



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

LUIZ FERNANDO LIMA GOMES DE OLIVEIRA

**REVISÃO LITERARIA DA EXTRAÇÃO DA PECTINA DO *Citrus*
*lemon***

Assis - SP
2020

LUIZ FERNANDO LIMA GOMES DE OLIVEIRA

**REVISÃO LITERARIA DA EXTRAÇÃO DA PECTINA DO *Citrus
lemon***

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

Orientador(a): Prof^a. Ms. Gilcelene Bruzon do Nascimento

Área de Concentração: Química

Assis - SP
2020

FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA, Luiz Fernando Lima Gomes

REVISÃO LITERARIA DA EXTRAÇÃO DA PECTINA DO *Citrus lemon*
/ Luiz Fernando Lima Gomes de Oliveira. Fundação Educacional
do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2020.

30p.

Orientador: Gilcelene Bruzon do Nascimento.

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

1.Extração. 2. Pectina. 3. Limão

CDD:660

Biblioteca da FEMA

REVISÃO LITERARIA DA EXTRAÇÃO DA PECTINA *Citrus
lemon*

LUIZ FERNANDO LIMA GOMES DE OLIVEIRA

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

Orientador(a): _____
Prof.^a. Me. Gilcelene Bruzon do Nascimento

Examinador(a): _____
Prof.^o. Me. Marcelo Silva Ferreira

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de conclusão de curso para todos que me ajudaram e me apoiaram nesse caminho, a professora Me. Gilcelene pelas orientações e aos demais professores.

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer a todos que me ajudaram nesses anos letivos sendo amigos que formei dentro da FEMA e também os professores que me ajudaram dando o conhecimento necessário para estar aqui e continuar em frente.

A minha família, mãe, pai, irmã e esposa por não me fazerem desistir e correr atrás do meu objetivo pessoal e profissional.

As pessoas não são conhecidas
pelos seus rostos, e sim pelo seu
coração.

Vinsmoke Sanji

RESUMO

O limão é uma planta de pequeno porte pertencente à família da *Rutaceae*. Tem como principais características a presença de vitamina C, fibras alimentares, ácido cítrico, responsável pelo sabor azedo e uma casca grossa rica em pectina. A pectina é um polissacarídeo constituinte da parede celular de plantas dicotiledôneas. Devido a sua capacidade de formação de géis, vem sendo amplamente utilizada na produção de gomas, geleias e produtos lácteos. Pode ser usada como fibra dietética solúvel por apresentar efeitos fisiológicos que traz benefícios ao organismo como os níveis plasmáticos de glicose, colesterol e triglicerídeos. O presente trabalho tem por objetivo o levantar a partir da literatura a respeito da extração da pectina do limão, enfatizando a importância do descarte desse subproduto que possui valor agregado. Para a extração foi realizado um levantamento bibliográfico usando artigos que tem o principal propósito a extração de pectina do limão. Foram selecionados três artigos. Observou-se que com relação ao preparo das amostras todos os autores utilizaram os mesmos métodos. Os frutos foram lavados em água corrente, secos em temperatura ambiente e em seguida cortados, apenas deixando o flavedo e albedo, picando-os em pequenos pedaços, em seguida levando ao tratamento térmico dando início a extração da pectina. A quantidade extraída de pectina foi de 22,85% no limão tahiti, 18,7% no limão siciliano e 17,5% no limão cravo. Conclui-se que é possível extrair a pectina a partir das diferentes espécies de limão, sendo, portanto, o flavedo e o albedo da fruta, que normalmente é descartado, ricos em de pectina.

Palavras-Chave: Extração; Pectina; Limão.

ABSTRACT

The lemon is a small plant belonging to the Rutaceae family. Its main characteristics are the presence of vitamin C, dietary fibers, citric acid, responsible for the sour taste and a thick skin rich in pectin. Pectin is a polysaccharide that constitutes the cell wall of dicotyledonous plants. Due to its ability to form gels, it has been widely used in the production of gums, jellies and dairy products. It can be used as a soluble dietary fiber because it has physiological effects that bring benefits to the body, such as plasma levels of glucose, cholesterol and triglycerides. The present work aims to raise from the literature about the extraction of lemon pectin, emphasizing the importance of disposing of this by-product that has added value. For the extraction, a bibliographic survey was carried out using articles that have the main purpose of extracting pectin from lemon. Three articles were selected. It was observed that in relation to sample preparation, all authors used the same methods. The fruits were washed in running water, dried at room temperature and then cut, just leaving the flavedo and albedo, chopping them into small pieces, then leading to heat treatment and pectin extraction. The amount of pectin extracted was 22.85% in Tahiti lemon, 18.7% in Sicilian lemon and 17.5% in clove lemon. We conclude that it is possible to extract pectin from different species of lemon, therefore the flavedo and albedo of the fruit, which is normally discarded, are rich in pectin.

Keywords: Extraction; Pectin; Lemon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Morfologia do limão (ARAUJO, 2002).	17
Figura 2: Estrutura molecular da pectina (SOUZA e NEVES, 2004).	19
Figura 3: Representação da gelificação da molécula de pectina hidratada. ...	21
Figura 4: Geleificação da pectina de baixa esterificação (NEVES, 2012).	23
Figura 5: Fluxograma do processo de preparo das amostras.	27
Figura 6: Equação para cálculo da porcentagem de pectina.	28
Figura 7: Fluxograma do processo de extração da pectina.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição Nutricional de diferentes variedades de limão
(UNICAMP, 2011). 16

Tabela 2: Classificação de algumas frutas segundo teores de pectina e acidez
(JACKIX, 1988). 18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. LIMÃO	15
2.1. TIPOS DE LIMÕES	15
2.2. CASCA DO LIMÃO	16
2.3. MORFOLOGIA DO LIMÃO	17
3. PECTINA.....	19
3.1. HISTÓRIA DA PECTINA.....	19
3.2. PECTINAS	19
3.3. CLASSIFICAÇÃO DA PECTINA	20
3.4. MECANISMO DA GELIFICAÇÃO DA PECTINA COM ALTO GRAU DE METOXILAÇÃO (ATM)	21
3.5. MECANISMO DA GELIFICAÇÃO DA PECTINA COM BAIXO GRAU DE METOXILAÇÃO (BTM)	22
3.6. APLICAÇÕES DA PECTINA.....	23
3.6.1. Pectina na Indústria.....	24
3.6.2. Uso Não Alimentício	25
4. ARTIGOS E METODOLOGIA	26
4.1. ARTIGOS.....	26
4.1.1. Reagentes.....	26
4.2. METODOLOGIA	26
4.2.2. Extração.....	27
5. DISCUSSÕES	29
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31

1. INTRODUÇÃO

O limão, nome científico *Citrus limon*, nativa do sudeste da Ásia – Índia da família Rutaceae, é o mais antigo do mundo levado pelos árabes, da Pérsia para a Europa, havendo registros que datam sua presença no século 15 (MATHIAS, 2010).

É uma planta cítrica que possui grande fabricação de suco da fruta em vitamina C, é azedo porque contém ácido cítrico, a cor varia do tipo do limão como o Siciliano que tem uma cor amarelada, o Taiti que tem suas cascas da cor verde e o limão cravo que possui uma coloração laranjada, elas possuem casca grossa e superfície levemente rugosa. O limão é usado para temperar massas, tortas, saladas, peixes e muito outros pratos. O suco de limão também é usado na produção de geleias de fruta, sabonetes, perfumes e remédios (REDA, 2005).

Em 2017 o Brasil produziu cerca de 1.114.439 toneladas de limão. As variedades mais comercializadas no estado de São Paulo são Tahiti (96%), Siciliano (3%), Cravo (0,7%) e Galego (0,3%) (CEAGESP, 2017).

Todas as partes do limão *Citrus limon* são utilizáveis, seja na culinária, medicina alternativa, indústria farmacêutica e alimentícia. Da casca, retira-se uma essência aromática usada em perfumaria e no preparo de licores e sabões suas folhas são tradicionalmente usadas na cultura popular no preparo de chás e águas de banhos; do suco dos frutos obtém-se bebidas refrescantes, molhos com sabor acentuado, dentre outros. No nordeste brasileiro, especialmente na zona rural, utiliza-se muito o sumo do limão na limpeza de carnes e preparo de saladas (MATOS, 2007).

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 triglicéridos, além de constituírem fator preventivo de certa enfermidade degenerativa, por exemplo, câncer de colo de útero e reto, aterosclerose e diabetes

(BORTOLUZZI, MARANGONI, 2006).

As pectinas são extraídas por métodos químicos enzimáticos e o processo tem múltiplos estágios físico-químicos. Dentre delas cita-se a hidrólise, extração e a solubilidade de macromoléculas do tecido vegetal. São sensíveis a fatores de pH, ácido e tempo de extração (MUNHOZ et al., 2008).

Tendo em vista na importância do descarte e de agregar valor no subproduto do processo de industrialização do limão é essencial o desenvolvimento de técnicas de extração, por esse motivo o trabalho tem o objetivo literário a extração da pectina do limão.

2. LIMÃO

O Limão é uma fruta cítrica produzida pela árvore frutífera do gênero *Citros*, que faz parte da família *Rutaceae*. O Brasil, é maior produtor mundial de citros, a produção de limão em 2015 foi de 1.169.370 toneladas, sendo os maiores produtores o Estado de São Paulo, Minas Gerais e Bahia (IBGE, 2015). O limoeiro é uma frutífera de origem asiática, tropical, atinge a altura de 3 metros com ramos de espinhos é originário da Ásia e da Índia, levado pelos árabes para a Europa; a partir daí espalhou-se pelo mundo (MATOS, 2007).

2.1. TIPOS DE LIMÕES

O limão, assim como as limas ácidas conhecidas como limão tahiti e limão siciliano são umas das frutas mais consumidas e das mais processadas pela indústria mundial sendo aproveitado em todas as áreas associadas à alimentação, medicina, beleza, limpeza, perfumaria e muitas outras. (THOMAZ, 2004). A composição nutricional de alguns limões apresenta diferentes variedades, apresentado na Tabela 1. Os valores são 100g da poupa da fruta (UNICAMP, 2011).

Porção de 100g	Siciliano	Tahiti	Cravo
Valor energético	20Kcal = 84,2 kJ	31,8Kcal = 134kJ	22,0Kcal = 93kJ
Carboidratos	10,7g	11,1g	7,3g
Proteínas	1,2g	0,9g	0,6g
Fibra alimentar	4,7g	1,2g	0,0g
Calcio	61mg	51mg	5mg
Vitamina C	77mg	38,2mg	34,5mg
Manganês	0mg	0,1mg	0,01mg
Magnésio	12mg	9,7mg	6mg
Fosforo	15mg	23,8mg	13mg
Ferro	0,7mg	0,2mg	0,1mg
Potássio	145mg	128,3mg	113mg
Cobre	0,26ug	0,1ug	20ug
Açúcares	2,2g	0mg	0mg
Água	87,4mg	0,2mg	0,5mg
Ácidos saturados	0,04g	1,3mg	0,5mg
Zinco	0,1mg	0,2mg	0,06mg
Sódio	3mg	1,3mg	1,1mg

Tabela 1: Composição Nutricional de diferentes variedades de limão (UNICAMP, 2011).

2.2. CASCA DO LIMÃO

Aproximadamente 50% do peso da fruta dá origem ao bagaço, que é destinado à fabricação de ração e também extraídos para obter, óleos essenciais, D-limoneno e pectina, embora neles estejam presentes, além de sais, minerais, fibras, proteínas, lipídios, vitaminas, compostos fenólicos, ácidos, pigmentos, açúcares e compostos voláteis (UNICAMP, 2017).

Resíduos de processamento de cítricos representam uma fonte rica de flavonoides naturais e contêm uma elevada concentração de compostos fenólicos. Os compostos fenólicos em cascas de limão apresentaram a maior atividade antioxidante, seguido pelas cascas de uva, tangerina e laranja. Uma alternativa que vem crescendo desde o início da década de 1970 consiste no aproveitamento de resíduos principalmente cascas de certas frutas como matéria-prima para a produção de alguns alimentos perfeitamente possíveis de serem incluídos na alimentação humana (ISHIMOTO, 2007).

2.3. MORFOLOGIA DO LIMÃO

Destas as fontes mais ricas de pectina estão nos frutos cítricos, como na laranja, maracujá, limão e podendo ser extraídos em abundância principalmente do albedo (parte branca e fibrosa que se encontra internamente na casca das frutas), região mesocárpicas do fruto (SILVA, 2013).

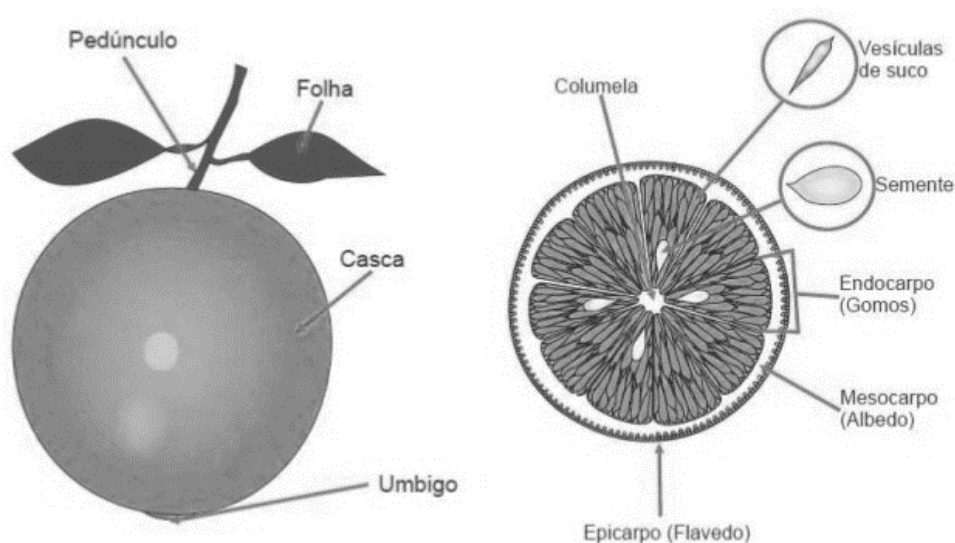


Figura 1: Morfologia do limão (ARAUJO, 2002).

Pectina em maior concentração se encontra abundantemente em cascas de frutas cítricas (30%), sendo o limão a fonte mais abundante (MORRIS, FOSTER, HARDING, 2002). A Tabela 2 mostra uma classificação de frutos que são encontrados teores de pectina e acidez (JACKIX, 1988).

Fruta	Pectina			Acidez		
	Rica	Média	Pobre	Alta	Média	Baixa
Abacaxi*			x	x		
Acerola			x		x	
Ameixa-do-japão (amarela ou vermelha)*	x			x		
Araçá (roxo)	x			x		
Banana (d'água ou nanica)		x				x
Cajá manga			x	x		
Caju*			x		x	
Caqui*			x			x
Carambola (ácida)*			x		x	
Carambola (doce)*			x			x
Figo maduro*			x			x
Figo verde e de vez*	x					x
Fruta-do-conde			x		x	
Goiaba (vermelha madura e de vez)*	x				x	
Groselha*	x			x		
Jaboticaba (comum)*			x		x	
Jaboticaba (ponhema)*			x	x		
Jaboticaba(sabará), com casca*		x		x		
Jaboticaba (sabará), sem casca*			x			x
Laranja (baía e pêra)* - fruta inteira	x			x		
Limão (cidra e siciliano)*	x			x		
Maçã (ácida, argentina)*		x		x		
Maçã (ohio beauty e são joão - amarela, de vez e madura)*	x				x	
Mamão*			x			x
Manga (espada)*		x		x		
Manga (espadão e santa alexandrina)*	x			x		
Maracujá (amarelo e roxo) - suco			x	x		
Marmelo*	x				x	
Morango*			x		x	
Nêspera*		x		x		
Pêra d'água madura*			x			x
Pêssego amarelo maduro*			x			x
Pêssego verde	x			x		
Pitanga*		x		x		
Romã			x		x	
Uva (ananás, catawba e empire state)*			x	x		
Uva (isabel e niágara)*		x		x		
Uvaia*			x	x		

Tabela 2: Classificação de algumas frutas segundo teores de pectina e acidez (JACKIX, 1988).

3. PECTINA

3.1. HISTÓRIA DA PECTINA

A pectina vinda do grego como *pectos*, tem sua descoberta em 1790 na preparação de geleia de maçãs quando Nicolas Louis Vauquelin encontrou uma substância solúvel nos sucos de frutas. O nome dado a pectina foi colocada em 1824 pelo farmacêutico francês Henri Braconnot continuando o trabalho de Vauquelin, descobriu que essa substância, amplamente disponível nas plantas, apresentava propriedades gelificantes quando se adicionava ácido em sua solução. A substância formadora de gel foi denominada de ácido péctico (WANKENNE, 2014).

3.2. PECTINAS

A pectina é um polissacarídeo com cerca de 150 a 500 unidades de ácidos galacturônico parcialmente esterificados com grupos metoxilados, unidos por ligações glicosídicas α -1,4 em uma longa cadeia molecular, como demonstrado na figura 2 (COELHO, 2008).

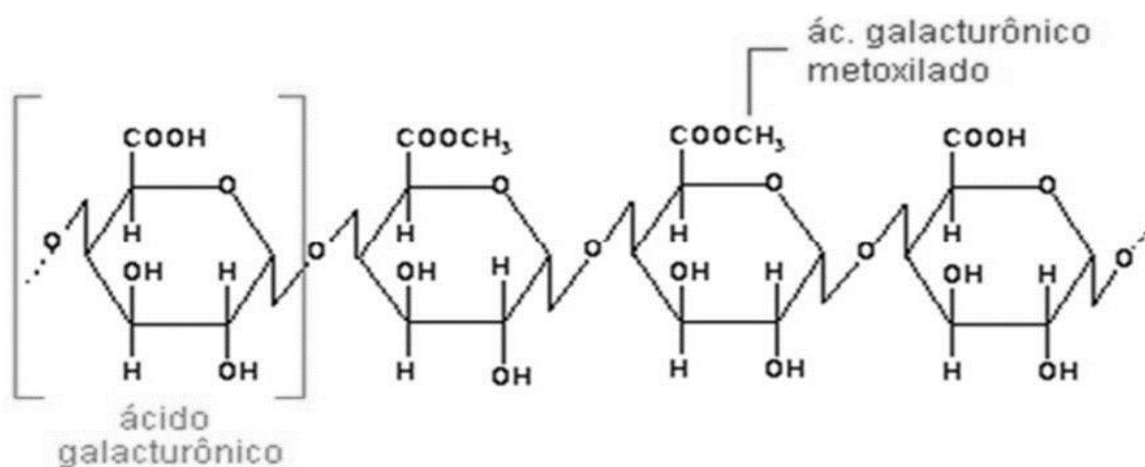


Figura 2: Estrutura molecular da pectina (SOUZA e NEVES, 2004).

Consistem em complexos de polissacarídeos estruturais, presentes em diversos tecidos vegetais, as quais fazem parte de uma variada classe de substâncias denominadas pécticas que têm como função proporcionar firmeza, adesão entre as células e pela resistência mecânica na parede celular de vegetais (ORDONEZ, 2005).

As condições de extração apresentam importante influência sobre a natureza da pectina, tanto nos aspectos quantitativos quanto qualitativos, podendo ser modificadas (pH, temperatura, tempo) resultando em alterações no rendimento, na capacidade gelificante e no grau de esterificação. A razão da matéria-prima e solvente deve também ser ajustada, visando a separação das fases sólida e líquida, a filtrabilidade do extrato e o custo da evaporação da água no processo. Dessa maneira, é possível controlar a extração de pectina para otimizar seu uso potencial (CANTERI et al., 2012).

3.3. CLASSIFICAÇÃO DA PECTINA

A pectina é comercialmente classificada de alto teor de grupos metoxilação (ATM), quando contém acima de 50% dos seus grupos carboxílicos esterificados e de baixo teor (BTM), quando apresenta 50%, ou menos. Com um teor de grupos metoxílicos superior a 70% é chamada de pectina rápida por gelificar a uma temperatura mais alta (BOBBIO, 2001).

A rigidez do gel, por sua vez, está relacionada com o peso molecular da pectina, crescendo com o aumento do peso. Os géis de pectina ATM são termo reversíveis (BOBBIO, 2001).

3.4. MECANISMO DA GELIFICAÇÃO DA PECTINA COM ALTO GRAU DE METOXILAÇÃO (ATM)

A solução coloidal de pectina contém micelas altamente hidratadas com cargas negativas devido aos grupos COO^- (éster). Para a passagem de solução a gel, deve-se provocar a aproximação das micelas pela eliminação das suas cargas, abaixando-se o pH até 2,8 – 3,5 e retirando-se, pelo menos parcialmente, a água de hidratação. Por resfriamento, forma-se o gel que é termo reversível (BOBBIO, 2003, p. 64).

O gel ATM pode ser utilizado em poupa de fruta, iogurte líquido, sucos concentrados, bebidas lácteas acidificadas, sorvetes de frutas, entre outros.

Considerando $\text{R-COO}^- n\text{H}_2\text{O}$ como uma representação da molécula de pectina hidratada, a gelificação se daria segundo as Eq.1 e Eq.2 (Figura 3):

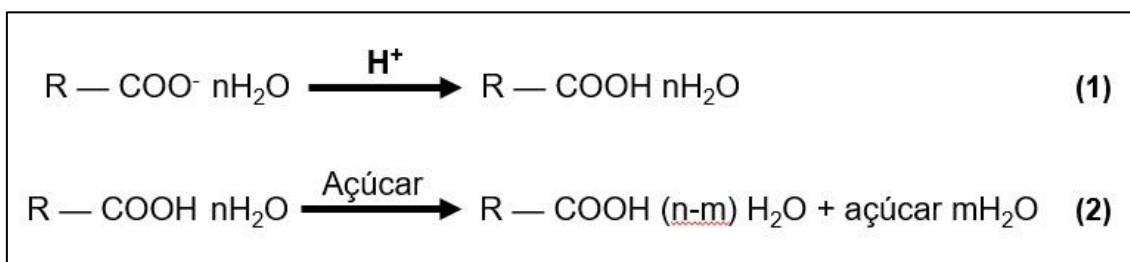


Figura 3: Representação da gelificação da molécula de pectina hidratada.

As equações mostram a formação do gel por efeito do ácido e açúcar, por protonação do grupo carboxílico ionizado e a desidratação da micela de pectina pelo açúcar. Além da sacarose outros açúcares podem ser utilizados, em quantidades que dependerão de sua solubilidade e capacidade de interagir com a água (BOBBIO, 2003).

O teor de açúcar necessário para obter o efeito desidratante desejado é aproximadamente de 60 a 70 % do peso total da geleia. Mas o teor de sólidos solúveis ideal está um pouco acima de 65%. Também é possível formar gel em concentrações de sólidos na ordem de 60%, desde que o teor de ácidos e pectina seja aumentado (GAVA, 1998).

3.5. MECANISMO DA GELIFICAÇÃO DA PECTINA COM BAIXO GRAU DE METOXILAÇÃO (BTM)

Quando a pectina contém 50% ou menos dos seus grupos carboxílicos esterificados, a gelificação é provocada pela formação de ligações entre íons carboxílicos e íons de cálcio, ou de outro metal bi ou trivalente, que também ficarão ligados a grupos OH. Assim, o metal atua como ligante entre as cadeias de pectina, formando a estrutura do gel, sem necessidade do açúcar. Apenas o íon de cálcio é utilizado em aplicações alimentícias, no qual é adicionado na proporção de 0,1 a 0,5% do peso do gel. Um excesso de cálcio ocorre a precipitação de pectato de cálcio. O açúcar, em pequena quantidade, melhora a textura e um pH muito ácido dificulta a formação do gel (BOBBIO, 2003).

Com aumento da concentração desses cátions bivalentes, no qual proporcionam pontes cruzadas das cadeias de pectina, aumenta a temperatura de gelificação e a força do gel (DAMODARAM, FENNEMA, PARKIN, 2010).

Essa capacidade de formar géis na presença de íons como o cálcio, é essencial para desempenhar funções biológicas e aplicações tecnológicas. Essa gelificação é realizada através de uma interação forte entre os íons de cálcio e as cadeias de ácido galacturônico desesterificadas. Com isso permite a formação de uma rede tridimensional com ligação entre múltiplos polímeros e os íons Ca^{+2} , no qual atuam como ponte entre dois grupos carboxílicos e duas cadeias de pectina (NEVES, 2012).

Para esses géis, a pectina é preparada a partir de pectina comum (ATM) por hidrólise controlada. Esse tipo de pectina é amplamente usado na fabricação de produtos dietéticos e tende a substituir a pectina ATM na fabricação de geleias de frutas. Os géis de pectina BTM são termo reversíveis (BOBBIO, 2003).

A Figura 4 mostra o cátion de cálcio ligado a dois resíduos de ácido galacturônico, ocorrendo a gelificação da pectina de baixo teor de metoxilação.

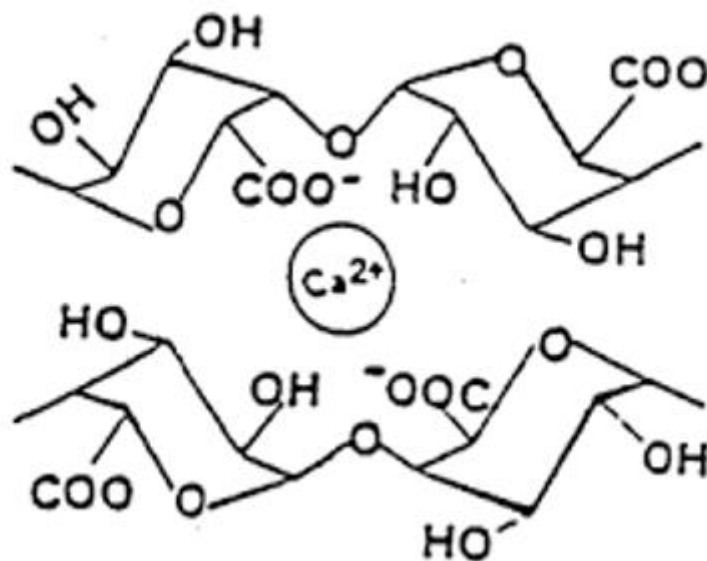


Figura 4: Geleificação da pectina de baixa esterificação (NEVES, 2012).

3.6. APLICAÇÕES DA PECTINA

A pectina é, primeiramente, um agente de geleificação, sendo usada para dar textura de geleia a produtos alimentícios. As pectinas são usadas nas indústrias processadoras de frutas, na produção de doces e confeitos, em confeitaria industrial, na indústria láctea, na indústria de bebidas, e em comestíveis finos. É utilizada pelas indústrias lácteas em preparações de frutas para iogurtes, em bebidas e sucos concentrados, devido principalmente à sua capacidade de formar géis (WANKENNE, 2014).

Essa capacidade em formar gel está relacionada à quantidade de grupos polares livres como as hidroxilas, à estrutura tridimensional, pH, solubilidade e concentração da pectina em dispersão, massa molar, grau de metilação, natureza e qualidade de fruta a ser gelificada, tecnologia, distribuição dos

grupamentos ao longo da cadeia p ctica e composi o das cadeias laterais (CANTERI et al., 2012).

A pectina de baixo teor de metoxila o   utilizada na formula o de doces em massa de baixo valor cal rico, por n o ser necess ria a adi o de a u ar para gelifica o (WANKENNE, 2014).

A pectina possui efeito biol gico, sendo um famoso antidiarreico.   uma subst ncia n o irritante em contato com a pele, assim como j  foram obtidos efeitos curativos e bactericidas em feridas (FANI, 2012).

3.6.1. Pectina na Ind stria

As pectinas s o respons veis pelas propriedades atraentes das geleias de frutas, como a superf cie brilhante, boa instabilidade, geleia lisa e um gosto t pico. As ind strias de processadores de frutas procuram pectinas que permitam ligar de forma homog nea os peda os de frutas que facilitam o envasamento e que formem gel de baixa temperatura. Para produtos com teor de a u ar de mais de 60% e pH de cerca de 3,0, as pectinas com alta esterifica o (ATM) s o as mais adequadas, na dosagem de 0,2% a 0,4%, oferecendo condi oes  timas de geleifica o. Em contrapartida, nos produtos com teor reduzido de a u ar, a melhor op o   utilizar pectinas do tipo BTM. As propriedades de textura e real ador do gosto natural das frutas fazem das pectinas, desde muito tempo, o ingrediente indissoci vel das geleias e compotas. Cerca de 80% da produ o mundial de pectinas ATM   usada na fabrica o de geleias e compotas (FANI, 2012).

3.6.2. Uso Não Alimentício

Uma outra maneira da produção da pectina no ramo não alimentício, são os adesivos, substitutos de papel, espumas e plastificantes, agentes de superfície para produtos médicos, materiais para implantes biomédicos e liberação de fármacos. A pectina, em função de suas características estruturais e propriedades reológicas, parece ter potencial na elaboração de formulações farmacêuticas, com estudos de cinética e hidratação, para administração por via oral ou aplicação tópica, revestimento de sistemas sólidos orais e liberação de fármacos “in situ” com mínima degradação (CANTERI et al., 2012).

4. ARTIGOS E METODOLOGIA

4.1. ARTIGOS

As frutas objeto de investigação deste trabalho foi o limão Siciliano, limão tahiti e limão cravo com isso foi proposto três artigos onde eles utilizaram o mesmo método de extração e quantificação da pectina.

- a) LIMÃO SICILIANO: CIAMPOLINI, C.M.O. *Extração ácida de pectina a partir do resíduo industrial de limão siciliano*
- b) LIMÃO TAHITI: MENDONÇA, et al. *Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti.*
- c) LIMÃO CRAVO: FERREIRA, A. *Estudo de Extração de Pectina de Resíduo de Limão Cravo.*

4.1.1. Reagentes

Ácido Cítrico 1 M, Etanol 95% e Etanol 70%. Todos os reagentes foram utilizados em grau analítico.

4.2. METODOLOGIA

4.2.1. Preparo das Amostras

Nas três amostras separou-se o albedo e o flavedo do limão e em seguida cortada em pequenos pedaços e depois submetido ao tratamento térmico para inativação de possíveis enzimas. Realizado imersão em água a 97°C durante três minutos, seguido de resfriamento em banho de gelo. Secou-se em estufa de ar forçado a 55°C, após isso foi triturado até a formação de um pó. Método proposto para a quantificação da pectina mencionada nos três artigos.

A Figura 5 mostra o fluxograma do preparo do Limão siciliano, tahiti e cravo.

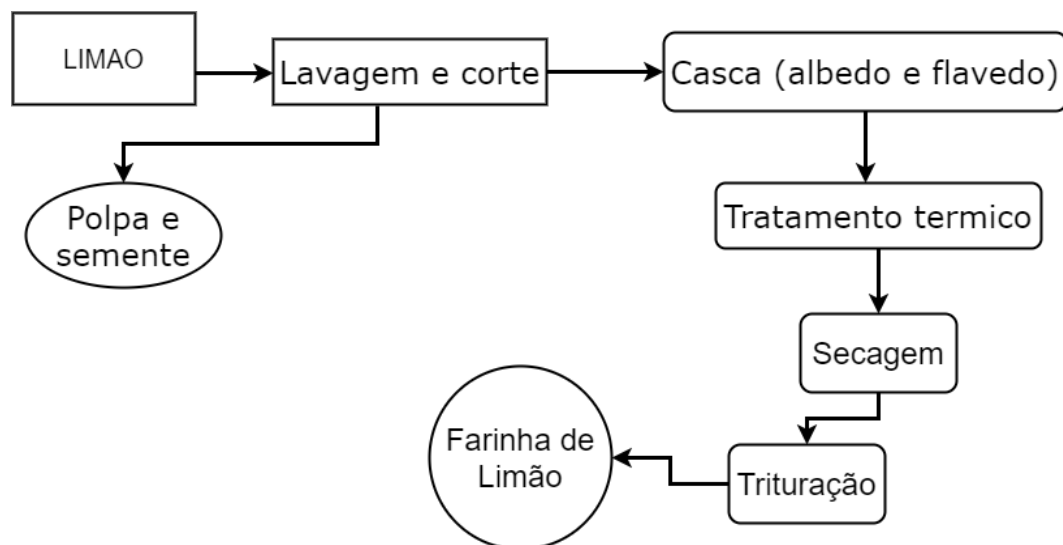


Figura 5: Fluxograma do processo de preparo das amostras.

4.2.2. Extração

Para a extração e quantificação de pectina foi proposto para a amostra do limão siciliano e limão tahiti por BITTER & MUIR (1962, p.330-334). E para o limão cravo foi proposto por FERTONANI, H.C.R. (2006).

Pesou-se em Becker de 500mL, 5g de amostra em pó (albedo e flavedo) previamente tarado em uma balança analítica. Foi adicionado uma proporção 1:70 (m/v) de água destilada ao becker. O pH dessa mistura foi ajustado para 2,5 com adição do ácido cítrico 1 M. A mistura acidificada foi posta em agitação no agitador magnético com aquecimento usando uma barra magnética onde manteve a velocidade e temperatura da mistura constante a 80°C. Após duas horas a extração foi considerada concluída e prosseguiu para a etapa de purificação do extrato para obter a pectina. Com a mistura ainda quente foi levado para a centrifugação durante 10 minutos para a separação dos resíduos e do extrato clarificado (sobrenadante). O sobrenadante foi despejado em um Becker de 500mL e posto sobre agitação novamente. Logo após foi constituído a adição de etanol 95% por gotejamento na proporção 1:2 (v/v, sobrenadante/etanol) ao sobrenadante. Ao fim da adição do etanol, foi desligado a agitação e a mistura ficou em repouso por uma hora. A pectina foi filtrada a vacuo usando papel filtro quantitativo, lavada duas vezes em etanol 70% e etanol

95%, seca em estufa de ar forçada a 50°C até o seu peso constante, deixou-se esfriar em dessecador e pesou-se. As Figuras 6 e 7 apresentam a equação para o cálculo de porcentagem de pectina e o fluxograma do processo de extração da pectina, respectivamente.

$$\text{Gramas de pectina \%} = \frac{\text{peso da pectina seca}_{(g)}}{\text{peso da matéria-prima}_{(g)}} \times 100$$

Figura 6: Equação para cálculo da porcentagem de pectina.

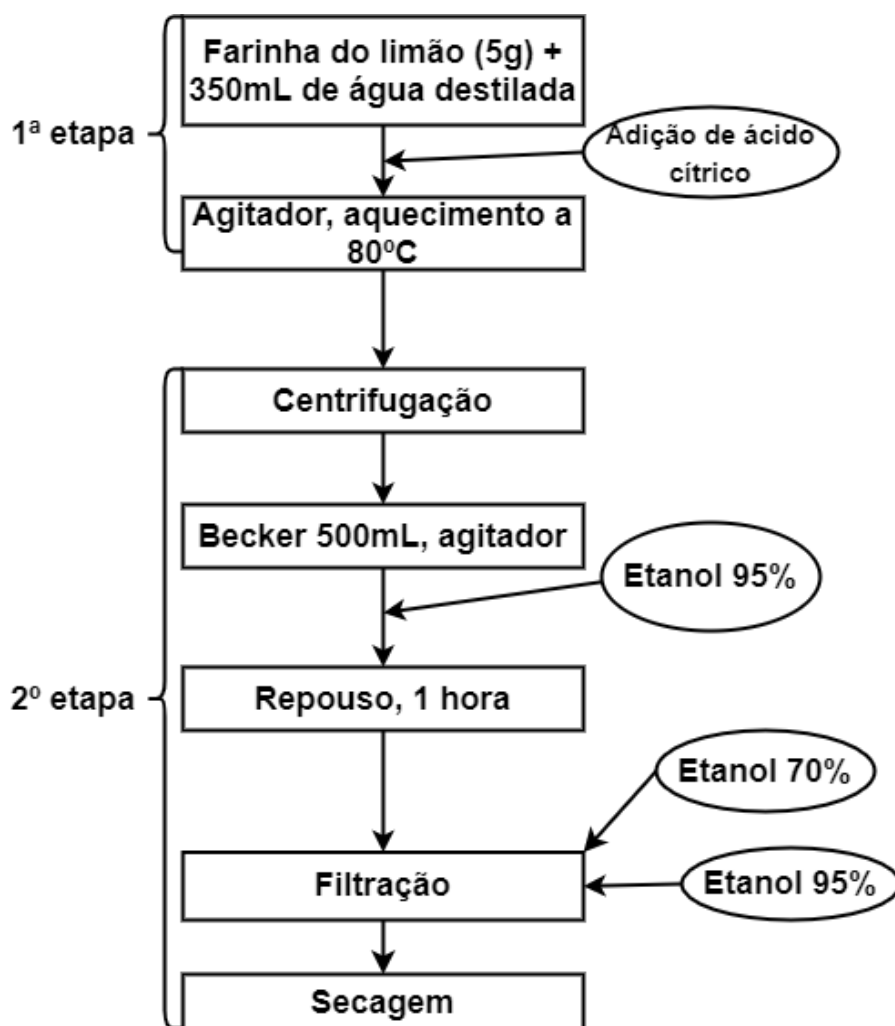


Figura 7: Fluxograma do processo de extração da pectina

5. DISCUSSÕES

A etapa de preparo e extração foi realizado de acordo com a metodologia descrita no item 4.2.1 e 4.2.2.

A princípio o método utilizado para a extração e quantificação da pectina nas amostras, baseia-se na formação do gel por efeito do ácido e açúcar por protonação do grupo carboxílico e a desidratação da micela de pectina pelo açúcar. A pectina é hidrolisada e degradada por ácido e álcalis. Em meio ácido a pectina pode sofrer hidrólise das ligações glicosídicas α -1,4 e desmetoxilação dos grupos esterificados. No entanto, a menos que condições adversas seja usada, essas reações não afetarão a pectina extraída das frutas usando uma solução de pH 3 a 4 (BOBBIO, 2001). A quantidade de pectina realizado nos três estudos é apresentado abaixo:

a) LIMÃO SICILIANO: CIAMPOLINI, C.M.O. *Extração ácida de pectina a partir do resíduo industrial de limão siciliano*

grama de pectina % = peso da pectina seca(g) / peso da matéria-prima(g) x 100

grama de pectina % = 0,935 / 5 x 100

grama de pectina % = 18,70%

b) LIMÃO TAHITI: MENDONÇA, et al. *Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti.*

grama de pectina % = peso da pectina seca(g) / peso da matéria-prima(g) x 100

grama de pectina % = 1,143 / 5 x 100

grama de pectina % = 22,85%

c) LIMÃO CRAVO: FERREIRA, A. *Estudo de Extração de Pectina de Resíduo de Limão Cravo.*

grama de pectina % = peso da pectina seca(g) / peso da matéria-prima(g) x 100

grama de pectina % = 0,875 / 5 x 100

grama de pectina % = 17,50%

A quantidade de pectina obtida na literatura foi de 22,85% no limão tahiti, 18,70% no limão siciliano e 17,50% no limão cravo onde o limão tahiti teve o maior rendimento e segundo com a literatura os três autores obtiveram resultados da pectina satisfatório.

Esses resultado são consistente com o valor de 30% de pectina a partir da extração do limão segundo MORRIS, FOSTER, HARDING, 2002.

Um outro estudo utilizando goiaba, foi realizado o mesmo metodo de extração ácida da pectina, teve um resultado de 11%, onde se concluiu que a pectina pode ser empregado comercialmente, segundo MUNHOZ, 2010.

Tambem utilizando o bagaço de maça usando o modelo de extração acida de pectina foi obitdo 16,8% utilizando ácido cítrico como reagente de acordo com FERTONANI, 2006.

O rendimento de pectina sobre o limão é influenciado diretamente no seu tempo de extração, pH, temperatura e o tipo do ácido. Porém dependendo da sua temperatura e tempo de extração maiores, pode acarretar a degradação da pectina.

Com o objetivo literário proposto de reaproveitar o subproduto do limão e otimizar o método de extração para melhorar o rendimento e a qualidade da pectina, diversos estudo tem sido realizado com subproduto de frutas, como limão, laranja, maça e maracujá.

E o valor assim obtido encontra-se dentro da faixa prevista e também se confirma que o método é eficaz, pois foi obtido consideravelmente um valor de pectina, que se torna uma forma de agregar valor ao subproduto industrial do limão.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Toda espécie de limão é umas das frutas mais importante do mundo, tem importante significado social, econômico e nutricional.

Os resultados obtidos nesta revisão literária estão de acordo com os valores obtidos por outros pesquisadores na extração da pectina utilizando ácido cítrico e etanol 70% e 95% a fim de otimizar o processo de extração avaliando diferentes condições como, temperatura, pH e o tempo de extração. O processo de obtenção de pectina mostrou ser viável a fim de produzir pectina com bom rendimento e alta qualidade, resultados estes esperados em processo industrial. Por fim, concluiu-se que é possível extrair a pectina a partir das diferentes espécies de limão, sendo, portanto, o flavedo e o albedo da fruta, que normalmente é descartado, ricos em de pectina.

REFERÊNCIAS

MATHIAS, João. **Originário da Ásia, o fruto do limoeiro é muito eficaz no combate a gripes, resfriados e ajuda também a regularizar as taxas de colesterol.** Globo Edição 296 – Jun/2010. Disponível em <<http://www.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1296045-4529,00.html>>. Acesso em: 5 jan. 2020.

REDA, S. Y.; LEAL, E. S.; BATISTA, E. A. C.; BARANA, A. C.; SCHNITZEL, E.; CARNEIRO, P. I. B. **Caracterização dos óleos das sementes de limão rosa (citrus limonia Osbeck) e limão siciliano (citrus limon), um resíduo agroindustrial.** Ciênc. Tecnol. Aliment., v. 25, p. 672-676, 2005.

CEAGESP, 2017. Disponível em <<http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/limao-siciliano/>>. Acesso em: 5 jan. 2020.

MATOS, E.H.S.F. **Cultivo do limão.** Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB, 2007.

BORTOLUZZI, R. C; MARANGONI, C. **Caracterização da fibra dietética obtida do suco de laranja.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 8, n.1, p. 61-66, 2006

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, p. 649-660, 2009.

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: 01 fev. 2020.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**, 2013. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_\[anual\]/2013/pam2013.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_[anual]/2013/pam2013.pdf)>. Acesso em fev. 2020.

THOMAZ, Ana Cláudia, **Aceitabilidade sensorial de biscoito tipo cracker adicionado de farinha de casca de limão siciliano (Citrus limon L. Burm.).** 2012. 325p. Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, 2012.

UNICAMP, NEPA- Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO**. 4ª edição, 2011.

Disponível

em:<https://www.cfn.org.br/wpcontent/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf> Acesso em: 11 mar. 2020.

UNICAMP, GALLO, Carmo. **Bagaço como fonte de minerais**. Disponível em: <<https://www.unicamp.br/unicamp/ju/678/bagaco-como-fonte-de-minerais>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

ISHIMOTO, F. Y. et al. **Aproveitamento Alternativo da Casca do Maracujá-Amarelo (*Passiflora edulis* f. *Var. flavicarpa* Deg.) para Produção de Biscoitos**. Revista Ciências Exatas e Naturais, Guarapuava, v. 9, p. 279-292, 2007.

SILVA, Gabriel Bedinotte **Extração e Quantificação de pectina a partir da farinha da casca do maracujá**. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, p. 20, 2013.

ARAUJO, J.R.G.; SALIBE, A.A. Caracterização físico-morfológica de frutos de microtangerinas (*Citrus* spp.) de potencial utilização como porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 618-621, 2002.

MORRIS, G.A.; FOSTER, T.J.; HARDING, S.E., **A hydrodynamic study of the depolymerization of a high methoxy pectin at elevated temperatures**.

Carbohydrate Polymers. UK, v. 48, p. 361-367, 2002.

JACKIX, M. H. Geleias e doces em massa. **Doces, geleias e frutas em calda (teórico e prático)**. UNICAMP – Campinas, p. 85-99, 1988.

CANTERI, Maria H. G; WOSIACKI, Gilvan; MORENO, Lirian; SCHEER, Agnes de P. **Pectina: da matéria-prima ao produto final**. Revista Polímeros, v. 22, n. 2, p. 153, 2012.

WANKENNE, Michel A. Pectinas Propriedades e Aplicações, **Revista Food Ingredients Brasil**, v. 16, n. 29, p. 46-53, 2014.

COELHO, Miguel Telesca. **Pectina: Características e Aplicações em Alimentos**. 33 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Química de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, Pelotas, 2008.

ORDONEZ, Juan A. **Tecnologia dos alimentos: componentes dos alimentos e processos**. 1ª ed, Tradução Fátima Murad, Porto Alegre: Artmed, 2005.

SOUZA, Karina A. Freitas Dias. NEVES, Valdir A. **Polissacarídeos**. Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2004. Disponível em: <http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao_carboidratos/polissacarideos.htm> Acesso em: 13 agosto, 2018.

BOBBIO, Florinda Orsatti.; BOBBIO, Paulo A. **Química no Processamento de Alimentos**. 3ª Ed. São Paulo: Editora Varela, 2001.

ORDONEZ, Juan A. **Tecnologia dos alimentos: componentes dos alimentos e processos**. 1ª ed. Tradução Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2005.

GAVA, Altair Jaime. **Princípios de tecnologia de alimentos**. 1ª Ed. São Paulo: Editora Nobel, 1998.

FERREIRA, A.; MORAES, Ianne M. M.; CLAUDINO, Lucas; OLIVEIRA, Regina.; NASCIMENTO, Cristina S.; Artiaga, A. **STUDY OF PECTIN EXTRACTION FROM CRAVO LEMON WASTE**. 52º Congress Brazilian of Chemistry. Recife: CBQ, 2012.

MENDONCA, Luciana Maria Vieira Lopes et al. **Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti**. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2006.

DAMODARAM, Srinivasan; FENNEMA, Owen R.; PARKIN, Kirk L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4ª Ed. Tradução Adriano Brandelli. Porto Alegre: Editora Artmed, 2010.

CIAMPOLINI, C.M.O.; OLIVEIRA, G.M.C.; LACERDA, R.S.; MORAES, I.C.F.; SOBRAL, P.J.A.; GOMIDE, C.A. **Extração ácida de pectina a partir do resíduo industrial de limão siciliano**. XVII Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo (SIICUSP), São Paulo, SP, 2009.

NEVES, José Maria de Mascarenhas Gaivão Correia. **Efeito de uma pectina metilesterase na firmeza de pedaços de morango**. 57 p. Dissertação (Mestrado em biotecnologia) - Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2012.

FANI, Márcia. Pectina ação e utilização nos alimentos. **Revista Aditivos Ingredientes**, n. 86, p. 40, 2012,

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

MUNHOZ, Cláudia Leite; SANJINEZ-ARGANDONA, Eliana Janet; SOARES-JUNIOR, Manoel Soares. **Extração de pectina de goiaba desidratada**. Ciênc. Technol. Aliment., Campinas, v. 30, n. 1, p. 119-125, 2010.

BOTT, E.W., SCHOTTER, P., **Centrífugas, Decanters e Linhas de Processo para a Indústria de Cítrus**. Westfalia Separators, Germany, 1989.

KALAPATHY, U.; PROCTOR, A. **Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin**. Food Chemistry, v. 73, n. 4, p. 393-396, 2001.

FERTONANI, Heloisa Cristina Ramos. **Estabelecimento de um modelo de extração ácida de pectina de bagaço de maçã**. 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, Ponta Grossa, 2006.