



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

SILVIA HELENA APARECIDA SEBASTIÃO

**EXTRAÇÃO E DETERMINAÇÃO DE PECTINA NA FORMA DE
PECTATO DE CÁLCIO DA POLPA DO
ARAÇÁ AMARELO**

Assis
2015

SILVIA HELENA APARECIDA SEBASTIÃO

**EXTRAÇÃO E DETERMINAÇÃO DE PECTINA NA FORMA DE
PECTATO DE CÁLCIO DA POLPA DO
ARAÇÁ AMARELO**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado ao Instituto
Municipal de Ensino Superior
de Assis, como requisito do
Curso de Graduação.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Rosângela Aguilár da Silva
Área de Concentração: Química

Assis
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

SEBASTIÃO, Silvia Helena Aparecida.

Extração e Determinação de pectina na forma de pectato de cálcio da polpa do araçá amarelo / Silvia Helena Aparecida Sebastião. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2015.

52p.

Orientador: Rosângela Aguiar da Silva.

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

1. Extração. 2. Pectina. 3. Polpa de araçá amarelo

CDD: 660
Biblioteca da FEMA

EXTRAÇÃO E DETERMINAÇÃO DE PECTINA NA FORMA DE PECTATO DE CÁLCIO DA POLPA DO ARAÇÁ AMARELO

SILVIA HELENA APARECIDA SEBASTIÃO

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

Orientador: Prof.^a Dr.^a Rosângela Aguiar da Silva
Analisador: Prof.^a Ms. Elaine Amorim Soares Menegon

Assis
2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais
Maria e Durval e aos meus avós
maternos Maria e Carlos por terem
dedicado todos seus esforços para que
eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores que fizeram parte da minha vida acadêmica e especialmente a minha orientadora Dr.^a Rosângela Aguiar da Silva pelo apoio e compreensão.

A meus amigos e colegas de sala por todos os momentos de apoio e ajuda durante estes anos, aos meus colegas e amigos do trabalho, especialmente a Cleide Ap. Dias.

E agradeço especialmente minha mãe e meu pai, pela paciência e pelo apoio incondicional.

“Todas as verdades são fáceis de entender, uma vez descobertas. O caso é descobri-las”.

Galileu Galilei
(1564 – 1642)

RESUMO

A flora brasileira é conhecida pela sua diversidade e abundância em espécies frutíferas nativas e abre um leque de possibilidades de aproveitamento de acordo com suas propriedades químicas características. O araçá apresenta cerca de quatro a sete vezes mais vitamina C que as frutas cítricas, possui substâncias antioxidantes, óleos essenciais, elevado teor de compostos fenólicos, sais minerais e compostos bioativos, além de ser uma potencial fonte de pectina. A pectina é um polissacarídeo que se localiza nos espaços intercelulares e lamelas centrais dos tecidos vegetais, tem grande importância na indústria, é amplamente utilizada na indústria alimentícia na produção de geléias e afins, como também espessante, texturizantes, emulsificantes ou estabilizantes. O objetivo deste trabalho foi a extração e quantificação de pectina do araçá amarelo. O método utilizado na extração e quantificação de pectina foi proposto por CARVALHO; FERNANDES; PIRES (2006) com modificações. O princípio do método desta extração aquosa a quente baseia-se na solubilização da pectina e posterior neutralização dos resíduos de ácido galacturônico livres através dos íons cálcio, ocorrendo assim a geleificação e a precipitação da pectina na forma de pectato de cálcio. O resultado obtido foi de 0,64% de pectato de cálcio. O método utilizado neste estudo mostrou que é possível determinar pectina na forma de pectato de cálcio na polpa de araçá amarelo, por extração aquosa e determinação gravimétrica. Mesmo com o resultado inferior em relação aos apresentados na literatura, como as pectinas apresentam variações em sua funcionalidade, é importante seu estudo, bem como a caracterização como uma possibilidade de nova fonte de extração de pectina.

Palavras-chave: Extração. Pectina. Polpa de araçá amarelo.

ABSTRACT

The Brazilian flora is known for its diversity and abundance of native fruit species and opens a range of possibilities of use according to their chemical characteristics. The guava has about four to seven times more vitamin C than citrus fruits, has antioxidants, essential oils, high content of phenolic compounds, minerals and bioactive compounds, in addition to being a potential source of pectin. Pectin is a polysaccharide that is located in the intercellular spaces and central plates plant tissues is of great importance in industry, widely used in the food industry in the production of fruit jellies and the like, as well as thickening, texturizing, emulsifiers and stabilizers. The objective of this work was the extraction and quantification of pectin araçá - yellow. The method used in the extraction and quantification of pectin was proposed by CARVALHO; FERNANDES; PIRES (2006) with modifications. The principle of this method hot aqueous extraction is based on the solubilization of pectin and subsequent neutralization of free galacturonic acid residues via calcium ions, thus leading to gelling and precipitation of the pectin in the form of calcium pectate. The result was 0.64% calcium pectate. The method used in this study showed that it is possible to determine pectin in the form of calcium pectate in the pulp of guava yellow, for aqueous extraction and gravimetric determination. Even with the lower result compared to those presented in the literature, such as pectin present variations in its functionality, it is important to their study and characterization as a possible new source of pectin extraction.

Keywords: Extraction. Pectin. Guava pulp yellow.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - <i>Psidium cattleianum</i> Sabine	14
Figura 2 - <i>Psidium cattleianum</i> Sabine.....	19
Figura 3 - Estrutura da vitamina C.....	21
Figura 4 - Reação de oxidação do ácido ascórbico a ácido deidroascórbico e de hidrólise deste último ao ácido 2,3 diceto-L-gulônico	23
Figura 5 - Estrutura de alguns monossacarídeos.....	24
Figura 6 - Formação de uma ligação glicosídica designada α -1,4	25
Figura 7 - Estrutura primária de uma molécula de pectina.....	27
Figura 8 - Estrutura da parede celular vegetal	27
Figura 9 – Pectina amidada.....	29
Figura 10 – Representação das ligações intermoleculares entre as cadeias de pectina BTM e os íons cálcio.....	30
Figura 11 – Fluxograma do processo de extração de pectina da polpa de araçá amarelo	40
Figura 12 – Separação dos frutos de araçá amarelo para retirada da polpa	41
Figura 13 – Polpa extraída dos frutos de araçá amarelo.....	41
Figura 14 – Pectina solúvel diluída.....	42
Figura 15 – Solução contendo Hidróxido de Sódio após o repouso.....	42
Figura 16 – Solução após a adição de Ácido Acético	43
Figura 17 – Solução após a adição de Cloreto de Cálcio.....	43
Figura 18 – Precipitação da pectina em forma de pectato de cálcio enquanto aquecida.....	44
Figura 19 – Solução durante resfriamento	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise nutricional em 100g de araçá	17
Tabela 2 - Composição do teor proteico e mineral de frutos maduros de araçá	17
Tabela 3 - Concentração de polifenóis em frutas liofilizadas	18
Tabela 4 - Caracterização físico – química dos frutos de <i>Psidium cattleianum</i> Sabine	19
Tabela 5 - Características Inerentes a cada Morfotipo de <i>Psidium</i>	20
Tabela 6 - Classificação para substâncias pécticas	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. ARAÇÁ (<i>Psidium cattleianum</i>)	14
3. ÁCIDO ASCÓRBICO - VITAMINA C	21
4. CARBOIDRATOS	24
5. PECTINA	26
5.1 CARACTERÍSTICAS DAS PECTINAS	28
6. APLICAÇÕES DA PECTINA	32
6.1 APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	32
6.2 APLICAÇÕES NÃO ALIMENTÍCIAS DA PECTINA	33
7. APLICAÇÃO PARA O ENSINO MÉDIO - EXTRAÇÃO DE DNA E PECTINA DE FONTES ALTERNATIVAS	35
7.1 MATERIAIS	35
7.2 PROCEDIMENTO	36
7.3 DIFERENCIANDO PECTINA DE DNA	36
8. MATERIAIS E MÉTODOS	37
8.1 MATERIAIS	37
8.1.1 Araçá – amarelo (<i>Psidium cattleianum</i> Sabine)	37
8.1.2 Materiais e equipamentos	37
8.1.3 Reagentes	38
8.2 MÉTODOS	38
8.2.1 Preparo da amostra	38
8.2.2 Extração e determinação do teor de pectina na forma de pectato de cálcio na polpa de araçá amarelo.	38
9. RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
10. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, há uma flora diversificada e abundante de espécies frutíferas nativas, cujos frutos podem ser consumidos. Dentre estas se destacam as espécies de araçá (FETTER et al 2010). Seus frutos podem ser consumidos *in natura* e também servem para preparo de diversos tipos de doces, sucos e licores (GOMES, GOMES, CUNHA, 2010). Apresenta importância ambiental, já que pode ser utilizada em reflorestamento para recuperação de áreas degradadas (ANDRADE, 2012).

O araçazeiro tem se destacado em estudos pelas excelentes características de seus frutos que podem apresentar entre quatro a sete vezes mais vitamina C que as frutas cítricas (WILLE, 2004 *apud* FETTER et al 2010) e também apresenta pectina, um grupo de polissacarídeos valiosos (HAMINIUK, 2005).

A pectina é usada amplamente como agente geleificante e para aumento de viscosidade, pode ser hidrocolóide de escolha em doces e geléias, preparações de frutas para iogurtes, bebidas e sucos de frutas concentrados, sobremesas de frutas, produtos lácteos geleificados, produtos de panificação, produtos lácteos acidificados diretamente ou fermentado. Dentre outras propriedades estão à prevenção de flotação em preparados de frutas, a estabilidade de produtos de panificação, estabilização proteica, maciez, controle de sinerese melhoria da textura e aumento do volume (CPKELCO, 2002 *apud* HAMINIUK, 2005). A pectina de baixo teor de metoxilas e amidada tem encontrado efetivo emprego, por atuarem como substituto de açúcar, devido à expansão do mercado de produtos *diet* e *light* (COELHO, 2008).

Essas características descritas acima em conjunto com a produção rápida e sua resistência às doenças tornam o araçazeiro uma nova e promissora opção de cultivo, especialmente para os pequenos produtores rurais (MANICA, 2000 *apud* FETTER et al 2010).

Este trabalho teve como objetivo realizar a extração e a determinação de pectina na forma de pectato de cálcio na polpa de araçá amarelo (*Psidium cattleianum* Sabine) pelo método gravimétrico.

2. ARAÇÁ (*Psidium cattleianum*)

O araçá, *Psidium cattleianum* é nativo do Brasil, pertence ao gênero *Psidium* e à família *Myrtaceae*. Pode ser encontrado desde o estado do Rio Grande do Sul, passando por Minas Gerais e chegando a região norte (FETTER et al 2010). Em tempos remotos foi levado para o Sul da China, provavelmente pelos portugueses e a partir daí levado para a Europa, onde por algum tempo foi considerado nativo da China e por isso chamado de goiaba chinesa (RASEIRA, RASEIRA, 1996). Na época de 1920 também foi plantado na Índia, era encontrado esporadicamente no Havaí, México e América Central nos estados da Flórida e Califórnia nos Estados Unidos, mas no Brasil era onde se encontrava extensivamente (POPENOE, 1920 apud RASEIRA, RASEIRA, 1996). A figura 1 ilustra os frutos do araçá.



Figura 1 - *Psidium cattleianum* Sabine (In: Embrapa Clima Temperado, 2012).

Na Região Nordeste do Brasil foram descritas a ocorrência de cerca de nove espécies de araçá, *Psidium incanescens* Mart., *P. rubenscens* Berg., *P. warmingianum* Kiaersk, *P. hians* Mart., *P. oligospermum* D.C., *P. apiculatum* Mattos, *P. Cattleianum* Sabine, *P. araçá* Raddi e *Psidium* SP., distribuídos desde a mata úmida até às caatingas (SANTOS et al 2014). Na Região Centro Oeste há ocorrência da espécie *Psidium guineense* nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Tocantins e também no Distrito Federal. Esta espécie é originária

da América do Sul e apresenta uma ampla área de distribuição que vai do Sul do México até o Norte da Argentina (BEZERRA et al apud FRANZON, 2009).

Na Região Sul do país encontra-se várias espécies nativas, entre elas *P. cattleyanum sabine*, *P. incanescens* Martins, *P. grandifolium* Martins, *P. arborium* Vell e *P. humile* Vell. Outras espécies são encontradas mais ao norte, principalmente em São Paulo e Minas Gerais (RASEIRA, RASEIRA, 1996). No Sul do país as espécies de *Psidium Cattleyanum Sabine* são popularmente chamadas de araçazeiro comum ou araçá de coroa, o *Psidium lucidum* var. *pauciflora* Cambess conhecido como araçá de pedra, *P. lucidum* Spring, *P. pubifolium* Burr., *P. australe* Cambess são todos conhecidas como araçazeiro do campo e *P. incanum* Berg., o araçá cinzento (FRANZON, 2009).

Na Região Norte, destaca - se o *P. acutangulum* D.C, uma espécie nativa da região amazônica, popularmente conhecida como araçá pêra, goiaba do Pará, araçá pitanga, araçandive e araçanduba (FRANZON, 2009), há ainda ocorrência de *P. guajava* L, *P. guianense* SW., *P. ovatifolium* Berg., *P. megalianum* Camb., *P. mutans* O. Berg., *P. myrsinites* D.C., *P. myrsinoides* O. Berg. e *P. pohlianum* O. Berg. (ARAGÃO et al 2008 apud FRANZON, 2009).

No Brasil, apenas duas cultivares de *P. cattleyanum* são conhecidas: a "Yacy", que produz frutos de película amarela, com massa de 15 a 20 g, de sabor doce, baixa acidez e produção total de 4 kg de frutos por planta por ano em até três colheitas (dezembro a fevereiro/março a abril/maio); e a "Irapuã", que possui frutos de película roxo-avermelhada e sabor mais ácido e leve adstringência, sendo mais adequada à confecção de doce em pasta. Apresenta produção 14 kg de frutos por planta por ano na idade adulta e frutos com tamanho de médio a grande (RASEIRA et al 2000; RASEIRA et al 2001 apud SOUZA, 2014).

Ocorre em florestas latifoliadas semi decíduas, matas ciliares, matas de altitude e também nas restingas do Sul do Brasil (BRANDÃO et al., 2002 apud AFFONSO, 2011). As espécies de *Psidium* são produtoras de frutos comestíveis, com variações regionais no que se refere ao nome popular, são conhecidas como araçás. O nome araçá vem do tupi *ara'sa*, ou do guarani *ara* (céu) e *aza* (olho), que significa fruta com olhos ou olhos do céu (FRANZON, 2009).

De uma maneira geral, os araçazeiros estão distribuídos em quase todos os estados do Brasil, existindo relatos de espécies que ocorrem do Rio Grande do Sul até a Amazônia. Essas plantas ocorrem em diferentes ecossistemas, sendo *Psidium guineense* nas restingas, cerrados e capoeiras, o *Psidium cattleyanum* em florestas latifoliada semi decídua, matas ciliares, matas de altitude e também restingas do Sul (BRANDÃO et al., 2002 *apud* VIEIRA et al., 2006).

Com relação aos centros de diversidades de fruteiras do Brasil, no centro de diversidade Sul-Sudeste, que se estende do nordeste do Rio Grande do Sul, centro de Santa Catarina, Paraná e São Paulo até o sul de Minas Gerais, encontra se predominantemente as *myrtaceae*, dentre estas o gênero *Psidium* e 18 espécies nativas, incluindo *Psidium cattleyanum*, de fruto amarelo, *Psidium myrtoides* de fruto vermelho (figura 1) e *Psidium australis*, de porte anão (VIEIRA et al., 2006). No setor do centro da mata atlântica, que vai do cabo de São Tomé, no Rio de Janeiro, a Tramandaí no Rio Grande do Sul, onde predomina a espécie *Psidium cattleyanum*, assim como no centro nordeste/caatinga e o setor do centro da Mata Atlântica, que vai do Rio Real ao sul de Vitória no Espírito Santo (zona da mata e áreas de transição) onde predominam a espécie *Psidium guineense* (GIACOMETTI, 1993 *apud* VIEIRA et al., 2006).

Os frutos das espécies *P. guineense* swartz e *P. cattleyanum* sabine tem potencial para exploração comercial no Brasil, sendo esta última originária da Região Sul (BIAZATTI, 2013). Além da possibilidade para consumo *in natura* estas espécies podem ser exploradas pela agroindústria para sucos e para o uso na fabricação de sorvetes, geleias, doces, licores e outros produtos, que têm sido produzidos em pequenas unidades de base familiar, como principal forma de aproveitamento do araçá nativo. Também, algumas espécies nativas vêm chamando a atenção da indústria farmacêutica, pois os frutos são ricos em vitaminas e em substâncias antioxidantes, entre outros, como óleos essenciais que podem ser extraídos das folhas e de outras partes das plantas (ALMEIDA, 2011). Alguns estudos vêm testando o uso de *Psidium* nativos para o processamento como o suco de araçá-vermelho (*P. cattleyanum*), que apresenta valor nutricional considerável devido ao baixo teor de açúcar e elevado teor de compostos fenólicos, vitaminas e sais

minerais, superiores ao da maçã, além da preservação de 45% de teor de vitamina C (FRANZON, 2009). Alguns desses dados são apresentados nas tabelas 1 e 2.

Energia (Kcal)	Proteínas (g)	Lipídeos (g)	Carboidratos (g)	Fibra (g)	Cálcio (mg)	Fósforo (mg)
62	1,5	0,6	14,3	5,2	48	33
Ferro (mg)	Retinol (mg)	Vit. B1 (mg)	Vit. B2 (mg)	Niacina (mg)	Vit. C (mg)	
6,3	48	0,06	0,04	1,3	326	

Tabela 1 – Análise nutricional em 100g de araçá (In: Alimentos Regionais Brasileiros, 2015).

Prot. (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (%)	P (%)	Fe (%)
3,75	0,18	0,08	0,0018	0,11	0,0016
Na (%)	K (%)	Cu (%)	Zn (%)	S (%)	B (%)
0,0545	1,3	0,0006	0,0015	0,06	0,0011

Tabela 2 – Composição do teor proteico e mineral de frutos maduros de araçá (*Psidium cattleianum*), em base seca (In: CORADIN, SIMINSKI, REIS, 2011).

Os resultados de estudos recentes suportam a hipótese de que as frutas conhecidas como araçá amarelo e araçá vermelho apresentam compostos bioativos que poderiam reduzir o risco de ocorrência de doenças e, portanto, seu extrato e seus princípios ativos são interessantes para o desenvolvimento de novos alimentos funcionais e ou compostos farmacêuticos (RAMIREZ et al 2009). A tabela 3 apresenta os resultados de polifenóis e flavonóides nestes frutos.

Espécies	Polifenóis totais (mg/100g)	Flavonóides totais (mg/100g)
Araçá-amarelo	1342,5 ± 3,64	87,50 ± 0,05
Araçá-vermelho	2926,5 ± 1,57	106,25 ± 0,06

**Tabela 3 – Concentração de polifenóis em frutas liofilizadas
(In: RAMIREZ et al 2009).**

2.1 ARAÇÁ AMARELO (*Psidium cattleianum* Sabine)

A família *Myrtaceae*, possui cerca de 3.500 espécies agrupadas em mais de 100 gêneros, com ampla dispersão nas regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre, sendo bem representada na região tropical da América e Austrália (BARROSO et al., 1984 *apud* AFFONSO, 2011).

No Brasil o araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) (figura 2), popularmente conhecido como araçá, araçá do mato, é encontrado desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul (SANCHOTENE, 1989 *apud* LIMA et al., 2008). Os frutos são do tipo baga, casca com coloração amarela, vermelha ou roxa, com polpa de cor esbranquiçada com muitas sementes (MATTOS, 1989; MIELKE et al., 1989 *apud* LIMA, 2008). Devido à coloração dos frutos, sugere-se que a espécie pode ser dividida em dois morfotipos denominados em araçá amarelo e araçá vermelho, espécies arbóreas cuja altura varia de 3,0 a 6,0 metros de altura, com tronco liso e descamante (LORENZI, 1992).



Figura 2 - *Psidium cattleianum* Sabine (IN: Árvores de São Paulo, 2010).

A caracterização físico-química dos frutos de *Psidium cattleianum* mostra que eles apresentam 79,60% de umidade e 0,35% de cinzas (tabela 4). Os teores de açúcares totais e redutores são elevados durante o desenvolvimento dos frutos, apresentando pequenas variações durante a sua maturação (SANTOS et al 2007).

Parâmetros Avaliados	Médias
pH	3,29
Sólidos solúveis totais (°Brix)	10,10
Acidez titulável (mg % de ácido cítrico)	0,30
Umidade (g%)	79,60
Açúcar total (g%)	7,79
Açúcar redutor (g%)	7,18
Glucose (g%)	2,40
Frutose (g%)	4,78
Proteínas (g%)	0,61
Lipídios (g%)	0,24
Fibras (g%)	4,53
Cinzas (g%)	0,35
Vitamina C (mg/100g de ácido ascórbico)	27,84
Compostos fenólicos (mg/L de catequina)	1700,00

Tabela 4 –Caracterização físico – química dos frutos de *Psidium cattleianum* Sabine (IN: SANTOS et al 2007).

A tabela 5 mostra as características entre cada morfotipo de *Psidium*:

CARACTERES	MORFOTIPO AMARELO	MORFOTIPO VERMELHO
Frutos (Raseira & Raseira, 1996).	Epicarpo de cor amarela . Número de sementes maior que no morfotipo vermelho.	Epicarpo de cor vermelha . Número de sementes menor que no morfotipo amarelo.
Folhas (Raseira & Raseira, 1996; Sousa, 2000; Varella, 2001)	Predominantemente elípticas , geralmente de tamanho menor que as do morfotipo vermelho, conferida pela menor largura das folhas.	Predominantemente obovadas , geralmente maiores que as dos indivíduos de frutos amarelos.
Hábito/porte	Arbusto (1 a 3 m) , com tronco com perfilhos de diâmetros menores que o morfotipo vermelho; ou pequena árvore , até em torno de 5 m de altura , quando junto à vegetação de maior porte.	Árvore com altura até em torno de 10 m de altura e diâmetros maiores que o morfotipo de frutos amarelos.
Região de ocorrência	PLANÍCIE LITORÃNEA E ENCOSTA ATLÂNTICA Áreas de Formações Pioneiras (Caxetais) Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (0 a 20 m s.n.m) Floresta Ombrófila Densa Submontana (altitudes entre 20 e 600 m s.n.m)	PLANALTOS Floresta Ombrófila Mista Aluvial (nas planícies fluviais) Floresta Ombrófila Mista Montana (em torno de 800 a 1.000 m s.n.m.)
Clima	Af (Koeppen): com temperatura média anual de 21°C; média anual das temperaturas mínimas entre 16°C e 17°C e média anual das temperaturas máximas entre 25°C e 26°C; sem ocorrência de geadas ; precipitação anual de 2000 mm , com chuvas bem distribuídas durante o ano; umidade relativa do ar média anual de 85% (Corrêa <i>et al.</i> , 1994).	Cfb (Koeppen): com temperatura média anual de 19°C; média anual das temperaturas mínimas de 13°C e média anual das temperaturas máximas de 23°C, com ocorrência de até 10 dias com geadas por ano ; precipitação anual de 1400 mm ; umidade relativa do ar média anual de 80% (Corrêa <i>et al.</i> , 1994).
Anatomia do lenho (Sousa, 2000)	Lenho com cristais prismáticos de oxalato de cálcio em grande quantidade .	Lenho com cristais prismáticos de oxalato de cálcio em pequena quantidade .
Constituintes químicos de folhas Varella, 2001)	Ausência de glicosídeos cardiotônicos. Quantidade de flavonóides inferior (0,19%).	Presença de glicosídeos cardiotônicos. Quantidade de flavonóides superior (0,39%).
Morfologia do embrião (Kuniyoshi & Hatschbach, neste volume)	Eixo hipocotilar linear. Cotilédones mais alongados que no morfotipo vermelho.	Eixo hipocotilar obcônico curvo.
Ataque de insetos	Mais intenso , em folhas; maior frequência de galhas em frutos.	Menos intenso , em folhas.

Tabela 5- Características Inerentes a cada Morfotipo de *Psidium* (In:SMITH et al., 2005).

3. ÁCIDO ASCÓRBICO - VITAMINA C

A vitamina C é encontrada em concentrações variáveis em todas as plantas superiores. Fontes extremamente ricas dessa vitamina são vegetais verdes frescos e frutas cítricas (tabela 6) (BOBBIO, BOBBIO, 2003). O ácido L-ascórbico é o principal composto, com 100% de atividade de vitamina C, porém pouco estável (KOBLITZ, 2013).

Quimicamente, a vitamina C é a lactona do ácido derivado de um monossacarídeo, e na realidade essa vitamina pertence à classe dos carboidratos. A sua estrutura (figura 3) foi elucidada em 1932 e 1933, por Haworth, Hirst e colaboradores, tem a fórmula empírica $C_6H_8O_6$.

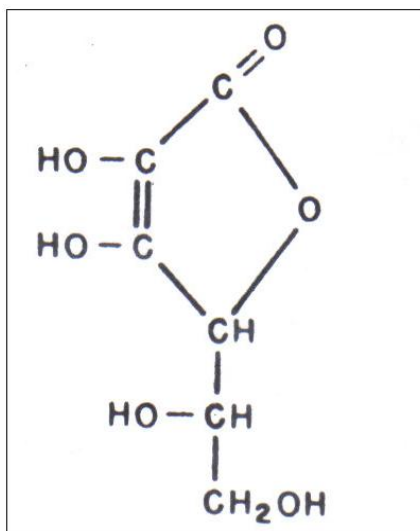


Figura 3 – Estrutura da vitamina C (In: BOBBIO,BOBBIO, 2003).

É um sólido branco, cristalino com PF 190 -192 °C; é bastante solúvel em água e etanol absoluto, insolúvel nos solventes orgânicos comuns, como clorofórmio, benzeno e éter. No estado sólido é relativamente estável. No entanto quando em solução, é facilmente oxidado, em reação de equilíbrio, ao ácido L-desidroascórbico. Essa facilidade de oxidação da vitamina C é devido ao grupo fortemente redutor, denominado redutona (um enediol em alfa a um grupo carbonila), o ácido L-desidroascórbico que tem a mesma atividade biológica da vitamina C, mas é

destruído muito mais facilmente devido à facilidade de abertura, em processo irreversível, do anel lactônico com a formação dos ácido 2,3 dicetogulônico com destruição da vitamina C. A abertura do anel é favorecida em condições alcalinas; o ácido desidroascórbico é mais estável a pH entre 2,5 e 5,5 (BOBBIO, BOBBIO, 2003).

A principal causa da degradação da vitamina C é a oxidação, aeróbica ou anaeróbica, ambas levando a formação de furaldeídos, compostos que polimerizam facilmente, com a formação de pigmentos escuros. É também rapidamente destruída pela ação da luz, embora de modo geral, a estabilidade da vitamina C aumenta com o abaixamento da temperatura e as maiores perdas ocorrem durante o aquecimento de alimentos. Existem casos de perda durante o congelamento, ou armazenamento de alimentos às baixas temperaturas. Também há perdas de vitamina C na lixiviação de alimentos, sendo a perda ainda maior quando a lixiviação é feita por aquecimento (BOBBIO, BOBBIO, 2003).

A biossíntese do ácido ascórbico nos vegetais é um processo não completamente entendido, atualmente tem sido proposto que a biossíntese do ácido ascórbico em plantas tem como precursores a D- manose e a L-galactose (KOBLITZ, 2013).

A vitamina C teve notoriedade ao longo do tempo devido à descoberta do seu potencial antioxidante, devido à sua capacidade de doar elétrons às enzimas humanas. Participa da hidroxilação do colágeno, da biossíntese da carnitina e da biossíntese de hormônios e aminoácidos, além da síntese e modulação de alguns componentes hormonais do sistema nervoso como a hidroxilação de dopamina e noradrenalina (VANNUCCHI, ROCHA, 2012). A oxidação reversível, que devido à perda de dois elétrons (Figura 4), leva ao ácido L-deidroascórbico, é a propriedade química mais importante e a base da atividade fisiológica da vitamina C. A atividade antioxidante da vitamina C envolve doação de um elétron e a formação do radical livre ascorbato (ROSA et al 2007).

A vitamina C ainda pode aumentar a biodisponibilidade do ferro, já que mantém na forma reduzida (ferroso, Fe^{2+}), estimulando a absorção (VANNUCCHI, ROCHA, 2012).

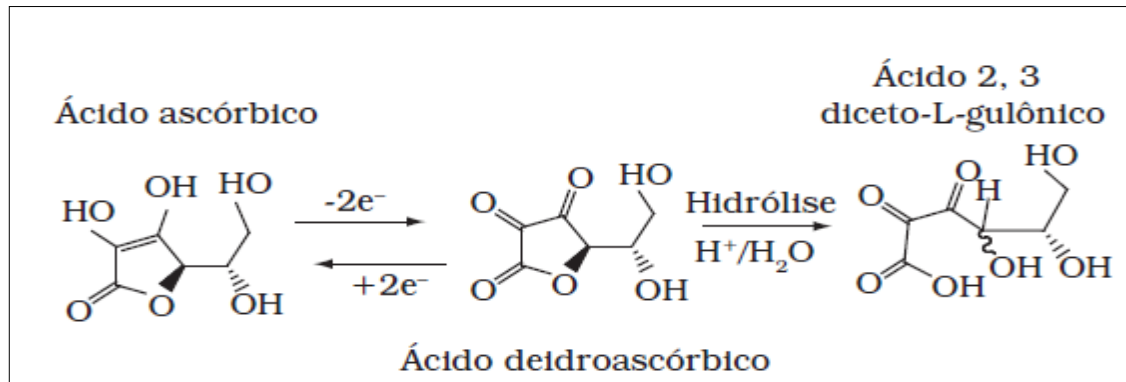


Figura 4 - Reação de oxidação do ácido ascórbico a ácido deidroascórbico e de hidrólise deste último ao ácido 2,3 diceto-L-gulônico (In:ROSA et al 2007).

Em processamento de alimentos a vitamina C é utilizado na prevenção do escurecimento de frutas e vegetais, inibição da oxidação em cervejas, vinhos, leite e derivados, na estabilização da coloração em carnes e fixação da cor em carnes curadas, na melhora das características reológicas da massa de farinha, e melhora da força e do volume da massa. (ARAÚJO, 2001).

4. CARBOIDRATOS

Os carboidratos são compostos que de um modo geral apresentam a fórmula empírica $(CH_2O)_n$, são poliidroxicóois, ou poliidroxicetonas, ou substância hidrolisadas que liberam estes compostos, comuns na alimentação humana. Os carboidratos de sabor doce, como frutose, sacarose e glicose são chamados de açúcares (MARZZOCO, TORRES, 1999).

Os carboidratos são classificados como monossacarídios, oligossacarídios e polissacarídios; os carboidratos mais simples são os monossacarídios (figura 5), não podem ser hidrolisados a açúcares de menor peso molecular. Na natureza são encontrados tanto na forma livre ou parte de moléculas de oligossacarídios ou polissacarídios. Entre as cetoses, a única amplamente distribuída na natureza é a frutose e a cetoheptose em maior quantidade é a D-glucose que além de encontrada em forma livre é o único carboidrato constituinte dos polissacarídios amido, celulose e glicogênio e dos quais pode ser facilmente obtida (BOBBIO, BOBBIO, 2003).

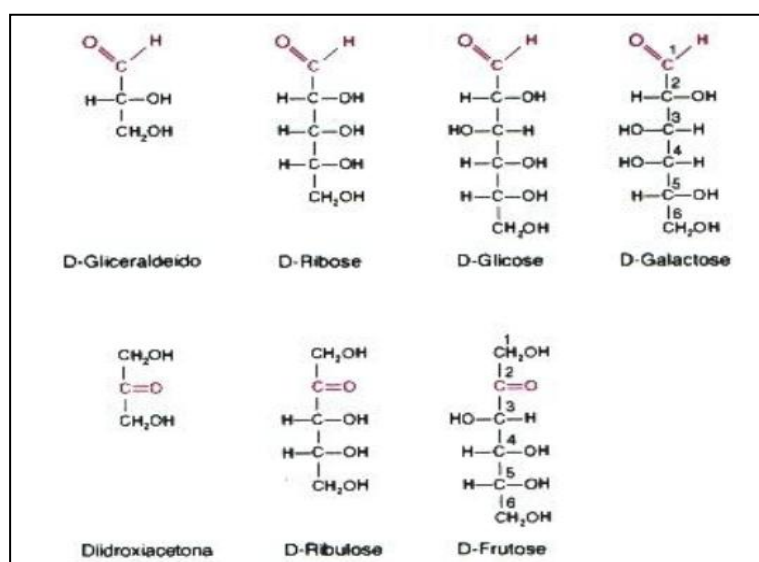


Figura 5 – Estrutura de alguns monossacarídios (In:MARZZOCO, TORRES,1999).

Os oligossacarídeos são formados de resíduos de monossacarídeos unidos por ligações hemiacetálicas, também chamadas de ligações glicosídicas (figura 6), de duas até dez unidades, tem importância na formação de polissacarídeos (BOBBIO, BOBBIO, 2003).

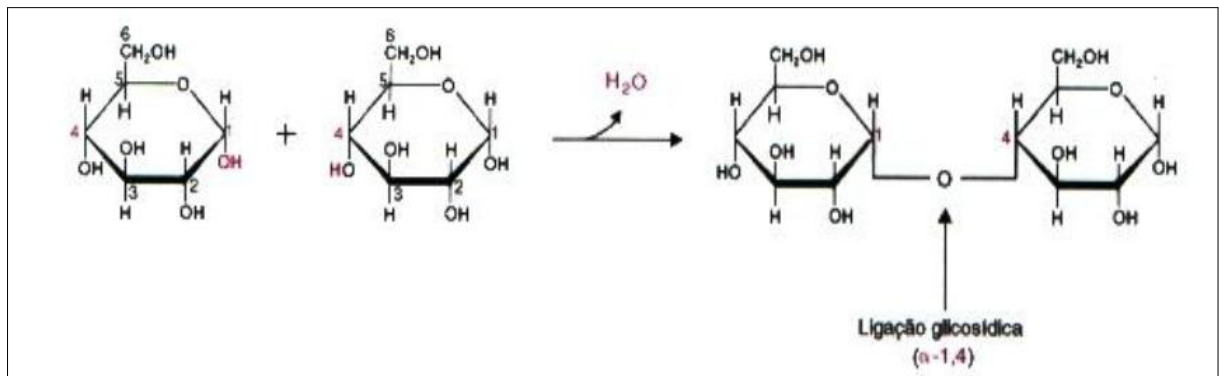


Figura 6 – Formação de uma ligação glicosídica designada α -1,4
(In: MARZZOCO, TORRES, 1999).

Os polissacarídeos são macromoléculas naturais, formadas pela condensação de monossacarídeos ou seus derivados, unidos entre si por ligações glicosídicas e possuem alto peso molecular. Os polissacarídeos de menor peso molecular são na grande maioria solúvel em água, a solubilidade diminui com o aumento do peso molecular e com a maior ou menor facilidade de ligação intermolecular, os mais solúveis são encontrados nas paredes celulares, sendo classificados como polissacarídeos estruturais (BOBBIO, BOBBIO, 2003).

Na natureza estes polímeros têm as seguintes funções: fazem parte da estrutura das paredes celulares de plantas superiores ou algas marinhas (celulose, hemicelulose, pectina) ou de animais (quitina, mucopolissacarídeos), são reservas metabólicas de plantas (amido, dextrana, frutanas) e de animais (glicogênio) e agem como substâncias protetoras de plantas (BOBBIO, BOBBIO, 2003).

Em alimentos os polissacarídeos têm função de agente espessante ou geleificante e estabilizante de emulsão (BOBBIO, BOBBIO, 2003).

5. PECTINA

A palavra pectina é derivada do grego *pectos* que significa gelatinizado ou solidificado (FANI, 2012). Embora a palavra seja de etimologia antiga, trata-se de um produto relativamente recente, cuja história começa cerca de duzentos anos. A descoberta da pectina, enquanto composto químico, foi feita por Nicolas Louis Vauquelin em 1790 e, o químico e farmacêutico francês Henri Braconnot, no ano de 1824, foi o primeiro a caracterizá-la como composto das frutas responsável pela formação de gel e sugerir o nome pectina (CANTERI et al 2012).

A substância formadora de gel foi chamada de ácido péctico. A primeira produção comercial de um extrato de pectina líquida foi efetuada em 1908, na Alemanha; o processo espalhou-se rapidamente para os Estados Unidos onde, em 1913, foi registrada uma patente (US Pat. 1.082,682, 1913). Isso foi seguido por um rápido crescimento da indústria de pectina na América do Norte e, pouco depois, na Europa. Em 1924, a pectina foi considerada um polímero de ácido galacturônico. Em 1930, K. H. Meyer e H. Mark descobriram a formação das cadeias laterais na molécula de pectina e, em 1937, Schneider e Bock estabeleceram a fórmula básica (CANTERI et al 2012).

As pectinas fazem parte de um grupo de substâncias que estão intimamente relacionadas às denominadas de substâncias pécticas, as quais também incluem o ácido péctico, ácido pectínico e protopectina, apresentando-se como um polissacarídeo complexo de alto peso molecular (CAMPBELL, PENFIELD, GRISWOLD, 1979).

A pectina é um polissacarídeo com cerca de 150 a 500 unidades de ácido galacturônico, parcialmente esterificados com grupos metoxilícos, unidos por ligações glicosídicas α -1,4 em uma longa cadeia molecular (figura 7). Alguns açúcares neutros como galactose, glicose, raminose, arabinose e xilose, também podem estar presentes, normalmente entre 5 a 10% do peso do ácido galacturônico, inseridos na cadeia principal, ligados como cadeias laterais, ou apresentando-se

como contaminantes isolados. Dependendo de sua origem, em algumas pectinas, alguns grupos hidroxílicos podem estar acetilados nas posições dois e três, o que pode interferir em sua capacidade de formar géis (COELHO, 2008).

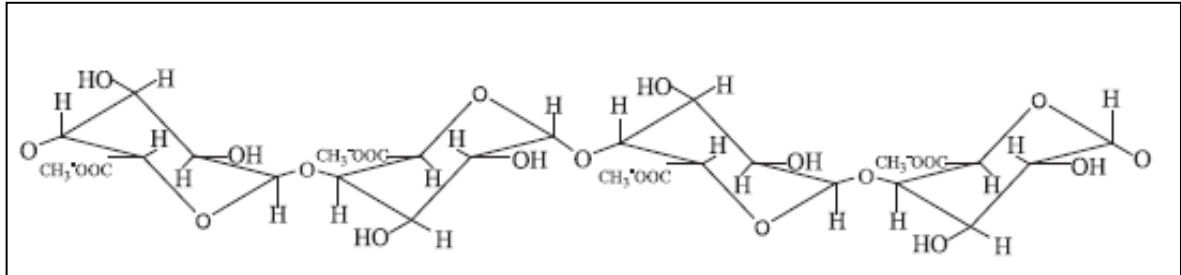


Figura 7- Estrutura Primária de uma Molécula de Pectina (In: PASTORI, 2007).

O ácido péctico constitui-se no componente mais simples das substâncias pécticas, sendo composto de unidades de ácido galacturônico combinados por ligações α -glicosídicas. Ácidos pectínicos possuem estruturas similares aos ácidos pécticos, diferenciando-se por apresentar algumas unidades de ácidos galacturônicos esterificados. A combinação da pectina com a celulose e hemicelulose, as quais também se apresentam como componente do material estrutural das paredes celulares dos vegetais, através de ligações covalentes, origina a protopectina. A protopectina é insolúvel em água, e tem a importância de conferir rigidez ao tecido vegetal. Pode ser facilmente atacada por ácidos diluídos, liberando a pectina. A pectina localiza-se nos espaços intercelulares e lamelas centrais dos tecidos vegetais (figura 8) (COELHO, 2008).

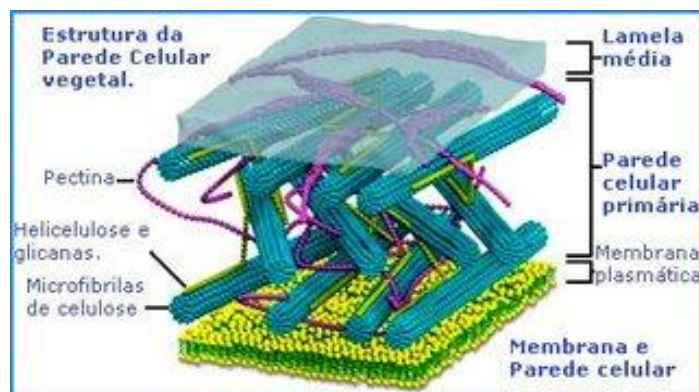


Figura 8 – Estrutura da Parede Celular Vegetal (In: SOBIOLOGIA, 2012).

5.1 CARACTERÍSTICAS DAS PECTINAS

O termo substâncias pécticas é empregado de modo geral abrangendo substâncias com propriedades diferentes e difíceis de serem separadas uma das outras. Em 1994 a SAQ (Sociedade Americana de Química) a fim de padronizar a nomenclatura e facilitar o entendimento das substâncias pécticas adotou a “Nomenclatura Revisada de Substâncias Pécticas” que até hoje é adotada como padrão (tabela 6) (HAMINIUK, 2005).

Classificação	Descrição
Substâncias pécticas	É um grupo complexo de derivados de carboidratos de forma coloidal que são extraídos de plantas e contêm elevada proporção de unidades de ácido galacturônico, que estão em forma de cadeia. Os grupos carboxílicos dos ácidos poligalacturônicos podem estar parcialmente esterificados por uma ou mais bases.
Protopectina	São substâncias insolúveis em água que originam as substâncias pécticas, sendo encontradas nas plantas e que por hidrólise produzem pectina e ácidos pectínicos.
Ácidos Pectínicos	São substâncias coloidais constituídas por ácidos poligalacturônicos com uma proporção muita pequena de grupos metoxílicos, e dependendo do grau de metoxilação podem formar géis com sacarose em meio ácido, ou, se com baixo teor de grupos metoxil, em presença de cátions bivalentes.
Pectinatos	São sais de ácidos pectínicos.
Pectina (s)	São ácidos pectínicos solúveis em água com grau de esterificação e de neutralização variável que podem geleificar com açúcar e ácido sob condições adequadas.

Tabela 6 - Classificação para as substâncias pécticas (In: HAMINIUK, 2005).

A proporção entre o número de grupos ácidos esterificados em relação ao número total dos grupos ácidos define o grau de esterificação (DE) ou grau de metoxilação (DM) de uma pectina. As pectinas podem ser de alto ou baixo teor de metoxilação.

Dentre as de baixo teor de metoxilação, têm-se também as amidadas (figura 9), que contêm o grupo amida. As de alta metoxilação são aquelas que apresentam um DM maior que 50%, geleificando à concentrações de 60-80% de sólidos solúveis e pH de 2,8-3,8. As de baixa metoxilação são aquelas que apresentam DM inferiores a 50% podendo formar gel em concentrações de sólidos solúveis de 10 a 70% e pH de 2,8 a 6,0, porém, somente em presença de íons polivalentes, como cálcio, magnésio, entre outros (TORREZAN, 1998).

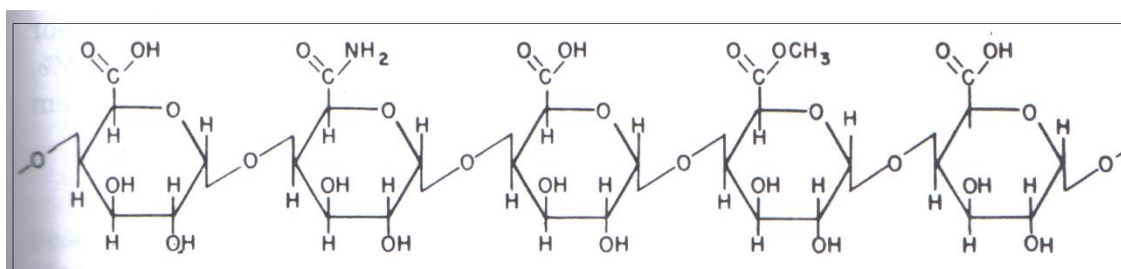


Figura 9 – Pectina Amidada (In: BOBBIO, BOBBIO, 2003).

A graduação de uma pectina é a medida do seu poder de geleificação; geralmente expressa em unidades convencionais denominadas graus “sag”. Os graus “sag” de uma pectina são o número de gramas de sacarose necessários para geleificar um grama de pectina, resultando em um gel de determinados graus Brix, consistência e pH. Por exemplo, uma pectina muito comum no mercado é a 150 sag, isto é, um grama desta pectina geleifica 150 gramas de sacarose, formando um gel de 65 Brix finais em pH=3,0 e uma determinada consistência (TORREZAN, 1998).

A temperatura na qual começa a se formar o gel, durante o processo de resfriamento depende diretamente do grau de esterificação da pectina. Conforme a temperatura e a velocidade de geleificação, a pectina de alto teor de metoxilação classifica-se comercialmente em três grupos, a saber: pectina de geleificação lenta: grau de esterificação 60-65%; temperatura de formação do gel 45-60°C; pectina de geleificação média: grau de esterificação 66-70%, temperatura de formação do gel 55-75°C e pectina de geleificação rápida: grau de esterificação 70-76%, temperatura de formação do gel 75-85°C (TORREZAN, 1998). A cada um destes tipos de pectina

corresponde um intervalo ótimo de pH para sua melhor atuação, que oscila geralmente entre 2,8 e 4,2 (TORREZAN, 1998).

As pectinas de alta metoxilação têm diferentes aplicações. As de geleificação rápida são utilizadas em produtos que incluem pedaços de fruta ou tiras de casca. As de geleificação lenta são aplicadas em geléias normais e naquelas envasadas em grandes recipientes, obtendo-se géis homogêneos, evitando-se geleificações prematuras, que dificultam o enchimento das embalagens (TORREZAN, 1998).

As pectinas de baixa metoxilação são bastante utilizadas em produtos dietéticos por não requererem açúcares, necessitam a adição de íons Ca^{2+} para formarem gel (TORREZAN, 1998).

O mecanismo de geleificação das pectinas BTM envolve a reação de 40-50% dos ácidos galacturônicos, na forma de ácidos carboxílicos livres, com íons cálcio. Excesso de íons cálcio pode induzir a formação com respectiva precipitação de pectato de cálcio. A figura 10 apresenta as ligações intermoleculares entre as cadeias de pectina BTM e o íon cálcio.

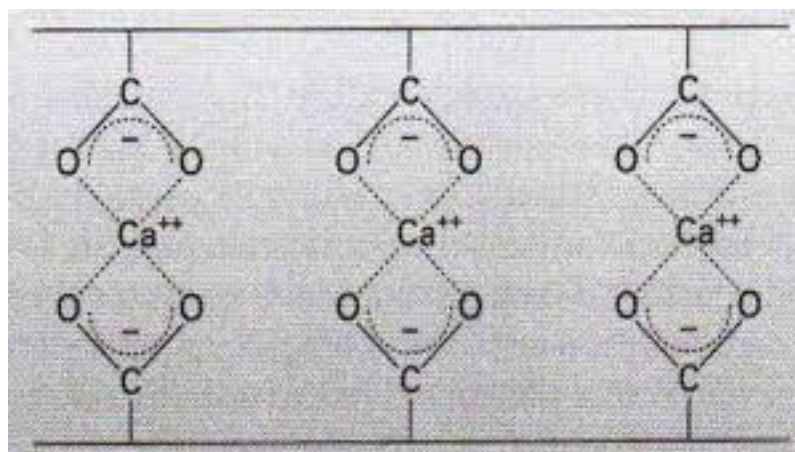


Figura 10- Representação das ligações intermoleculares entre as cadeias de pectina BTM e o íon cálcio (Fonte: RIBEIRO, 2007. In COELHO, 2008).

A pectina constitui-se em um colóide por excelência, e em função de seu caráter hidrofílico, devido à presença de grupos polares, apresenta a propriedade de envolver grande quantidade de água, produzindo uma solução viscosa. Em função dessa capacidade, a pectina é amplamente utilizada no preparo de geleias, doces

de frutas, produtos de confeitaria, sucos de frutas e em outros ramos da indústria de alimentos. As pectinas também são utilizadas em alimentos, como espessantes, texturizantes, emulsificantes ou estabilizantes (BOWERS, 1992 apud STOCK, 2013). O produto é obtido por extração aquosa da mistura de partes apropriadas do material vegetal, normalmente frutas cítricas e maçã. Comercialmente, as pectinas estão disponíveis em pó ou em forma de concentrados (TORREZAN, 1998).

6. APLICAÇÕES DA PECTINA

6.1 APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

No setor industrial, os polissacarídeos pécticos promovem aumento de viscosidade e funcionam como colóide estabilizante e protetor em alimentos e bebidas, com aplicação em doces e geleias, preparações de frutas para iogurtes, bebidas e sucos de frutas concentrados, sobremesas de frutas e leite, produtos lácteos gelificados, produtos de confeitaria e produtos lácteos acidificados diretamente ou fermentados. Dentre outras propriedades estão à prevenção de flotação em preparados de frutas, a estabilidade de produtos de panificação, a estabilização proteica, a maciez a partir da melhoria da textura, o aumento do volume e o controle da sinérese (CANTERI et al 2012).

As pectinas são responsáveis, em grande parte, pelas propriedades atraentes das geleias de frutas: geleia lisa, sinérese mínima, superfície brilhante, boa untabilidade, distribuição homogênea das frutas e o gosto típico e naturalmente frutado. Geleias e compotas são preparadas à base de frutas ou de suco de frutas, de açúcar, de ácidos alimentícios e de pectinas. Para produtos com teor de açúcar de mais de 60% e pH de cerca de 3,0, as pectinas com alta esterificação (ATM) são as mais adequadas, na dosagem de 0,2% a 0,4%, oferecendo condições ótimas de geleificação. Em contrapartida, nos produtos com teor reduzido de açúcar, a melhor opção é utilizar pectinas do tipo BTM. As propriedades de textura e realçador do gosto natural das frutas fazem das pectinas, desde muito tempo, o ingrediente indissociável das geleias e compotas. Cerca de 80% da produção mundial de pectinas ATM é usada na fabricação de geleias e compotas (FANI, 2012).

O uso das pectinas faz com que produção industrial de bolos, tortas de frutas, massas com leveduras ou biscoitos ocorram sem problemas. Os recheios, quase que sempre fornecidos em lotes industriais, devem ter para o processo uma consistência elástica, pastosa, de fácil bombeamento e dosagem. Os produtos

guardam, assim, na saída do forno, todo seu atrativo e gosto típico de frutas. O nappage, chamado de cobertura, protege as frutas do ressecamento e confere aos produtos sua superfície brilhante. A textura dessas coberturas deve atender a exigências particularmente rígidas e é controlada com precisão graças ao uso de pectinas amidadas, padronizadas sob medida para esse tipo de aplicação (FANI, 2012).

São as pectinas que dão a textura elástica e estética aos doces e confeitados. Fortalecem naturalmente o aroma da fruta e propicia uma quebra lisa e brilhante. As aplicações das pectinas nesse setor são praticamente ilimitadas: pastas de frutas, molhos para sobremesas, recheios tenros e cremosos para bombons de chocolates e açúcar cozido, pastas para revestimentos, etc (FANI, 2012).

Nos iogurtes de frutas a pectina confere uma distribuição homogênea das frutas e uma bela superfície lisa. Nos iogurtes com frutas e geleias no fundo do pote é a pectina que assegura a estabilização necessária e, conseqüentemente, a separação entre frutas e iogurte. Nos iogurtes de beber, as pectinas ATM protegem, em pH pouco elevado, as proteínas contra sua desnaturação na ocasião do tratamento térmico, impedindo assim qualquer precipitação ou floculação (FANI, 2012).

Como carboidratos pobres em calorias e, devido a sua propriedade de estabilizar a polpa (ou turbidez) e a viscosidade, as pectinas são particularmente indicadas no preparo de bebidas refrescantes não alcoolizadas. Nessas, o teor de açúcares é total ou parcialmente substituído por diferentes edulcorantes ou associações dos mesmos e a perda de corpo inevitável é compensada pela pectina (FANI, 2012).

O comportamento reológico de molhos finos, catchups, dips, chutneys e outros podem ser perfeitamente controlados pela adição da pectina adequada (FANI, 2012).

6.2 APLICAÇÕES NÃO ALIMENTÍCIAS DA PECTINA

A pectina também tem aplicações na indústria farmacêutica. Ela interfere favoravelmente no nível de colesterol sanguíneo, atua como uma substância

naturalmente profilática contra envenenamento com cátions tóxicos estabiliza a pressão sanguínea, auxilia em problemas gastrointestinais, entre outras funções. Além disso, tem se mostrado efetiva na remoção de chumbo e mercúrio do trato gastrointestinal e órgãos respiratórios (THAKUR; SINGH; HANDA, 1997; VORAGEN et al., 1995 apud RODRIGUES, 2009).

Como uso não alimentício, a pectina serve à produção de uma variedade de produtos especiais, incluindo filmes biodegradáveis e comestíveis, adesivos, substitutos de papel, espumas e plastificantes, agentes de superfície para produtos médicos, materiais para implantes biomédicos e sistemas de liberação de fármacos (MOHNEN, 2008 apud CANTERI, 2010).

7. APLICAÇÃO PARA O ENSINO MÉDIO - EXTRAÇÃO DE DNA E PECTINA DE FONTES ALTERNATIVAS

As aulas experimentais associadas ao ensino de química é um assunto abordado com frequência no curso de licenciatura em química, devido às dificuldades estruturais e de materiais existentes na maioria das escolas. A realização de experimentos deve ser com materiais de fácil acesso e que possam ser preparados na própria sala de aula. A associação entre conteúdo teórico e prática contribui para a formação de cidadãos críticos (SANTOS, SCHNETZLER, 1996) além de promover a interdisciplinaridade.

A interdisciplinaridade é uma forma de desenvolver um conteúdo de uma disciplina relacionando com outras áreas, o que possibilita no processo ensino – aprendizado, a formação de cidadãos preparados para o mundo globalizado (CARLOS, 2007).

O experimento proposto a seguir abre este leque de possibilidades, desde a escolha da fonte de extração de DNA e pectina, e o posterior estudo de cada um, suas aplicações, importância econômica, ambiental e a praticidade de sua execução além de ser uma experiência reveladora e que desperta a curiosidade dos alunos (RODRIGUES et al., 2008). Os conteúdos teóricos que podem ser abordados e relacionados com o experimento proposto são: composição nutricional dos alimentos, gorduras, carboidratos, proteínas, vitaminas e sais minerais.

7.1 MATERIAIS

- Uma fonte vegetal de DNA e pectina (exemplo: tomate, goiaba e etc.)
- Faca ou tesoura
- Banho Maria (pode ser substituído por uma caixa de isopor com água fervente)
- Bacia
- Gelo

- Filme plástico
- Termômetro
- Algodão
- Álcool de limpeza gelado (92%)
- Dois copos de vidro
- Uma colher de chá de sal de cozinha
- Uma colher de sopa de detergente líquido neutro
- Um funil de plástico (ou garrafa PET cortada ao meio com furos na tampa)

7.2 PROCEDIMENTO

- Coloque água até $\frac{3}{4}$ do copo e acrescente o sal de cozinha e o detergente neutro e misture vagarosamente com uma colher (solução de lise);
- Pique o material vegetal em pequenos pedaços e misture com a solução de lise vagarosamente com a colher e cubra com o filme plástico;
- Coloque o copo em banho Maria por 20 min. ou por mais tempo no caso da caixa de isopor com água fervente;
- Retire o copo do banho Maria e filtre o material com o auxílio do funil com algodão e recolha o filtrado no outro copo;
- Coloque o copo com o material filtrado em um banho de gelo por 5 minutos;
- Retire o copo do gelo e adicione álcool gelado escorrendo vagarosamente pela parede do copo, o volume deve ser igual ao do filtrado;
- O DNA será observado como uma nuvem esbranquiçada no fundo da fase alcoólica. A pectina ficará no topo da fase alcoólica.

7.3 DIFERENCIANDO PECTINA DE DNA

A pectina apresentará consistência de geleia se retirada com auxílio de um palito de dente. O DNA forma filamentos muito finos semelhantes a fios de algodão.

8. MATERIAIS E MÉTODOS

8.1 MATERIAIS

8.1.1 Araçá – amarelo (*Psidium cattleyanum* Sabine)

O araçá utilizado foi o araçá amarelo (*Psidium cattleyanum* Sabine) de população natural colhido no distrito do Frutal do Campo, município de Cândido Mota.

8.1.2 Materiais e equipamentos

- Balança analítica
- Chapa aquecedora
- Cápsula de alumínio
- Dessecador (com sílica)
- Estufa
- Papel de filtro Whatmann n. 1
- Algodão
- Vidrarias comuns de laboratório
- Faca
- Liquidificador
- Peneira simples

8.1.3 Reagentes

- Solução de Ácido Acético 1 Molar
- Solução de Hidróxido de Sódio 1 Molar
- Solução de Cloreto de Cálcio 1 Molar
- Solução de Nitrato de Prata 1%

8.2 MÉTODOS

8.2.1 Preparo da amostra

Foram colhidos 26 frutos entre os dias 24 de agosto e 06 de setembro de 2015 no Distrito de Frutal do Campo, município de Cândido Mota, estado de São Paulo. Para a higienização dos frutos foi preparada uma solução com uma colher de sopa hipoclorito de sódio para um litro de água e os frutos ficaram imersos por 15 minutos e posteriormente foram retirados lavados em água corrente, secos com papel absorvente e cada fruto foi envolvido em filme plástico e armazenado em sacos plásticos no freezer.

No dia da realização da análise do fruto, estes foram retirados do *freezer* e descongelaram por cerca de 1 hora em temperatura ambiente, em seguida foram descartados os frutos que aparentemente estavam deteriorados e com imperfeições. Foram separados 20 frutos, a casca e as sementes foram removidas com auxílio de uma faca; a polpa foi homogeneizada em liquidificador e posteriormente peneirada e reservada em um béquer para o início da análise.

8.2.2 Extração e determinação do teor de pectina na forma de pectato de cálcio na polpa de araçá amarelo.

O método utilizado na extração e quantificação de pectina foi proposto por CARVALHO; FERNANDES e PIRES (2006) com modificações.

Em um béquer de 600 mL, foi pesado 50 g de polpa de Araçá e acrescentou-se 400 mL de água deionizada. Ferveu-se lentamente durante 1 hora, recolocando a água perdida por evaporação. Deixou-se esfriar o conteúdo do béquer, agitou-se bem e filtrou-se para um erlenmeyer de 500 mL usando algodão. Após verteu-se em um balão volumétrico de 500 mL e completou-se o volume. Em seguida, pipetou-se uma alíquota de 100 mL e transferiu-se para um béquer de 600 mL, adicionou-se 300 mL de água deionizada e 10 mL de hidróxido de sódio 1 molar, agitando-se continuamente e então se deixou em repouso durante a noite.

No dia seguinte adicionou-se 50 mL da solução de ácido acético 1 molar sob agitação, aguardou-se 5 minutos e adicionou-se sob agitação 50 mL da solução de cloreto de cálcio 1 molar e levou-se à fervura por 1 minuto. Posteriormente, deixou-se em repouso por 1 hora e filtrou-se em papel filtro Whatmann nº 1 lavando-se o precipitado com água deionizada quente, quase em fervura até remover todo o cloreto livre. A presença de cloreto foi testada utilizando a solução de nitrato de prata 1%. O resíduo do filtro foi transferido para a cápsula de alumínio previamente tarada e evaporado até securo; após a securo foi transferido para a estufa à 40° C e permaneceu durante a noite.

No terceiro dia a cápsula de alumínio foi retirada da estufa e transferida para o dessecador até resfriamento e posteriormente a cápsula de alumínio foi pesada e o resultado anotado.

Cálculo:

O teor de pectina foi calculado pela fórmula:

$$\text{gramas de pectato de cálcio \%} = \frac{\text{g de pectato de cálcio} \times 100}{\text{peso da amostra}}$$

A figura 11 mostra o fluxograma da realização da análise:

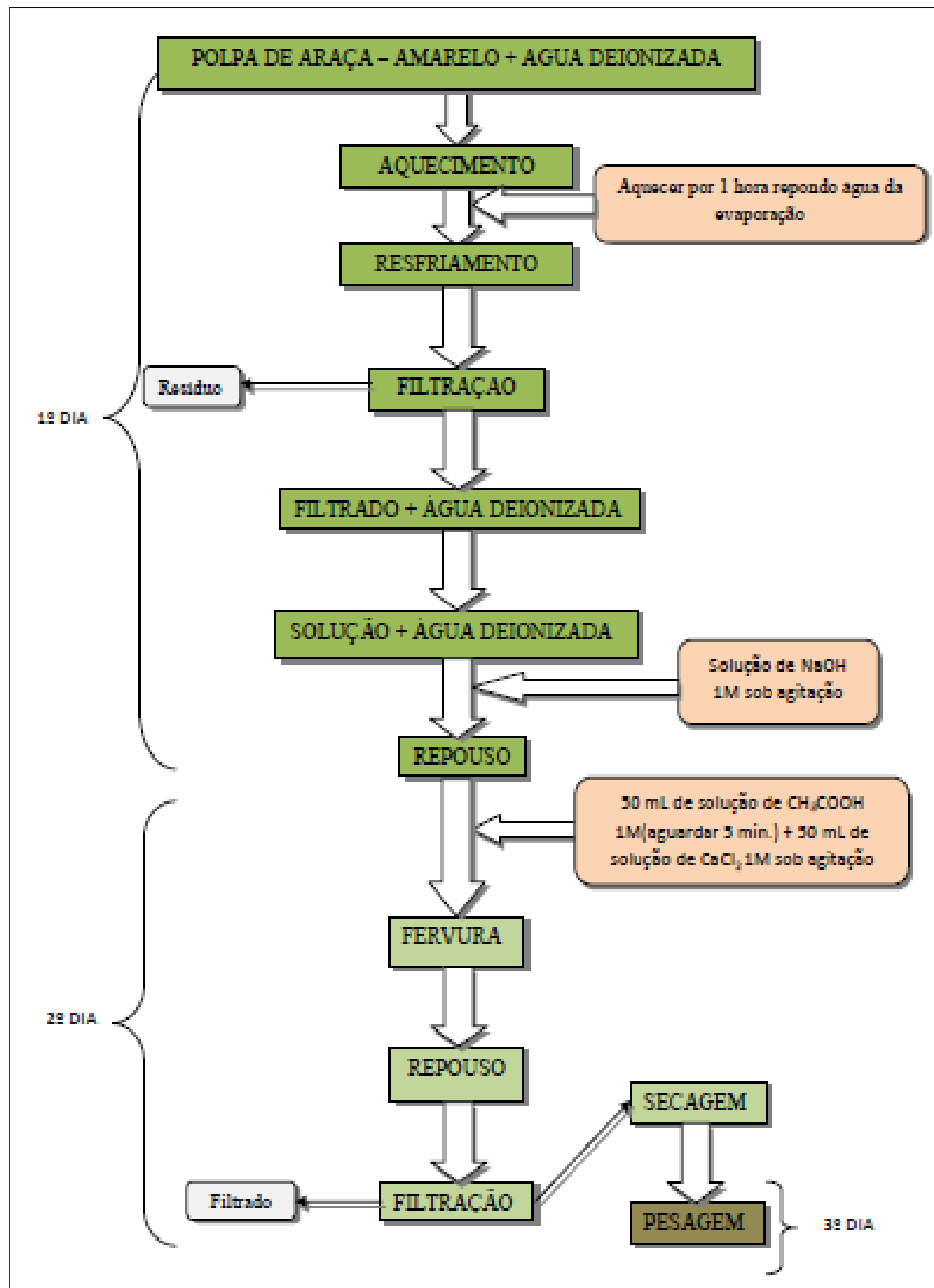


Figura 11 - Fluxograma do processo de extração de pectina da polpa do araçá amarelo.

9. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As figuras 12 à 19 a seguir apresentam as etapas do procedimento utilizado para a extração da pectina dos frutos de araçá amarelo.



Figura 12 – Separação dos frutos de araçá amarelo para a retirada da polpa.



Figura 13 – Polpa extraída dos frutos de araçá amarelo

Segundo (CALLIARI, 2004) a pectina é solúvel em água e outros solventes, sendo sua solubilidade em água quente em torno de 2 a 3%, a figura 14 mostra a pectina diluída.



Figura 14 - Pectina solúvel diluída.

Segundo (COELHO, 2008) um meio alcalino proporciona uma rápida desmetoxilação, a degradação se inicia pela ruptura da ligação glicosídica β (C_4) ao grupo carboxílico do éster (responsável pela recepção dos elétrons), através de um mecanismo de β – eliminação e o ácido é adicionado para o controle do pH.



Figura 15 - Solução contendo hidróxido de sódio após o repouso.



Figura 16- Solução após a adição de ácido acético.



Figura 17 - Solução após a adição de cloreto de cálcio.

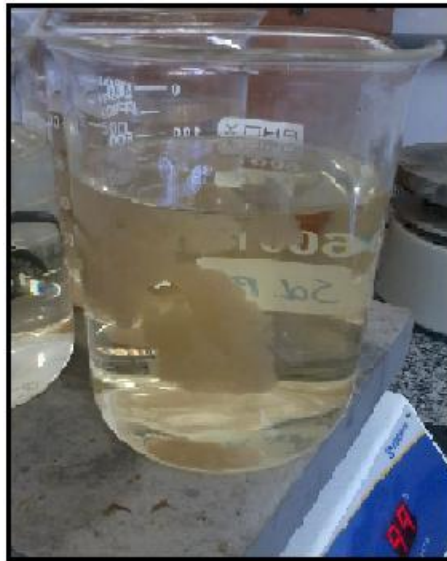


Figura 18 – Precipitação da pectina em forma de pectato de cálcio enquanto aquecida.



Figura 19 - Solução durante o resfriamento.

Para o cálculo da quantidade em gramas de pectato de cálcio faz-se a diferença do peso final, que é o peso da cápsula de alumínio e do pectato de cálcio presente menos o peso inicial, que consiste no peso da cápsula de alumínio. Segue o cálculo da quantidade de pectato de cálcio:

gramas de pectato de cálcio % = $\frac{\text{g de pectato de cálcio} \times 100}{(\text{peso da amostra})}$

gramas de pectato de cálcio = peso final – peso inicial

gramas de pectato de cálcio = 14,9264g – 14,6065

gramas de pectato de cálcio = 0,3199g

gramas de pectato de cálcio % = $\frac{\text{g de pectato de cálcio} \times 100}{(\text{peso da amostra})}$

gramas de pectato de cálcio % = $\frac{0,3199 \times 100}{(50)} = 0,64\%$

A quantidade de pectina na forma de pectato de cálcio encontrado neste trabalho 0,64% foi bem próxima do valor encontrado por DAMIANI (2009) em seu trabalho que foi 0,72% de pectina na polpa de araçá (*Psidium guineenses* SW).

Outro resultado do teor de pectina em araçá é apresentado no trabalho de RODRIGUES (2009), cujo método foi baseado em (SHELUKHINA, FEDICHKINA, 1994). O teor encontrado foi de 4,61% de pectina.

O método de análise mostrou que é possível extrair pectina do araçá amarelo. Considerando que a extração é um processo físico-químico que acontece sob influências de diversos fatores como temperatura, pH e tempo, sugere-se maior investigação por meio modificações dessas variáveis, uma quantidade maior de amostras e também avaliação de outros métodos analíticos que possibilitem o aumento do rendimento de pectina a partir do araçá amarelo.

Mesmo com o resultado inferior em relação aos apresentados na literatura, como as pectinas apresentam variações em sua funcionalidade, é importante seu estudo, como uma possibilidade de nova fonte de extração de pectina.

10. CONCLUSÃO

O método utilizado neste estudo mostrou que é possível extrair e determinar pectina na forma de pectato de cálcio na polpa de araçá amarelo, por extração aquosa e determinação gravimétrica, e o resultado obtido foi de 0,64% de pectato de cálcio.

O resultado obtido indica a necessidade de estudos posteriores para identificação das condições ideais de extração e melhoria do rendimento.

REFERÊNCIAS

AFFONSO, Luana Borges. **Propagação Assexuada de Araçazeiro**. Pelotas, 2012, 53p..Dissertação (mestrado) Programa de Pós Graduação em Agronomia – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

ALMEIDA, Vanessa de Oliveira. **Estudos Em Mirtáceas Em Quatro Municípios Do Recôncavo Da Bahia**. Cruz das Almas, 2011, 90p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Cruz das Almas, BA, 2011.

ANDRADE , Dayanne Regina Mendes; HELM, Cristiane Vieira; MAZZA, Carlos Alberto; MAZZA, Maria Cristina Medeiros. Avaliação da Composição química do Araçá em duas Localidades do Sul Do Brasil. In :CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22, 2012. Bento Golçalves, Brasil. **Resumos**. Bento Gonçalves: SBF, 2012.

Árvores de São Paulo, Goiabeiras e Araçás Frutificando na Cidade São Paulo, 2010. Disponível em:
<<https://arvoresdesaopaulo.wordpress.com/2010/02/20/goiabeiras-e-aracas-frutificando-na-cidade-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 04 abril. 2015.

BIAZATTI, Marlon Altoé. **Potencial De Enraizamento, Vigor, Enxertia Interespecífica E Resistência A *Meloidogyne Enterolobii* Em Genótipos De Araçazeiros**. Campos dos Goytacazes, 2013, 67p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campo dos Goytacazes, RJ, 2013.

BOBBIO, Florinda Orsatti; BOBBIO, Paulo A.. **Introdução À Química De Alimentos**, 3º ed. São Paulo: livraria Varela, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Alimentos regionais brasileiros**. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília, DF - Ministério da Saúde, 484p. 2015.

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.

CAMPBELL, A. M.; PENFIELD, M. P.; GRISWOLD, R. M. **The Experimental Study of Food**. 2nd Edition. Boston: Houghton Mifflin Company, 513p, 1979.

CAMPOS, Ricardo de Souza. **Extração Aquosa de Pectina a partir de Bagaço de Laranja**, 2012. 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Fundação Educacional Do Município de Assis - FEMA / Instituição Municipal de Ensino de Assis – IMESA – Assis, 2012.

CANTERI, Maria Helena Giovanetti. **Caracterização comparativa entre pectinas extraídas do pericarpo de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)**. 2010. 162 p. Tese (Doutorado) – Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

CANTERI, Maria H. G; WOSIACKI, Gilvan; MORENO, Lirian; SCHEER, Agnes de P. Pectina: Da Matéria Prima ao Produto Final. **Revista Polímeros**, vol.22, n.2, 2012, p.149- 157.

CARLOS, Jairo Gonçalves. **Interdisciplinaridade no Ensino Médio: desafios e potencialidades**. 2007. 161p. Dissertação (mestrado) – Instituto de Física e Química- Universidade De Brasília, Distrito Federal, 2007.

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 Eletrônica de Veterinária – REDVET**, v. 7, n. 1, janeiro, 2006. p. 10-11.

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

CORADIN, Lidio; SIMINSKI, Alexandre; REIS, Ademir. **Especies Nativas Da Flora Brasileira De Valor Economico Atual Ou Potencial: Plantas Para O Futuro – Região Sul**, 2. ed. Brasília, DF - Ministério do Meio Ambiente – MMA, 934p., 2011.

DAMIANI, Clarissa. **Caracterização e agregação de valor aos frutos do cerrado: Araçá (*Psidium guineensis* SW.) e Marolo (*Annona crassiflora* Mart.)**, 2009. 171 p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Lavras – UFLA - Lavras, 2009.

FANI, Márcia. Pectina Ação e Utilização nos Alimentos. **Revista Aditivos e Ingredientes**, n.86, março de 2012, p. 36 -41.

FETTER, Mariana da Rosa; VIZZOTTO, Márcia; CORBELINI, Diandra Dutra; GONZALES, Tatiane Nogueira. Propriedades Funcionais do Araçá – Amarelo, Araçá - Vermelho (*Psidium Cattleyanum Sabine*) e Araçá – Pera (*P. Acutangulum D.C*) Cultivados em Pelotas/RS. **Brazilian Journal Of Food Tecnology**, n.15, novembro, 2010,p. 92 -95.

FRANZON, R. C.. Espécies de araçás nativos merecem maior atenção da pesquisa. Planaltina, DF. **Embrapa**. Cerrados, 2009. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/133/>>. Acesso em: 03 abril. 2015.

GOMES, Gustavo Grizel; GOMES, João Carlos Costa; CUNHA, Leonardo Fonseca da. Produtividade do Araçá Amarelo (*Psidium Cattleyanum L.*) em Sistema de Produção Ecológico aos Seis Anos de Implantação. In: Encontro De Iniciação Científica E Pós-Graduação Da Embrapa Clima Temperado, n.3, 2010. Pelotas. Brasil. **Resumos**. Pelotas, EMBRAPA, 2010.

HAMINIUK, Charles Windson. **Comportamento Reológico e Fracionamento Péctico nas Polpas de Araçá (*Psidium Cattleyanum Sabine*) e Amora - Preta (*Rubus Spp*)**, 2005. 83p. Dissertação (mestrado) Em tecnologia de Alimentos no Programa de Pós- Graduação em Tecnologia de Alimentos , Setor de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: IMESP, 3. ed., 1985. p. 59- 61.

LANZETTA, Paulo Multimídia: Banco de Imagens, 2012. Embrapa Clima Temperado. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/clima-temperado/busca-de-imagens/-/midia/640002/araca>>. Acesso em: 16 nov.2015.

LIMA, Júlia Araújo; SANTANA, Denis Gracia; OLIVEIRA, Michele Camargo; ANASTÁCIO, Maristela rosário. **Menções Honrosas**, 1.ed.Planaltina, DF: Embrapa cerrados, 2009.

MALAJOVICH, Maria Antonia. Biotecnologia: ensino e divulgação. **Guia de Atividades**. Disponível em: <[HTTP://www.bteduc.bio.br/guias70_extração_de_dna_de_diversos_fontes_pdf](http://www.bteduc.bio.br/guias70_extração_de_dna_de_diversos_fontes_pdf)>. Acesso em: 02 abril. 2015.

MARZZOCO, Anita; TORRES, Bayardo Baptista. **Bioquímica Básica**. 2º Ed. Rio de Janeiro RJ, Editora Guanabara Koogan, 1999.

MUNHOZ, Cláudia Leite, SANJINEZ-ARGANDONA, Eliana Janet, SOARES-JUNIOR, Manoel Soares. **Extração de pectina de goiaba desidratada**. Campinas, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612010000100018&script=sci_arttext>. Acesso em: 21 set. 2015.

Parede celular vegetal, 2012. Disponível em: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Morfofisiologia_vegetal/morfov_pp>. Acesso em: 03 abril. 2015.

PEREIRA, Patrícia Aparecida Pimenta. **Elaboração de geleia utilizando resíduo de processamento de goiaba (*Psidium guajava* L.)**, 2009, 107p. Dissertação(mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2009.

RAMIREZ, Maria Rosana; HENRIQUES, Amélia Teresinha; RASEIRA Maria Do Carmo Bassols; ZUANAZZI, Jose Ângelo. Estudo Fitoquímico das Frutas de *Psidium cattleianum* Sabine e *Eugenia pyriformis* Cambess. In: 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2009. Fortaleza. Brasil. **Resumos**. Fortaleza, SBQ, 2009.

RASEIRA, Maria do Carmo Bassols; RASEIRA, Ailton. **Contribuição Ao Estudo Do Araçazeiro, *Psidium Cattleianum***. 1º ed. Pelotas, RS: EMBRAPA - CPACT, 1996.

RODRIGUES, Cristiane Del Nero; ALMEIDA, Ana Carolina de; FURLAN, Claudia Maria; TANIGUSHI, Daniel Gouveia; SANTOS, Débora Yara A.C. Dos; CHOW, Fungyi; MOTTA, BARBOSA, Lucimar. **DNA vegetal na sala de aula**. Departamento de Botânica – IBUSP – São Paulo. Disponível em <[HTTP://www.botanicaonline.com.br/geral/arquivos/bmaterial6.pdf](http://www.botanicaonline.com.br/geral/arquivos/bmaterial6.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2015.

RODRIGUES, Luciana Amaro. **Contribuição Ao Estudo Bioquímico De Frutas Tropicais E Exóticas Produzidas No Brasil: Pectina, Açúcar E Proteína**,

2009.110p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, Araraquara - SP, 2009.

ROSA, Jeane Santos da; GODOY, Ronoel Luiz de Oliveira; NETO, João Oiano; CAMPOS, Rodrigo da Silveira; MATTA, Virginia Martins da; FREIRE, Cyntia Abreu; SILVA, Aline Soares da; SOUZA, Rafael Santos de. Desenvolvimento De Um Método De Análise De Vitamina C Em Alimentos Por Cromatografia Líquida De Alta Eficiência E Exclusão Iônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.4, p. 837-846 out.-dez. 2007.

SANTOS, Márcia Adriana Carvalho Dos; QUEIROZ, Manoel Abilio De; SANTOS, Aline Da Silva; SANTOS, Leonardo Carvalho Dos; CARNEIRO, Pedro Crescêncio Souza. Diversidade Genética Entre Acessos De Araçá De Diferentes Municípios Do Semiárido Baiano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, p. 48 – 57 abr. – jun., 2014.

SANTOS, Marli da Silva; PETKOWICZ, Carmen L. O.; NETTO, Aducto B. Pereira; WOSIACKI, Gilvan; NOGUEIRA, Alessandro; CARNEIRO, Eliana Beleski B.. Propriedades Reológicas De Doce Em Massa De Araçá Vermelho (*Psidium Cattleianum* Sabine). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 01, n. 02, p. 104 – 116, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz P. dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função Social: O Que Significa Ensino De Química Para Formar O Cidadão?. **Química Nova Na Escola**, n.4, novembro, 1996, p. 28.

SILVA, Gabriel Bedinotte. **Extração e Quantificação de pectina a partir da farinha da casca do maracujá**, 2013. 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituição Municipal de Ensino Superior de Assis. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2013.

SMITH, Cliffod W; DALMOLIN, Anamaria; MACEDO, José Henrique Pedrosa. **O Araçazeiro: Ecologia e Controle Biológico**. 1. ed. Curitiba: FUPEF do Paraná, 2007.

SOUZA, Aline das Graças de. **Caracterização Molecular, Citogenética E Seleção De Espécies De Myrtaceae Resistentes Nematóide Meloidogyne Enterolobii**, 2011, 118 p. Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração Produção Vegetal. Lavras: UFLA, 2011.

STOCK, Daniele. **Conversão de Pectina Cítrica a Ácido D-Galacturônico usando Pectinases Produzidas por Fermentação no Estado Sólido**. Curitiba, 2013, 106p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná –Setor de Ciências Exatas-Programa de Pós –Graduação em Química, Curitiba, 2013.

TORREZAN, Renata. Manual Para A Produção De Geleias De Frutas Em Escala Industrial. EMBRAPA – CTAA - Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos, (**EMBRAPA-CTAA. Documentos, 29**), Rio De Janeiro - RJ, 1998, 27 p.

VANNUCCHI, Helio; ROCHA, Marcele de Moraes. Funções Plenamente Reconhecidas De Nutrientes – Ácido Ascórbico (Vitamina C). **ILSI-International Life Sciences Institute Brasil** v.21, julho de 2012.

VIEIRA, Roberto Fontes; COSTA, Tânia Da Silva Agostini; SILVA, Dijalma Barbosa; FERREIRA, Francisco Ricardo; SANO Sueli Matiko. **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**, 1. ed..Brasília, DF:Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnológicos, 2006.