experimental para Obtenção do Teor de Pectina.....	29
6.3.2	Solução de Ácido Acético 1M.....	29
6.3.3	Solução de Cloreto de Cálcio 1 M.....	29
6.3.3.1	Solução de Hidróxido de Sódio 1M.....	30
6.3.3.2	Solução de Nitrato de Prata 1%.....	30
6.3.3.3	Procedimento Experimental para Determinação do Teor de Pectina na Casca da Laranja.....	30
7.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
8.	CONCLUSÃO.....	39
	REFERÊNCIAS :.....	40

1. INTRODUÇÃO

A laranjeira, nativa da Ásia – Índia, China e países vizinhos de clima subtropical úmido (SEAGRI, 2001) é uma planta cítrica que possui grande emprego na fabricação de sucos, é fonte de vitamina C e possui subprodutos, com valor comercial, como os óleos essenciais, d-limoneno, terpenos, substâncias aromáticas e farelo de polpa cítrica (SCHLISCHTING, 2008).

O Brasil exporta US\$ 1,2 bilhão em suco de laranja, o que representa a fatia de 80% do mercado mundial o que o torna um dos setores mais competitivos e de maior potencial de crescimento no agronegócio, (NEVES; JANK, 2011).

O produto principal da laranja é o suco, entretanto existem vários subprodutos que são obtidos no processo de fabricação com valor comercial como os óleos essenciais e o farelo de polpa cítrica. O destino normalmente empregado para o bagaço de laranja, proveniente de indústrias de suco, que é rico em pectina, é para a indústria de ração animal (CALLIARI, 2004) e o bagaço de laranja proveniente de restaurantes, tendinhas de suco, é descartado em áreas impróprias, gerando problemas ao Meio Ambiente.

A pectina é um polissacarídeo constituinte da parede celular de plantas dicotiledôneas (CUNHA, PAULA, FEITOSA, 2009). Sua importância é atribuída à formação de géis, sendo amplamente usados na produção de gomas, geleias, produtos lácteos e emulsificantes entre outros. É usada como fibra dietética solúvel por apresentar efeitos fisiológicos que traz benefícios ao organismo tais como a regulação dos níveis plasmáticos de glicose, colesterol e triglicerídeos, além de constituírem fator preventivo de certas enfermidade degenerativas, por exemplo, câncer de colo de útero e reto, aterosclerose e diabetes (BORTOLUZZI; MARANGONI, 2006).

As substâncias pécticas são geralmente extraídas por métodos químicos enzimáticos. O processo tem múltiplos estágios físicos e químicos dentre os quais a hidrólise, a extração e a solubilização de macromoléculas do tecido vegetal. São sensíveis à fatores como pH, ácido e tempo de extração (MUNHOZ et al., 2008).

Tendo em vista a importância de se agregar valor ao subproduto do processo de industrialização da laranja, além de contribuir para a redução de impactos ambientais produzidos na industrialização dos produtos da laranja. O presente trabalho tem como objetivo extrair e quantificar a pectina obtida a partir de bagaço de laranja.

2. CLASSIFICAÇÃO, ORIGEM E TRAJETÓRIA DA LARANJA.

A laranja é uma fruta cítrica produzida pela árvore frutífera do gênero Citrus, que faz parte da família rutaceae. Esta espécie de árvore é de médio porte, podendo atingir até 10 metros de altura. O fruto possui formato oval, coloração alaranjada e sua polpa é geralmente formada por vários segmentos (gomos) cheios de suco que contém flavonoides e óleos essenciais (MARTINEZ, 2010).

A origem da laranjeira uma das mais conhecidas, cultivadas e estudadas árvores frutíferas em todo mundo, é motivo de discórdia, sendo unanimidade que é nativa da Ásia. Os estudos mais antigos sobre a laranja aparecem na literatura chinesa em escritos datados de 2000 aC (ASSOCITRUS, 2008).

A trajetória da laranjeira pelo mundo não é conhecida com exatidão, segundo autores, ela foi levada da Ásia para o norte da África e de lá para o sul da Europa, no período da Idade Média (TURRA, GHISI, 2002). Trazida ao Brasil pelos portugueses, em meados do século XVII, a cultura da laranja desenvolveu-se muito a partir dos anos 60, quando uma grande geada nos Estados Unidos impulsionou vários países a investir nessa cultura. A trajetória da laranjeira desde sua origem pode ser visualizada na figura 1:



Figura 1 - Trajetória da Laranjeira (ASSOCITRUS, 2008)

2.1 Valores Nutricionais da Laranja

Atualmente muitas pessoas não deixam de colocar a laranja em suas dietas diariamente, não só pelo sabor, mas também pelo seu valor nutricional o qual é fonte de ácido ascórbico (vitamina C), ácido fólico, vitamina B6, flavonoides, pectina e fibra alimentar, minerais como sal de potássio, cálcio, fósforo, magnésio, cobre, entre outros (MARTINEZ, 2010).

São conhecidas as seguintes propriedades do suco de laranja: estimulante de apetite, regulador intestinal, laxante diurética, combate o reumatismo, calmante, digestiva, antifebril, anti-hemorrágica, combate a nevralgia, combate a nefrite etc. (FRANCO, 1999).

As quantidades de cada substância a cada 100 gramas de laranja podem ser observadas na tabela 1.

Substância	Quantidade em 100 g
Calorias	65 kcal
Proteínas	0,5 g
Gorduras	1 g
Vitamina A	165 UI
Vitamina B1 (Tiamina)	135 mcg
Vitamina B2 (Riboflavina)	150 mcg
Vitamina B3 (Ácido ascórbico)	48 mg
Cálcio	45 mg

Potássio	30 mg
Fósforo	21 mg
Sódio	13 mg
Enxofre	21 mg
Magnésio	8 mg
Cloro	2 mg
Silício	0,45 mg
Ferro	0,2 mg

Tabela 1 - Quantidade de Substância a cada 100 g de Laranja (ASSOCITRUS, 2006).

2.2 A Indústria da Laranja

Nos anos 50 foi implantada a primeira fábrica de suco concentrado e congelado no Brasil, com o modelo dentro dos moldes norte-americanos. Mas somente na década de 60, mais precisamente em 1963 com a exportação de mais de cinco mil toneladas de suco, é que a indústria brasileira de suco e outros subprodutos da laranja nasceram alavancadas devido a grande geada que, em 1962, destruiu grande parte da citricultura dos Estados Unidos (SANTOS; CAMPOS 2004).

O Brasil, estimulado pela alta das exportações e pelo desenvolvimento da tecnologia da indústria de citros, é hoje o maior produtor mundial de laranjas. Na safra 2009/2010 a produção brasileira foi de 397 milhões de caixas de laranja de 40,8 kg,

sendo o estado de São Paulo o maior produtor de laranja responsável por 78,9 % da produção nacional (ASSOCITRUS, 2008). Ver figura 2:

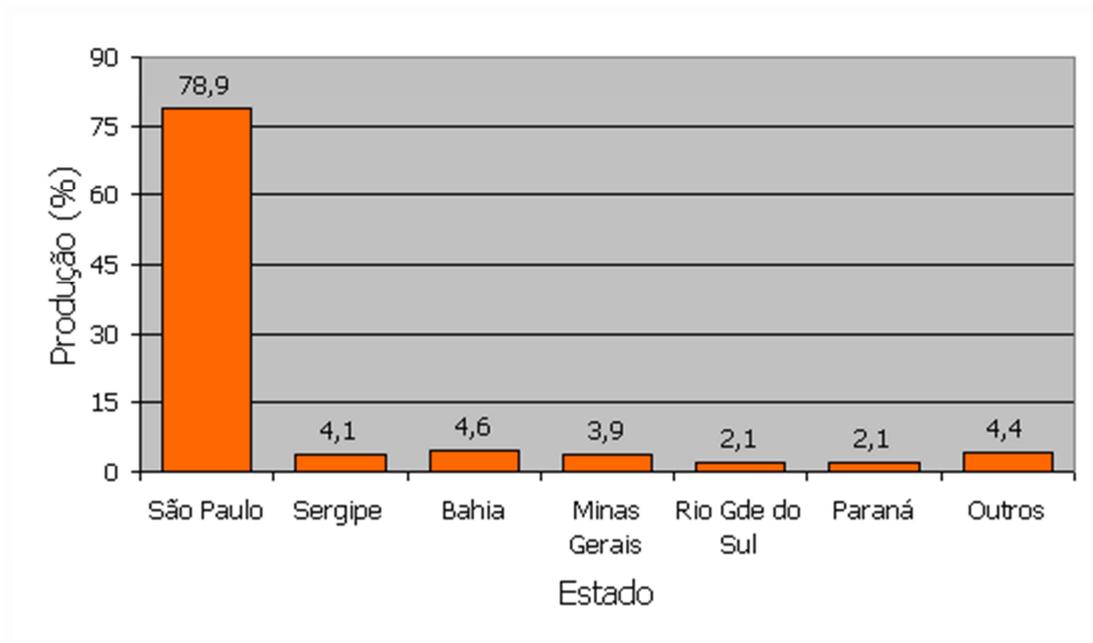


Figura 2 - Participação da Produção de Laranja por Unidade Federativa no Brasil, em 2003 (IEA, 2005).

Há mais de 80 países que produzem as frutas cítricas, sob condições diversas. Segundo a FAO (Food and Agriculture Organization) das nações unidas, no final da década de oitenta, os citros eram a fruta mais produzida em todo o mundo, com uma produção de 68 milhões de toneladas, seguida somente pelas uvas, com 61 milhões de toneladas (NEVES, 1992).

2.3 Subprodutos da Laranja

O suco é o principal produto da laranja, entretanto, temos vários subprodutos com valor comercial entre eles como mostra a figura 3, estão os óleos essenciais, d-limoneno, terpenos, líquidos aromáticos e farelo de polpa cítrica. Segue o rendimento das substâncias contidas na laranja:

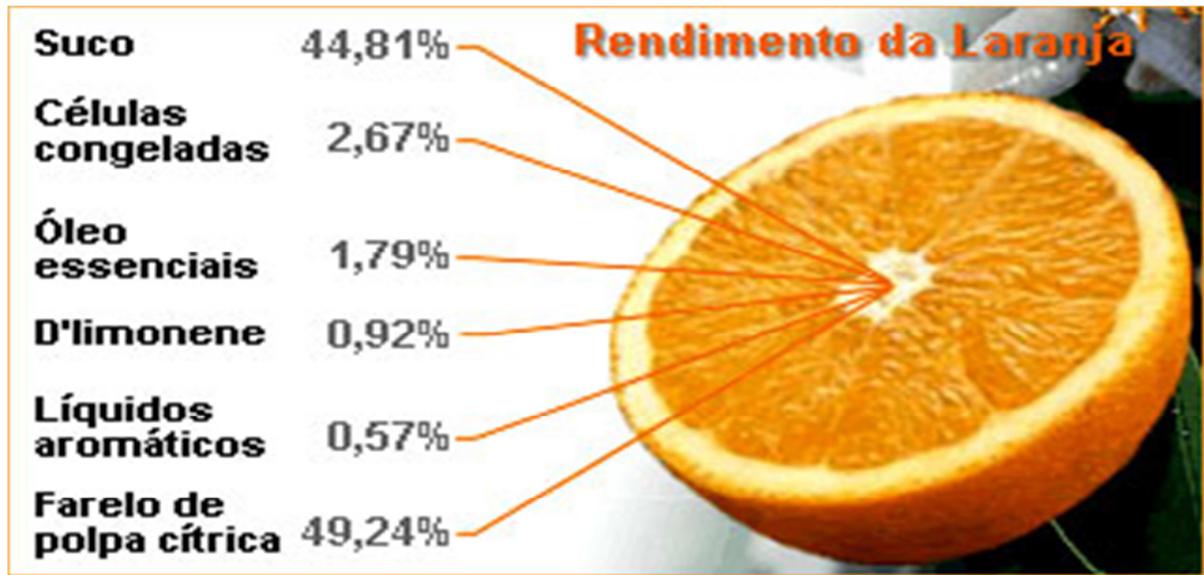


Figura 3 – Rendimento da Laranja (UNICAMP, 2004).

Embora o Brasil seja o maior produtor mundial de suco de laranja, há poucos dados disponíveis sobre os subprodutos cítricos e a extração de pectina é uma maneira de agregar valor a esse resíduo. (GONÇALVES et al., 2000)

3. BAGAÇO DE LARANJA

Durante o processo de industrialização do suco de laranja existe como consequência a produção dos resíduos, que equivale a 50% do peso total da fruta e contém aproximadamente 82% de umidade. As principais utilizações desses resíduos, da laranja, são como complemento para a ração animal (REZZADORI; BENEDETTI, 2009).

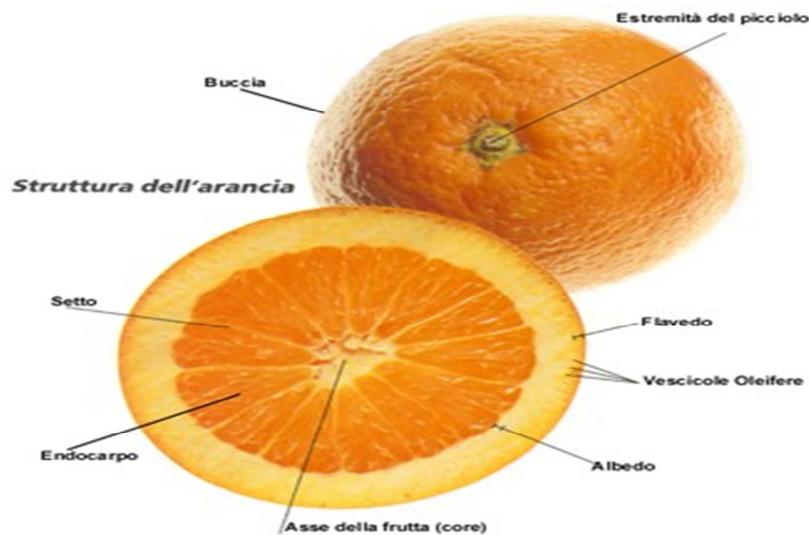


Figura 4 – Estrutura da Laranja (CITRECH, 2012).

A estrutura da laranja, figura 4, é dada por flavedo, albedo, membranas, polpa e sementes. Epicarpo (flavedo) é a própria casca onde contém óleos essenciais e pigmentos; Mesocarpo (albedo) consiste na parte branca onde possui um alto teor de fibras de alta porosidade, que fica aderida a parte interna do flavedo, sendo essa a região com a maior parte da pectina contida no bagaço; O resíduo da polpa e as membranas, existentes no Endocarpo, estão presentes no bagaço e contém açúcares, lipídios, ácidos, vitaminas, minerais celulose, hemicelulose, lignina, pectina, compostos fenólicos, flavonoides e limonóides. (CALLIARI, 2009)

A quantidade de laranja que entra em um processo e a quantidade de bagaço que sai variam em função da variedade e do grau de maturação da fruta, do tempo

decorrente entre a colheita e a extração e do processamento ao qual é submetida. O mais viável destino para obter o maior retorno financeiro, com a industrialização de citros, é a preparação de pectina, pois os resíduos da extração de sucos podem ser utilizados para esse fim. (CALLIARI, 2009).

3.1 A Parede Celular

O início da parede celular, como pode ser vista na sequência de imagens da figura 5, acontece ainda na telófase da mitose onde ocorre a origem da célula vegetal, na região central da célula em divisão mais precisamente nas bolsas, ilustradas em a oriundas do complexo de Golgi, cheia de substâncias gelatinosas denominadas pectinas que se fundem originando o fragmoplasto, que após várias fusões pécticas da telófase, origina a placa celular da imagem b. Cada célula irmã deposita celulose nos fragmoplasto, que atua como uma forma, originando sua parede celulósica como está demonstrado em c. (FONSECA, 2008)

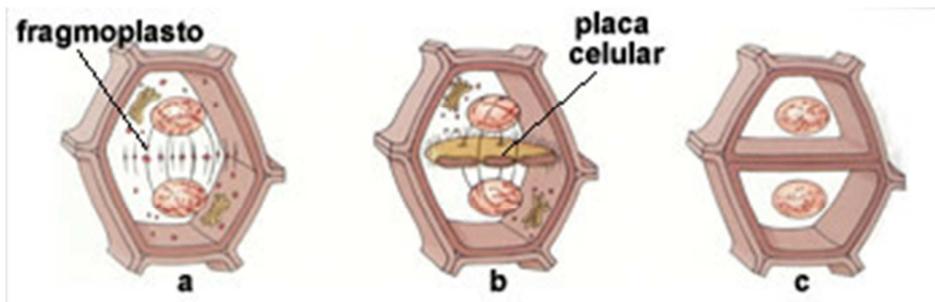


Figura 5 – Formação da Parede Celular Vegetal (SÓBIOLOGIA, 2012)

A camada de pectina inicialmente presente na divisão das células-irmãs é o “cimento” intercelular, ou seja, é responsável pela adesão entre as células, figura 6, denominada de lamela média (COLODA et al., 2002).

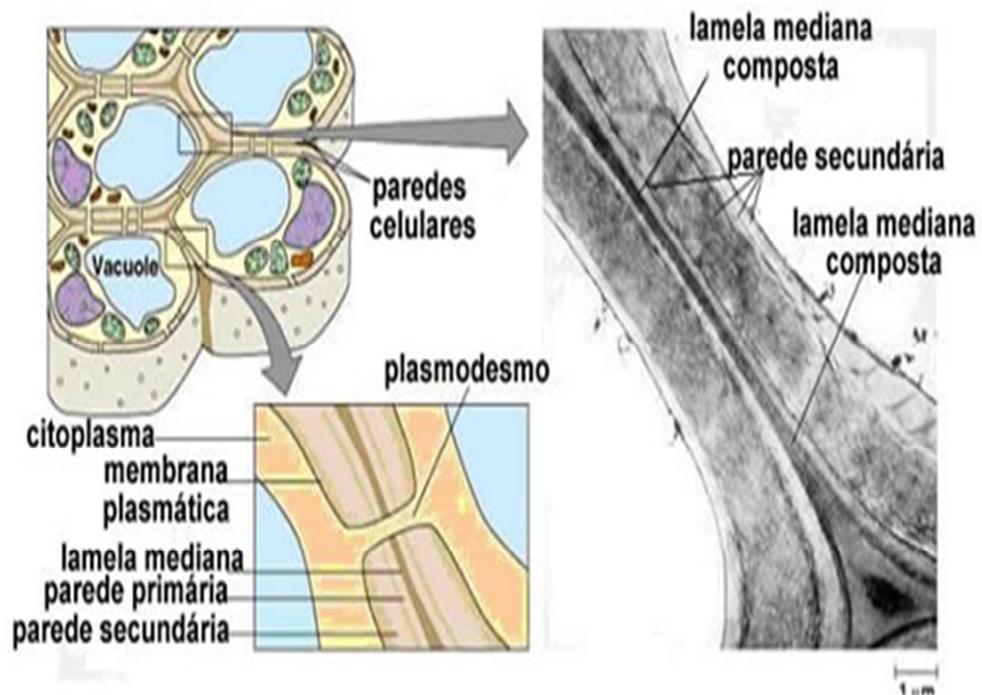


Figura 6 – Parede Celular (SÓBIOLOGIA, 2012)

Com o crescimento de dentro para fora do fragmoplasto há a criação de poros onde passa fios de hialoplasma que darão origem aos plasmodesmos, figura 6, formando assim uma ligação com o citoplasma da célula adjacente. (CARDOSO, 2012)

4. PECTINA

Polissacarídeos são polímeros naturais, que podem ser constituídos de um único ou diferentes tipos de monossacarídeos ligados por ligações glicosídicas (SOLOMONS, 1996). O principal polissacarídeo extraído da parede celular de frutas pertence à classe das pectinas. A pectina é responsável pela adesão entre as células e pela resistência mecânica da parede celular (figura 7). (MUNHOZ et al., 2008).

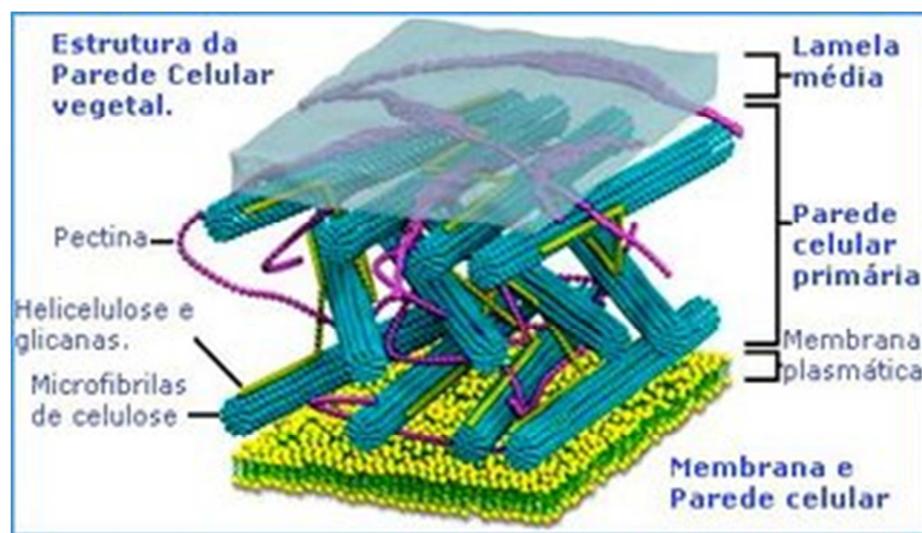


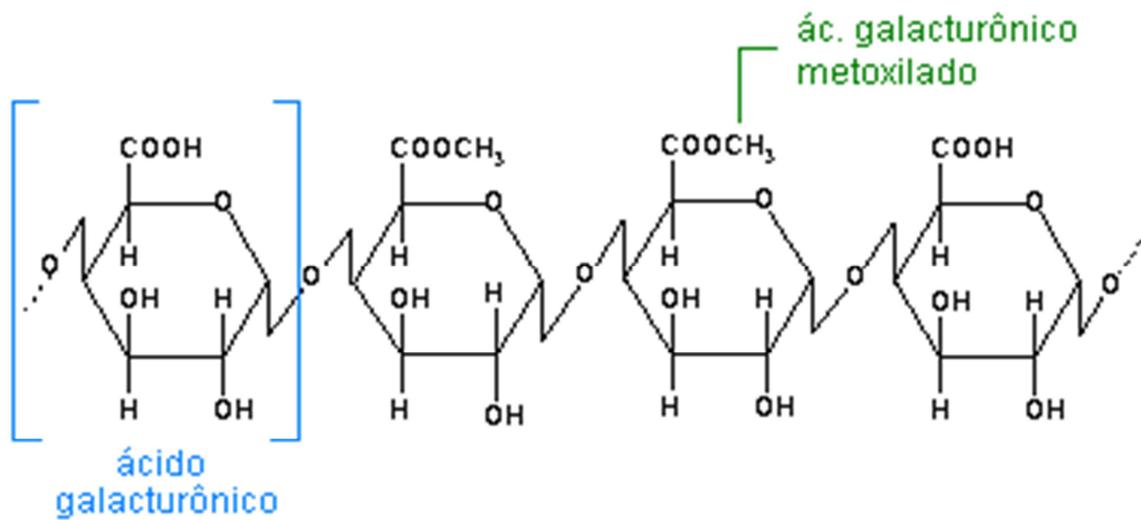
Figura 7 – Estrutura da Parede Celular Vegetal (SÓBIOLOGIA, 2012)

A união entre a pectina, celulose e hemicelulose, que são parte integrante da parede celular nos tecidos vegetais, figura 7, originam a protopectina, insolúvel em água, que tem a importância de conferir rigidez ao tecido vegetal. (MUNHOZ et al., 2008).

Dependendo do estado de maturação, da laranja, a pectina se apresenta em diferentes formas, pois durante o amadurecimento da fruta há conversão de protopectina à pectina coloidal que é solúvel em água. (CALLIARI, 2009).

A pectina (figura 8) é um polissacarídeo estrutural que tem como função proporcionar firmeza, adesão entre as células e pela mecânica da parede celular de vegetais. Possui menos metilação que a protopectina. Consiste de 150 a 1500

Unidades de ácido galacturônico que apresentam peso molecular entre 100000 a 200000 unidades atômicas (CALLIARI, 2009).



.Figura 8 – Pectina (SOUZA; NEVES , 2004).

Ácidos urônicos são derivados dos monossacarídeos onde o grupo - CH₂OH no C6 é oxidado para um grupo carboxila. A oxidação específica do carbono 6 (C6) da galactose, figura 9, realizada por um grupo carboxila converte a galactose a ácido galacturônico como pode ser observada na figura 8 (SOLOMONS, 1996).

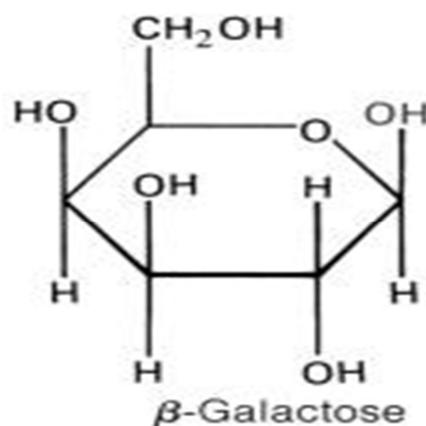


Figura 9 – Estrutura da β – Galactose (STARSANDSEAS, 2012).

A remoção total dos grupos metil-éster, figura 9, do ácido pectínico através da ação intermitente da pectina-metleterase leva à formação de ácidos pécticos que são unidos por ligações glicosídicas α -(1-4), interrompidas pontualmente por resíduos de L-ramnose em ligação α -(1-2) (CUNHA, PAULA, FEITOSA, 2009).

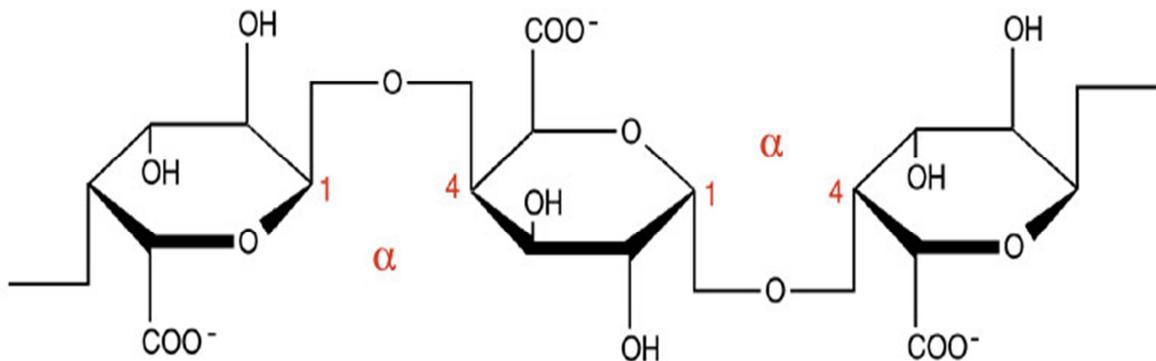


Figura 10 – Estrutura do Ácido Poligalacturônico (SUGAR, 2012)

4.1 Propriedades da Pectina

É solúvel em meio aquoso e outros solventes, dissolvendo em torno de 2 a 3% em água quente. As soluções de pectina são muito viscosas sendo esta função do peso molecular, do grau de esterificação, da força iônica, do pH, da concentração e da temperatura. Existe uma dependência entre a composição e as propriedades da pectina com a fonte do processo de extração empregado e tratamentos posteriores à extração (CALLIARI, 2009).

A solubilidade e a capacidade de formar gel dependem do grau de esterificação e o número e a distribuição de resíduos de Ramnose que são monossacarídeos onde um grupo -OH é substituído pelo -H conhecida como desoxioses, sendo a α - L - Ramnose (6 - desoxi - L - manose). (SOLOMONS, 1996)

Existem dois mecanismos de formação de gel de pectina, que são funções do grau de metoxilação (DM). Um valor de DM até 50% é caracterizada como pectina de

baixo teor de grupos metoxílicos (BTM), e um DM maior do que 50% de grupos metoxílicos é denominada pectina de alto teor de grupos metoxílicos (ATM) (CALLIARI, 2009)

Utilizada como agente espessante nas indústrias de alimentos, farmacêutica e de cosméticos graças a sua capacidade de formar gel, pois suas ramificações podem reter água a fim de tornar o meio mais viscoso, também é utilizada na produção de gomas, geleia (COELHO, 2010).

5. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

O ensino de química pode ser uma ferramenta da formação humana que amplia as fronteiras culturais e proporciona uma maior autonomia ao aluno para o exercício da cidadania, se a forma como o conhecimento é passado tenha utilidade para a interpretação do mundo e que seja um instrumento para interferir em sua realidade, se apresentado como ciência, com conceitos, métodos e suas linguagens peculiares, se reconhecida pelo seu papel na construção histórica da vida em sociedade e ao desenvolvimento tecnológico (Ministério da Educação, 2002).

A química apresenta interesses comuns com a física, como, por exemplo, a constituição atômica da matéria e também com a biologia, como é o caso do estudo das substâncias orgânicas e dos processos bioquímicos, sendo seus procedimentos de quantificação, análise e modelagem fundamentados em linguagem matemática. Neste contexto a aula de experimentação é um recurso pedagógico para a reunião dessas diferentes áreas do conhecimento, explicitando assim que a aprendizagem disciplinar não tem sentido autônomo, mas deve acontecer em dependência das ambições dos alunos e de sua formação em geral (ROSA, 2010).

A pectina é extraída do bagaço de laranja, por ser um polímero de ácidos galacturônicos pode ser aplicada em aulas de química orgânica, em aulas envolvendo equilíbrio de solubilidade, estudo da formação dos géis e aulas de biologia (SANTOS et al., 2006). É um polissacarídeo que faz parte dos componentes citoplasmáticos que tem grande importância na interdisciplinaridade dos alunos. Podem-se aplicar estes temas em aulas experimentais, demonstrando que a ciência como química, física e biologia tem relação com o cotidiano dos alunos.

6. METODOLOGIA

6.1 Equipamentos

- Balança Semi-Analítica (GEHAKA BG 1000)
- Balança analítica (TECNAL AG 200)
- Banho Maria (TECNAL)
- Bico de bunsen
- Estufa (TECNAL)

6.2 Materiais

- Bastão de vidro
- Balão volumétrico de 500 mL, 100 mL, 10 mL
- Béquer de 1000 mL, 600 mL, 50 mL
- Cápsulas de alumínio
- Dessecador
- Erlenmeyer de 500 mL
- Papel de filtro Whatmann n.4
- pipeta volumétrica de 10 mL
- pipeta volumétrica de 25 mL
- proveta de 100 mL

6.3 Reagentes

- Solução de ácido acético 1 M. (QUIMEX)
- Solução de cloreto de cálcio. (DINÂMICA)
- Solução de hidróxido de sódio. (NUCLEAR)
- Solução de nitrato de prata. (DINÂMICA)

6.3.1 Procedimento Experimental para Obtenção do Teor de Pectina.

O princípio do método baseia-se na neutralização dos resíduos de ácido galacturônico livre através dos íons cálcio, ocorrendo assim a gelificação e precipitação da pectina. (CARVALHO et al., 2006)

6.3.2 Solução de Ácido Acético 1M

Em um Becker de 50 mL pesou-se 5,8g de ácido acético. Adicionou-se 30 mL de água deionizada para dissolver e transferiu-se para um balão de 100 mL e completou-se o volume.

6.3.3 Solução de Cloreto de Cálcio 1M

Pesou-se, em um Becker de 50 mL, 22 g de cloreto de cálcio e completou-se o volume com água deionizada recentemente fervida e resfriada para a dissolução, em

seguida transferiu-se para um balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume.

6.3.3.1 Solução de Hidróxido de Sódio 1M

Em um Becker de 50 mL pesou-se 4 g de NaOH, em seguida adicionou-se água deionizada para dissolver e transferiu-se para um balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água deionizada recentemente fervida e resfriada.

6.3.3.2 Solução de Nitrato de Prata 1%

Dissolveu-se 1 g de nitrato de prata em um Becker de 50 mL, transferiu-se a solução para um balão volumétrico de 100 ml e completou-se o volume.

6.3.3.3 Procedimento Experimental Para Determinação do Teor de Pectina na Casca da Laranja

O bagaço de laranja foi extraído da variedade de laranja pera, que foi fornecida pelo supermercado Marinaldo. As laranjas ficaram de imersas em solução 5% de hipoclorito de sódio durante 10 minutos e foram lavadas em água fria, seguida da retirada do albedo que foi para a trituração em liquidificador. O pré-tratamento resultou em um bagaço moído, que foi armazenado em recipiente fechado, até o momento da pesagem. A análise se procedeu em três dias.

Em um Becker de 600 mL, foi pesado 100 g do bagaço moído e adicionado 400 mL de água deionizada. Foi fervido lentamente durante 1 h, mantendo-se o nível através da adição da água perdida por evaporação. Após o resfriamento, agitou-se bem para a filtração a vácuo com papel de filtro, em seguida verteu-se o conteúdo do kitassato para um balão volumétrico de 500 mL e completou-se o volume, pipetou-se

alíquotas de 100 ml em Becker de 1000 mL. Adicionou-se 300 ml de água destilada e 10 mL de hidróxido de sódio 1M, agitando continuamente. Deixou-se em repouso durante a noite.

Em seguida, foram adicionados 50 mL de solução de ácido acético 1M seguido de repouso de e esperando 5 minutos, após o intervalo foi adicionado sobre agitação 50 mL da solução de cloreto de cálcio 1M. Levou-se à fervura por 1 minuto e deixou-se em repouso por 2h sendo o mínimo recomendado de 1h. Passado o tempo filtrou-se em papel de filtro seco e previamente tarado em capsula de alumínio, lavando com água destilada bem quente até remover todo o cloreto livre que é identificado pelo nitrato de prata. O pectato retido no papel foi transferido para a capsula de alumínio tarada, evaporando em banho-maria até a secura. Após a secura, a cápsula de alumínio foi deixada em estufa a 40 ° C durante a noite.

Em seguida, foi retirada a cápsula de alumínio da estufa e transferida para o dessecador até o resfriamento, sendo realizada então a pesagem da cápsula de alumínio.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A extração aquosa de pectina a partir do bagaço de laranja foi realizada através da metodologia de (CARVALHO et al., 2006) que se baseia na neutralização dos resíduos de ácido galacturônico livre através dos íons cálcio. Foi utilizada uma laranja pera com estado de maturação bem avançado para que assim a extração seja mais eficaz. No primeiro dia em um Becker de 600 mL foi pesado 100 g do bagaço moído.

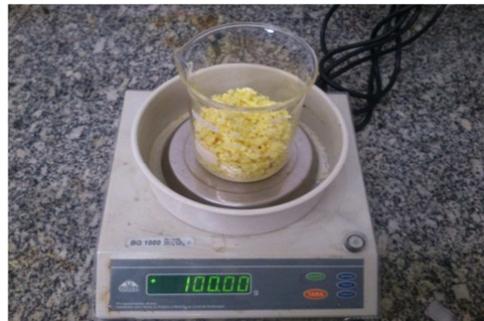


Figura 11 – Pesagem do Bagaço de Laranja

E adicionado 400 mL de água deionizada. Foi fervido lentamente durante 1 h, mantendo-se o nível através da adição da água perdida por evaporação.



Figura 12 – Fervura do Bagaço de Laranja

Segundo (CALLIARI, 2009) a pectina é solúvel em água e outros solventes, sendo sua solubilidade em água quente em torno de 2 a 3%. Após o resfriamento, agitou-se bem para a filtração a vácuo com papel de filtro.



Figura 13 – Filtração a Vácuo

Em seguida, verteu-se o conteúdo do kitassato para um balão volumétrico de 500 mL e completou-se o volume.



Figura 14 – Pectina Solúvel Diluída

Pipetou-se alíquotas de 100 mL em Becker de 1000 mL. Adicionou-se 300 mL de água destilada e 10 mL de hidróxido de sódio 1M, agitando continuamente.



Figura 15 – Pectina Solúvel mais Hidróxido de Sódio

Deixou-se em repouso durante a noite. De acordo com (COELHO, 2010) um meio alcalino proporciona uma rápida desmetoxilação, a degradação que se inicia pela ruptura da ligação glicosídica em β (C_4) ao grupo carboxílico do éster (responsável pela recepção dos elétrons), através de um mecanismo de β -eliminação. Nos vegetais a pectina apresenta-se em geral com um alto grau de metoxilação (ATM) e a BTM é resultante da desesterificação da ATM pela adição de álcali (CALLIARI, 2009).



Figura 16 – Solução após o Repouso

Foram adicionados 50 mL de solução de ácido acético 1M seguido de repouso de e esperando 5 minutos. Pois o pH deve ser acertado devido à adição do álcali.



Figura 17 – Adição de Ácido Acético

Após o intervalo foi adicionado sobre agitação 50 mL da solução de cloreto de cálcio.



Figura 18 – Adição de Cloreto de Cálcio

O gel de pectina de BTM se dá por ligações cruzadas entre as moléculas, ou seja, entre uma molécula e outra forma-se ligações entre íons carboxílicos e íons Ca^{2+} , como pode ser observado na figura 11, as ligações entre as moléculas pécticas que se estabelecem são ligações iônicas asseguradas por íons cálcio, que foi adicionado na forma de cloreto de cálcio, formando assim pectato de cálcio

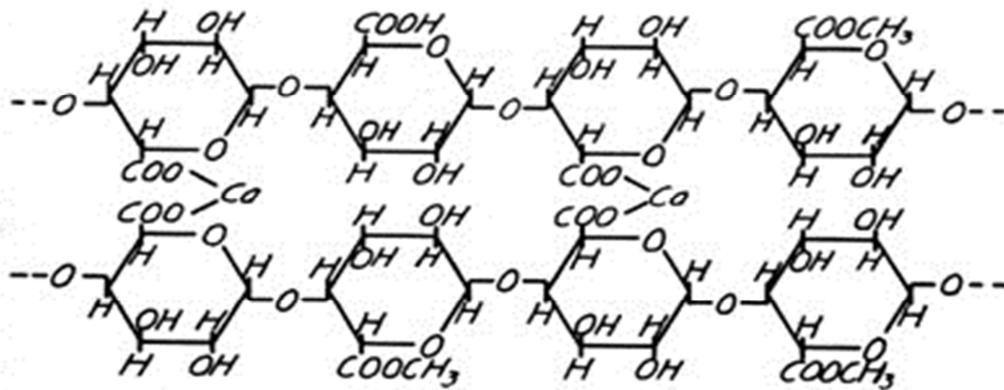


Figura 19 – Pectato de Cálcio (CITRECH, 2012).

Levou-se à fervura por 1 minuto e deixou-se em repouso por 2h sendo o mínimo recomendado de 1h. Passado o tempo filtrou-se em papel de filtro seco e previamente tarado em capsula de alumínio, lavando com água destilada bem quente até remover todo o cloreto livre. O pectato retido no papel foi transferido para a capsula de alumínio tarada, evaporando em banho-maria até a secura.

Após a secagem a cápsula de alumínio foi deixada em estufa a 40 ° C durante a noite. No dia seguinte, foi retirada a cápsula de alumínio da estufa e transferida para o dessecador até o resfriamento, sendo realizada então a pesagem da cápsula de alumínio.

Para o cálculo da quantidade em gramas de pectato de cálcio faz-se a diferença do peso final, que é a soma dos pesos da capsula de alumínio, do papel de filtro e do pectato de cálcio presente menos o peso inicial, que consiste na soma dos pesos da capsula de alumínio e do papel de filtro somente. Segue o cálculo da quantidade de pectato de cálcio:

Gramas de pectato de cálcio = peso final – peso inicial

Gramas de pectato de cálcio = 18,0303 g – 14,7967 g

Gramas de pectato de cálcio = 3,2336 g

O resultado de 3,2336 g é a quantidade de pectato contido em 100 g do bagaço moído, logo a fração entre a quantidade de pectato de cálcio e a quantidade inicial de bagaço de laranja vezes 100 nos dá a porcentagem de pectato no bagaço de laranja pera:

Gramas de pectato de cálcio % = g de pectato de cálcio x 100 / (peso da amostra)

Gramas de pectato de cálcio % = 3,2336 g x 100 / 100 g

Gramas de pectato de cálcio % = 3,2336%

O resultado em relação ao rendimento teórico apresentado pela tabela 2 confirmou um rendimento mais baixo em relação à extração ácida e enzimática, mas o método mostrou-se satisfatório se consideramos que a pectina é solúvel em meio aquoso e outros solventes, dissolvendo em torno de 2 a 3% em água quente. Compensada por ser um processo mais limpo de extração em relação às outras existentes mostrando assim que a extração térmica pode ser utilizada como um meio alternativo de extração.

Frutas	Substâncias pécticas (%)	
	Base úmida	Bases eca
Maçã	0,5 – 1,6	4 - 7
Bagaço de maçã	1,5 – 2,5	15 - 20
Polpa de beterraba	1,0	15 – 20
Polpa de cítricos	2,5 – 4,0	30 - 35
Cascas de laranjas	3,5 – 5,5	-
Tamarindo	1,71	-
Cenouras	0,2 – 0,5	10
Mamão papaia	0,66 – 1,0	-
Tomate	-	3
Girassol	-	25

Tabela 2 – Teor de pectina em algumas frutas (COELHO, 2008)

Para investigar a influência do ponto de maturação na disponibilidade de pectina solúvel, fez-se a mesma análise, mas com uma laranja com menos maturação. O cálculo da quantidade de pectina resultou:

Gramas de pectato de cálcio = peso final – peso inicial

Gramas de pectato de cálcio = 16,7287 g – 15,5857 g

Gramas de pectato de cálcio = 1,143 g

Gramas de pectato de cálcio % = g de pectato de cálcio x 100 / (peso da amostra)

Gramas de pectato de cálcio % = 1,143 g x 100 / 100 g

Gramas de pectato de cálcio % = 1,143%

Confirmando assim que dependendo do estado de maturação, da laranja, a pectina se apresenta em diferentes formas, pois com a maturação do fruto há conversão de protopectina à pectina coloidal que é solúvel em água.

8 - CONCLUSÃO

Foi possível realizar a extração aquosa da pectina a partir do bagaço de laranja através de fervura. A quantificação por neutralização dos resíduos de ácido galacturônico livre através dos íons cálcio resultou em 3,2336% de pectina no bagaço úmido de laranja pera média.

Apesar de ter resultado de rendimento mais baixo em relação à extração ácida e enzimática de acordo com a literatura a extração térmica foi satisfatória além de ser uma fonte mais pura de pectina.

REFERÊNCIAS

ASSOCITRUS - Associação Brasileira de citricultores, Estado de São Paulo.
A Origem e a Característica da Laranja. Disponível em:
 < <http://www.associtrus.com.br/index.php?xvar=mostra-noticia&id=1939&idtipo=4>>
 Acesso em: 14 de out. 2011.

ASSOCITRUS - Associação Brasileira de citricultores, Estado de São Paulo.
Saiba Mais Sobre a Laranja. Disponível em:
 < <http://www.associtrus.com.br/imprime-noticia.php?id=1899>>
 Acesso em: 18 de set. 2012.

BORTOLUZZI, Cerezoli, MARANGONI, Cristiane. Caracterização da Fibra Dietética Obtida da Extração do Suco de Laranja. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 8, n.1, 2006, p.61-66.

CALLIARI, C. M. **Extração térmica, química e enzimática de pectina de bagaço de laranja.** Londrina, 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina - UEL.

CARDOSO, Mayara Lopes. **Plasmodesmos.** Disponível em:
 <<http://www.infoescola.com/citologia/plasmodesmos/>>. Acesso em: 01 julho 2012.

CARVALHO, Gleidson Giordano Pinto. FERNANDES, Francisco Éden de Paiva. PIRES, Aureliano José Viera. **Métodos de Determinação dos Teores de Amido e Pectina em Alimentos para Animais.** Revista Electrónica de Veterinária – REDVET, v. 7, n. 1, janeiro, 2006. p. 10-11.

COLODA, S. OSTEMACK, E. G. ALMEIDA, B. MELO, A. P. **Parede Celular Primária.** Ponta Grossa. Disponível em:
 <<http://aulasdebotanica.blogspot.com.br/2012/06/parede-celular-primaria.html>>.
 Acesso em: 19 de maio 2012.

CUNHA, Pablyana Leila R. da Cunha. PAULA, Regina Célia M., FEITOSA, Judith P. A. **Polissacarídeos da Biodiversidade Brasileira: Uma oportunidade de Transformar Conhecimento em Valor Econômico** Revista Química Nova. V.32, n.3, março, 2009. p.649-660.

COELHO, Miguel Telesca. **Características e Aplicações em Alimentos**. Pelotas, 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Universidade Federal de Pelotas - UFPE – Departamento de Ciência dos Alimentos.

Desenvolvimento de fruta estruturada com umidade intermediária obtida de polpas concentradas de três genótipos de cajazeira: Disponível em: <http://www.pgcta.ufrpe.br/files/dissertacoes/2010/ana_carolina_lins.pdf>. Acesso em: 15 out.2001

Estrutura do ácido poligalacturônico. Disponível em: <<http://www.uni-duesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/zucker/sugar/gelierzucker.html>>. Acesso em: 07 jun. 2012

Estrutura da Laranja. Disponível em: <<http://www.citrech.it/English/Informations.htm>>. Acesso em: 28 junho 2012

Estrutura da Pectina. Disponível em: <http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao_carboidratos/polissacarideos2004.htm>. Acesso em: 16 out 2011.

Estrutura da β - Galactose. Disponível em: <<http://www.starsandseas.com/SAS%20OrgChem/SASCarbo.htm>>. Acesso em: 20 julho 2012

FONSECA, Krukemberghe. **Parede Celular.** Disponível em: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Morfofisiologia_vegetal/morfovegetal14.php>. Acesso em: 01 março 2012.

FRANCO, G. **Tabela de Composição química dos alimentos**, 9ªEd., São Paulo: Editora Atheneu, 1999, 307p.

GONÇALVES, L.C. FILIZOLA, R. G. CONCEIÇÃO, M. L. SILVA, C. C. M. ANDRADE, Y. O. A. Reciclagem das cascas da laranja pêra na produção de suplemento alimentar de fibras solúveis (pectina). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2000. João Pessoa. Brasil. **Resumos**. João Pessoa: Jaguaribe, 2000. Res. 131.

IEA – Instituto de Economia Agrícola - São Paulo. **Participação da produção de laranja por região.** Disponível em:

< <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=3644>>. Acesso em: 17 out. 2011

MARTINEZ, M. **Laranja**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/frutas/laranja/>>. Acesso em: 13 set. 2011.

Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/Semtec, 2002, p. 87.

MUNHOZ, C.L., SANJINEZ-ARGANDONA, E. J., SOARES-JÚNIOR, M.S. . **Extração de pectina de goiaba desidratada**. Campinas, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612010000100018&script=sci_arttext>. Acesso em: 15 out. 2011

NEVES, E. M. **Citricultura brasileira: importância econômica e perspectivas. Laranja**, Cordeirópolis, v.13, n.2, 1992, p. 55 – 62.

NEVES, Marcos fava; JANK, Marcos Sawaya. **Perspectivas da Cadeia Produtiva da Laranja no Brasil: A Agenda 2015**. São Paulo. Disponível em: <http://www.fundace.org.br/arquivos_diversos/agenda_estrategica/Agenda_Citrus_2015_PENSAICONE.pdf>. Acesso em: 17 set. 2011.

Parede da Célula Vegetal. 2012. Disponível em: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Morfofisiologia_vegetal/morfovegetal14.pp>. Acesso em: 22 junho 2012.

Rendimento da Laranja. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp_hoje/ju/agosto2004/capa263.html>. Acesso em: 16 out. 2011

REZZADORI, K. BENEDETTI, S. Proposições para valorização de Resíduos do processamento do Suco de Laranja. In: 2nd International Workshop Advances in Cleaner Production Key Elements for a Sustainable World: Energy, Water and Climate Change. 2, 2009, São Paulo, Brasil .2nd **International Workshop Advances in Cleaner Production Key Elements for a Sustainable World**. Florianópolis, maio, 2009. p. 1-2.

ROSA, Maria Inês. Identidade docente e a disciplina escolar Química: o caso da Proposta Curricular da Secretaria do Estado de São Paulo. Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Educação. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010. **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil**. Campinas, 2010.

SANTOS, C. H. Vechiatto. BAGANHA, D. Estorilho. DURÃES, D. A. Souza. FERRARI, I. Suyama. WEÇOLOVIS, Joe. PIRES, M. M. Yamamoto. **O Alimento que Você consome Diariamente é Transgêncio**. Biologia para Ensino Médio. , 2ªEd, 2006. p. 283-288.

SANTOS, Cristiane Márcia. CAMPOS, Antônio Carvalho. **Indicadores de Competitividade das Exportações Brasileiras de Suco de Laranja Concentrado e Congelado**. Minas Gerais, 2004.

SCHLISCHTING, Rodrigo. **Polimerização do Estireno na Presença de D`Limoneno**. 2008. 9p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Tecnológico. SC, Florianópolis, 2008

SOLOMONS, T.W.G. **Carboidratos**. Química Orgânica 2, 6ªEd, 1996. p. 387-394.

SOUZA, K. A. F. D. NEVES, V. A. **Polissacarídeos**. Araraquara, 2004. Disponível em: <http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao_carboidratos/polissacarideos.htm>. Acesso em: 15 julho 2012.

Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária – SEAGRI –. **Cultura da Laranja**. Estado da Bahia, 2001. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/Laranja>>. Acesso em: 15 set. 2011.

TURRA, Christian. GHISI, Flávia. **Laranja orgânica no Brasil: Produção, Mercado e Tendências**. São Paulo, 2002. Disponível em: <www.sober.org.br/palestra/12/01p052.pdf>. Acesso em: 16 out. 2011.