



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE QUÍMICA

CÂMPUS DE ARARAQUARA

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO BIOQUÍMICO
DE FRUTAS TROPICAIS E EXÓTICAS
PRODUZIDAS NO BRASIL:
PECTINA, AÇÚCAR E PROTEÍNA**

LUCIANA AMARO RODRIGUES

ARARAQUARA – SP
2009

LUCIANA AMARO RODRIGUES

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO BIOQUÍMICO
DE FRUTAS TROPICAIS E EXÓTICAS
PRODUZIDAS NO BRASIL:
PECTINA, AÇÚCAR E PROTEÍNA**

Dissertação apresentada ao Instituto de
Química, Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção
do título de Mestre em Biotecnologia

ORIENTADORA: Profa. Dra. Olga Maria Mascarenhas de Faria Oliveira

ARARAQUARA – SP
2009

FICHA CATALOGRÁFICA

R696c	Rodrigues, Luciana Amaro Contribuição ao estudo bioquímico de frutas tropicais e exóticas produzidas no Brasil : pectina, açúcar e proteína / Luciana Amaro Rodrigues. - Araraquara : [s.n], 2009 110 f. : il. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química Orientador: Olga Maria Mascarenhas de Faria Oliveira 1. Biotecnologia. 2. Frutas tropicais e exóticas. 3. Extração de pectina. 4. Planejamento experimental. I. Título.
-------	--

Elaboração: Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação do Instituto de Química de Araraquara
Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação

LUCIANA AMARO RODRIGUES

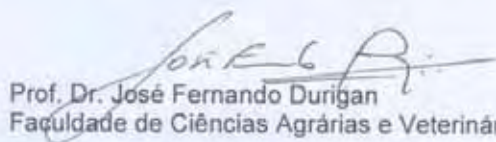
Dissertação apresentada ao Instituto de
Química, Universidade Estadual Paulista,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Biotecnologia.

Araraquara, 21 de agosto de 2009.

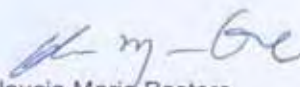
BANCA EXAMINADORA



Profª Drª Olga Maria Mascarenhas de Faria Oliveira (Orientadora)
Instituto de Química – UNESP, Araraquara



Prof. Dr. José Fernando Durigan
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal



Profª Drª Glaucia Maria Pastore
Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP, Campinas

INFORMAÇÕES CURRICULARES

LUCIANA AMARO RODRIGUES

DADOS PESSOAIS

Nascimento	22/03/1984
Nacionalidade	Brasileira
Naturalidade	Jundiaí
Estado Civil	Solteira
Filiação	Florisval Amaro Rodrigues Terezinha Maria Malagó Rodrigues
Profissão	Engenheira de Alimentos
RG	43.503.509-5
CPF	310.229.458-82
Endereço	Alameda Jandyrá Teixeira Lopes, 32 – Valinhos – SP

FORMAÇÃO ACADÊMICA

Engenharia de alimentos, curso concluído em 7 de dezembro de 2006, no Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Mestrado em Biotecnologia, em andamento, no Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Araraquara.

They may forget what you said

But they will never forget how you made them feel.

Aos meus pais Florisval e Terezinha

Pelo amor incondicional

Pela confiança e apoio

Por me ajudarem a crescer constantemente.

Aos meus irmãos Gustavo e Guilherme

Pela união nos momentos importantes.

Ao Rodrigo,

Por todo o amor, dedicação e paciência.

AGRADECIMENTOS

À Deus por tudo e sempre...

Aos meus familiares, pelos exemplos de amor, perseverança e retidão.

À professora Olga Maria Mascarenhas de Faria Oliveira, pela orientação e incentivo.

À Kátia Maria da Silva Cerqueira Leite, pela motivação e ensinamentos.

Ao professor Antônio Baldo Geraldo Martins, pela colaboração e fornecimento dos frutos.

Ao professor João Olimpio Tognolli, pela colaboração no planejamento dos experimentos.

Aos colegas do laboratório: Michelle, Vanessa, Natália, Omar, José Carlos, Ricardo, Marciano, pelo ambiente de trabalho favorável, facilitador de minha jornada.

Aos meus amigos, pessoas sem as quais meus projetos não seriam possíveis.

Ao técnico Waldenir Aparecido Nunes Menezes, pela amizade e colaboração.

À todos do Departamento de Biotecnologia que contribuíram com o meu trabalho.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

O presente trabalho teve como proposta a caracterização de pectina, proteínas e açúcares de frutas tropicais e exóticas produzidas no Brasil, além do desenvolvimento de método de extração de pectina e estudo de sua viabilidade como ingrediente. A pectina, os açúcares e as proteínas, são biomoléculas de grande relevância no processo de fabricação de alimentos como doces, geléias, polpas, sucos, sorvetes, entre outros. Os frutos podem sofrer a ação de enzimas durante seu amadurecimento e processamento e por isso, o conhecimento e controle dessas proteínas são de fundamental importância para garantir a estabilidade do produto final. Outro ponto de interesse é a quantificação e qualificação dos açúcares presentes, pois suas concentrações em conjunto com os ácidos orgânicos estabelecem a qualidade sensorial harmônica da fruta. O conhecimento dessas concentrações e proporções pode ser determinante na avaliação do padrão de qualidade de uma matéria-prima e no preparo de uma formulação. Assim determinou-se o teor de pectina das frutas *in natura*, que variou de 10,50% na polpa de mangostão até a ausência de pectina na de massala. Desenvolveu-se, através de planejamento experimental, uma técnica de extração de pectina, em pH 1,6 a 90°C por 50 minutos. Ela levou a um rendimento de 30% e teor de 9% pectina no extrato. Esta técnica foi testada para aquelas frutas que apresentaram bom potencial para extração e se mostrou bastante eficiente para canistel, cajá-manga, goiaba, polpa de abacate, azeitona-do-Ceilão, casca de manga, polpa de fruta-pão e casca de maracujá. Os géis obtidos apresentaram viscosidade variando de 1880cp a 562cp e na maioria dos casos superior à viscosidade dos géis obtidos pela técnica padrão. As frutas apresentaram concentração de açúcares totais variando de 7,69g.ml⁻¹, na bunchosia, a 0,13g.ml⁻¹, na casca de cacau. Já a concentração de açúcares redutores variou de 3,63g.ml⁻¹, na polpa de atemóia, a 0,18g.ml⁻¹, na polpa de abacate. Aquelas que apresentaram os maiores teores de açúcares redutores em relação ao de açúcares totais foram: casca de kiwano, casca de cacau, polpa de abricó-do-Pará, polpa de kiwano e ameixa-de-Madagascar. Realizou-se a extração e quantificação de proteínas, sendo a polpa de kiwano (7,12mg.mL⁻¹), o canistel (6,28mg.mL⁻¹), o falso-mangostão (5,22mg.mL⁻¹), a polpa de sapota-preta (4,68mg.mL⁻¹), o abiu (4,37mg.mL⁻¹), a polpa de maracujá (4,25mg.mL⁻¹), a polpa de atemóia (3,70mg.mL⁻¹), a polpa de abacate (2,96mg.mL⁻¹), o albedo de laranja

(2,29mg.mL⁻¹), a casca de manga (2,23mg.mL⁻¹), a casca de kiwano (2,20mg.mL⁻¹), o jambo-vermelho (1,99mg.mL⁻¹), a polpa de cupuaçu (1,94mg.mL⁻¹), a polpa de abricó-do-Pará (1,87mg.mL⁻¹), a goiaba (1,63mg.mL⁻¹) e a casca de maracujá (1,42mg.mL⁻¹), os materiais que apresentaram as maiores concentrações. Foram construídos os perfis de eluição das proteínas, através de cromatografia em coluna de gel, a fim de determinar a massa molecular das mesmas, que variou de 111Da, para a polpa de sapota-preta, a 84000Da, para a de kiwano. Os picos contendo proteína foram analisados quanto à atividade de pectinametilesterase e dentre as frutas estudadas somente não foi detectada atividade enzimática apenas na polpa de atemóia.

Palavras-chave: biotecnologia, frutas tropicais e exóticas, extração de pectina, planejamento experimental

Contribution for the biochemistry study of tropical and exotic fruits produced in Brazil: pectin, protein and sugar

This paper has proposed the characterization of pectin, protein and sugar of tropical and exotic fruits produced in Brazil, besides the development of methodology of extraction of pectin and the study of its viability as an ingredient. Pectin, sugars and proteins are biomolecules of great importance in the manufacture of foods such as jams, jellies, fruit pulps, juices, ice creams, among others. The fruits may suffer the action of enzymes during the ripening and processing so the study and control of these proteins is of main importance for the stability of the final product. Another point of interest is the quantification and qualification of the sugars, because their concentrations together with the organic acids provide the harmonic sensory quality of fruit. Knowledge of these concentrations and proportions may be decisive in assessing the quality of a raw material and the preparation of a formulation. Once, it was determined the content of pectin in the fruit *in natura*, which ranged from 10.50% for the pulp of mangosteen to the absence of pectin in the massala one. It was developed, using experimental design, a technique of extraction of pectin at pH 1.6 and 90°C for 50 minutes. It showed a yield of 30% and content of pectin in the extract of 9%. This technique was tested for those fruits that had good potential for extraction and was very efficient for egg fruit, ambarella, guava, avocado pulp, Ceylon olive, mango peel, bread fruit pulp and passion fruit peel. The gels had viscosity ranging from 1,880cp to 562cp and in most cases higher than the viscosity of the gels obtained by the standard technique. The fruits showed total sugars content varying from 7,69g.ml⁻¹, for bunchosia, to 0,13g.ml⁻¹, for cocoa hulls. On the other side, the content of reducing sugars varied from 3,63g.ml⁻¹, for atemoya pulp, for 0,18g.ml⁻¹, of avocado. Those who had higher reducing sugar content compared with the total sugar were kiwano peel, cocoa hulls, mammee pulp, kiwano pulp and governor's plum. The extraction and quantification of proteins were carried out, kiwano (7.12mg.mL⁻¹), egg fruit (6.28mg.mL⁻¹), false mangosteen (5.22mg.mL⁻¹), black sapote (4.68mg.mL⁻¹), abiu (4.37mg.mL⁻¹), passion fruit (4.25mg.mL⁻¹), atemoya (3.70mg.mL⁻¹), avocado (2.96mg.mL⁻¹) orange albedo (2.29mg.mL⁻¹), mango peel

(2.23mg.mL⁻¹), kiwano peel (2.20mg.mL⁻¹), malay apple (1.99mg.mL⁻¹), cupuaçu (1.94mg.mL⁻¹), ambarella (1.87mg.mL⁻¹), guava (1.63mg.mL⁻¹) and passion fruit peel (1.42mg.mL⁻¹), were the ones that had the highest concentrations. The elution profiles of protein were constructed, by gel chromatography, to determine the molecular weight of them, which varied from 111Da, for black sapote pulp, to 84,000Da, for kiwano pulp. Among the fruits studied, enzyme activity was only not detected in atemoya pulp sample.

Keywords: biotechnology, tropical and exotic fruit, pectin extraction, experimental design

ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

°C	graus Celsius
%	por cento
µg	micrograma
cm	centímetro
cp	centipoise
Da	Dalton
DNS	ácido 3,5-dinitrossalicílico
g	grama
g.mL ⁻¹	grama por mililitro
HCl	ácido clorídrico
HMP	high methyl pectin
h	hora
kcal	quilocaloria
kg	quilograma
LMP	low methyl pectin
m	metro
meq	miliequivalente
mg	miligrama
mg.mL ⁻¹	miligrama por mililitro
min	minuto
mL	mililitro
mm	milímetro
mM	milimolar
N	normal
NaOH	hidróxido de sódio
nm	nanômetro
pH	potencial hidrogeniônico
PME	pectinametilesterase
R\$	real
RG	ramnogalacturana
rpm	rotações por minuto

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura química da cadeia de pectina.....	43
Figura 2. A estrutura básica da pectina.....	44
Figura 3. Procedimento para extração de pectina.....	60
Figura 4. Procedimento para extração de proteína.....	66
Figura 5. Teor de pectina das frutas inicialmente selecionadas, amostra <i>in natura</i>	68
Figura 6. Teor de pectina dos extratos.....	70
Figura 7. Porcentagem de aumento do teor de pectina após a extração.....	71
Figura 8. Rendimento gravimétrico da extração de pectina empregando método padrão.....	71
Figura 9. Probabilidade normal dos efeitos padronizados (resposta rendimento)...	72
Figura 10. Diagrama de Pareto dos efeitos padronizados (resposta rendimento)....	73
Figura 11. Probabilidade normal dos efeitos padronizados (resposta teor de pectina).....	73
Figura 12. Diagrama de Pareto dos efeitos padronizados (resposta teor de pectina).....	74
Figura 13. Efeitos principais sobre o rendimento.....	74
Figura 14. Efeitos principais sobre o teor pectina.....	75
Figura 15. Influência da diluição e da temperatura sobre o rendimento da extração ilustrada por superfície de resposta (A) e por curva de nível (B).....	77
Figura 16. Influência da diluição e do pH sobre o rendimento da extração ilustrada por superfície de resposta (A) e por curva de nível (B).....	77
Figura 17. Influência do pH e da temperatura sobre o rendimento da extração ilustrada por superfície de resposta (A) e por curva de nível (B).....	77
Figura 18. Influência da diluição e da temperatura sobre o teor de pectina ilustrada por superfície de resposta (A) e por curva de nível (B).....	78
Figura 19. Influência da diluição e do pH sobre o teor de pectina ilustrada por superfície de resposta (A) e por curva de nível (B).....	78
Figura 20. Influência da temperatura e do pH sobre o teor de pectina ilustrada por superfície de resposta (A) e por curva de nível (B).....	78

Figura 21. Condição ótima para extração de pectina de casca de maracujá-azedo.	80
Figura 22. Teor de pectina nos extratos, modelo de extração desenvolvido e extração padrão.....	81
Figura 23. Rendimento da extração, modelo de extração desenvolvido e extração padrão.....	81
Figura 24. Grau de metoxilação das pectinas contidas nos extratos obtidos pelo método de extração padrão.....	83
Figura 25. Capacidade de formação de gel dos extratos, obtidos pelo método de extração desenvolvido e padrão.....	84
Figura 26. Concentração de açúcares totais e redutores em gramas por mL.....	85
Figura 27. Teor de proteína em mg.mL ⁻¹ de amostra.....	86
Figura 28. Curva analítica de massa molecular, padrões protéicos eluídos em coluna de cromatografia Sephadex G-100.....	87
Figura 29. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 da polpa de kiwano.....	87
Figura 30. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do canistel.....	88
Figura 31. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do falso-mangostão.....	88
Figura 32. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 da sapota-preta.....	89
Figura 33. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do abiu.....	89
Figura 34. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 da polpa de maracujá.....	90
Figura 35. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 da polpa de atemóia.....	90
Figura 36. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 da polpa de abacate.....	91
Figura 37. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do albedo de laranja.....	91
Figura 38. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 da casca de manga.....	92
Figura 39. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 da casca de kiwano.....	92
Figura 40. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do jambo-vermelho.....	93
Figura 41. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 da polpa de cupuaçu.....	93
Figura 42. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 da polpa de abricó-do-Pará.....	94
Figura 43. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 da goiaba.....	94
Figura 44. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 da casca de maracujá.....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal do abiu.....	8
Tabela 2. Composição centesimal do abricó-do-Pará.....	9
Tabela 3. Composição centesimal do araçá.....	11
Tabela 4. Composição centesimal da atemóia.....	13
Tabela 5. Composição centesimal do cacau.....	17
Tabela 6. Composição centesimal do cajá-manga e cajá-mirim.....	19
Tabela 7. Composição centesimal do canistel.....	20
Tabela 8. Composição centesimal da carissa.....	21
Tabela 9. Composição centesimal do cupuaçu.....	23
Tabela 10. Composição centesimal da fruta-pão.....	26
Tabela 11. Composição centesimal da goiaba.....	28
Tabela 12. Composição centesimal da graviola.....	30
Tabela 13. Composição centesimal do jambo-vermelho.....	32
Tabela 14. Composição centesimal da manga.....	35
Tabela 15. Composição centesimal da graviola.....	38
Tabela 16. Composição centesimal do maracujá-amarelo.....	40
Tabela 17. Composição centesimal da sapota-preta.....	42
Tabela 18. Relação das frutas selecionadas para estudo e identificação científica..	57
Tabela 19. Componentes estudados.....	57
Tabela 20. Condições iniciais da extração de pectina.....	61
Tabela 21. Fatores empregados na construção do planejamento fatorial fracionário e seus domínios de abrangência.....	62
Tabela 22. Matriz de planejamento fatorial fracionário.....	62
Tabela 23. Teor de pectina em frutas.....	69
Tabela 24. Fatores empregados na construção da superfície de resposta e seus domínios de abrangência.....	76
Tabela 25. Matriz da superfície de resposta.....	76

ÍNDICE

Resumo.....	I
Abstract.....	III
Abreviaturas, siglas e símbolos.....	V
Lista de figuras.....	VI
Lista de tabelas.....	VIII
1. Introdução.....	1
2. Revisão bibliográfica.....	4
2.1. Frutas tropicais e exóticas produzidas no Brasil.....	4
2.1.1. Abacate.....	4
2.1.2. Abiu.....	6
2.1.3. Abricó-do-Pará.....	8
2.1.4. Ameixa-de-Madagascar.....	9
2.1.5. Araçá.....	10
2.1.6. Atemóia.....	12
2.1.7. Azeitona-do-Ceilão.....	13
2.1.8. Bunchosia.....	14
2.1.9. Cacau.....	14
2.1.10. Cajá-manga e cajá-mirim.....	17
2.1.11. Canistel.....	19
2.1.12. Carissa.....	20
2.1.13. Cupuaçu.....	21
2.1.14. Falso-mangostão.....	24
2.1.15. Fruta-pão.....	25
2.1.16. Goiaba.....	26
2.1.17. Graviola.....	28
2.1.18. Jambo-vermelho.....	30
2.1.19. Jujuba.....	32
2.1.20. Kiwano.....	33
2.1.21. Manga.....	34
2.1.22. Mangostão.....	36

2.1.23. Maracujá.....	38
2.1.24. Massala.....	41
2.1.25. Sapota-preta.....	41
2.2. Pectina.....	42
2.2.1. Extração de pectina.....	47
2.3. Açúcares redutores e totais.....	50
2.4. Proteínas.....	52
3. Objetivos.....	55
4. Material e métodos.....	56
4.1. Material.....	56
4.1.1. Amostras.....	56
4.2. Métodos.....	58
4.2.1. Determinação do teor de pectina: frutas e extratos.....	58
4.2.2. Método de extração de pectina.....	58
4.2.2.1. Planejamento experimental.....	61
4.2.3. Determinação do grau de metoxilação da pectina extraída.....	63
4.2.4. Capacidade de formação de gel.....	63
4.2.5. Determinação de açúcares redutores e totais.....	64
4.2.6. Extração e quantificação de proteínas.....	64
4.2.7. Caracterização de proteínas quanto ao valor da massa molecular...	67
4.2.8. Identificação de pectinametilesterase (PME).....	67
5. Resultados e discussão.....	68
5.1. Teor de pectina das frutas.....	68
5.2. Seleção de frutas com potencial para extração de pectina.....	69
5.3. Desenvolvimento de técnica de extração de pectina.....	72
5.4. Grau de metoxilação e capacidade de formação de gel dos extratos.....	83
5.5. Açúcares redutores e totais.....	85
5.6. Extração, quantificação e caracterização de proteínas quanto ao valor da massa molecular e identificação de PME.....	86
6. Conclusões.....	96
6.1. Teor de pectina das frutas.....	95
6.2. Extração de pectina.....	95
6.3. Grau de metoxilação e capacidade de formação de gel dos extratos.....	96

6.4. Açúcares redutores e totais.....	97
6.5. Extração e caracterização de proteínas quanto ao valor da massa molecular e identificação de PME.....	97
Referências.....	99

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como o terceiro produtor mundial de frutas, atrás apenas da China e da Índia, com uma área cultivada de cerca de 2,8 milhões de hectares e uma produção de 43 milhões de toneladas anuais. Ele é capaz de abastecer o mercado interno com 21 milhões de toneladas de frutas e exportar o restante. Em 2006, o valor bruto da produção de frutas atingiu cerca de 16,3 bilhões de reais, 16,5% do valor da produção agrícola brasileira (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS, 2009).

A base agrícola da cadeia produtiva de frutas gera seis milhões de empregos diretos, 36% do total da mão-de-obra agrícola ocupada no país. Para cada 10.000 dólares investidos em fruticultura, geram-se três empregos diretos permanentes e dois empregos indiretos. Com a fruticultura é possível alcançar um faturamento bruto de R\$1.000 a R\$20.000 por hectare (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS, 2009).

Devido às boas condições ambientais do clima, do solo e a crescente demanda por frutas tropicais e exóticas, a fruticultura brasileira tem se afirmado como atividade econômica de elevado potencial. Presente em todos os estados brasileiros, ela é um dos segmentos mais destacados e em contínua evolução da economia. Atende um mercado interno em constante crescimento e, a cada dia, vem ganhando espaço no mercado internacional, aumentando o volume das exportações, o número de empresas exportadoras, as variedades de frutas exportadas e os países de destino das exportações (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS, 2009).

O interesse por frutas tropicais e exóticas tem crescido rapidamente, por um lado, pela busca por novos produtos e sabores, e por outro, como forma de incentivo aos pequenos produtores, já que muitas frutas são importantes fontes de alimento e de sustento para as populações de baixa renda (ROGEZ et al., 2004).

Da produção total, estima-se que apenas 0,8% seja constituído por frutas tropicais pouco exploradas economicamente. Com relação à comercialização, em 1996, o Brasil exportou apenas 150 toneladas de frutas tropicais frescas pouco exploradas, ocupando a 20ª posição entre os países exportadores. No entanto, o país apresenta um potencial muito grande para participar mais intensa e ofensivamente do mercado internacional (SILVA JUNIOR; BEZERRA; LEDERMAN, 2008).

Segundo os especialistas existem aproximadamente 3.000 espécies de frutas comestíveis na zona tropical e, destas, cerca de 920 são nativas da América. Das 3.000, somente 50 espécies são conhecidas por amplos setores da população e apenas 12 são significativamente exploradas. Além de alimentar, as frutas também têm grande potencial combustível, agroindustrial, forrageiro, medicinal e ornamental (CARVALHO NETO, 2009).

Atualmente já existem significativos pólos de plantio e produção de frutas pouco exploradas economicamente, como abiu, araçá, atemóia, cajá-manga, cajá-mirim, cupuaçu, fruta-pão, graviola, kiwano e mangostão (RIBEIRO et al., 2005; MARTINS et al., 2002; DONADIO; NACHTIGAL, SACRAMENTO, 1998). Além destas frutas, outras ainda mais desconhecidas como abricó-do-Pará, ameixa-de-Madagascar, azeitona-do-Ceilão, bunchosia, canistel, carissa, falso-mangostão, jambo-vermelho, jujuba, massala, sapota-preta, dentre outras, são apreciadas em mercados regionais e, em alguns casos, sua procura chega a ser maior que a oferta.

A caminho do sucesso, o setor de frutas tem algumas barreiras para vencer. A primeira delas é consolidar o desenvolvimento sustentável, ou seja, pensar a produção como um processo em cadeia e que envolva todo o setor, adotando uma filosofia global de produção integrada para assegurar produtos de boa qualidade. Outro grande desafio é aumentar o consumo de frutas no Brasil, para ter suporte e sustentar as ações de fomento à exportação. O terceiro ponto é a agro-industrialização, com a produção de doces, sucos, sorvetes e outros derivados (VIEIRA, 2000).

Muito importante para um bom aproveitamento das frutas pela indústria é ter conhecimento sobre sua composição química e caracterização bioquímica. Neste trabalho foi dado enfoque ao estudo da pectina, açúcares e proteínas, além disso, foi estudada a viabilidade de extração da pectina.

As frutas apresentam, em geral, uma concentração de proteína, relativamente baixa e as que têm maior relevância são as enzimas, que atuam durante seu amadurecimento e processamento industrial (DUCKWORTH, 1966). Elas são responsáveis pela formação de compostos extremamente desejáveis, como também podem provocar efeitos desfavoráveis que ocorrem não só no alimento natural, mas também durante o seu processamento e armazenamento (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

Outro ponto de interesse é a quantificação e qualificação dos açúcares presentes nas frutas. Elas contêm sacarose, glicose e frutose em diferentes concentrações e a

relação do teor destes açúcares com o de ácidos orgânicos estabelece a qualidade sensorial harmônica da fruta (DEMIATE et al., 2002).

Portanto, o estudo das frutas tropicais e exóticas com o objetivo de investigar as formas de seu aproveitamento, mostrou-se de grande relevância para o Brasil.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. FRUTAS TROPICAIS E EXÓTICAS PRODUZIDAS NO BRASIL

No Brasil produz-se uma grande variedade de frutas, o que é decorrência da extensão do território, sua posição geográfica e suas condições edafoclimáticas. No Sudeste, o clima mais suave, mas não rigidamente marcado pelas estações do ano, permite a coexistência de muitas frutas. No Sul, o clima temperado é marcante, onde se identifica uma fruticultura sazonal e caracterizada por frutas de clima (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS, 2009).

Já no Nordeste, o clima seco e com um alto nível de exposição solar permite uma boa produtividade, com o uso de irrigação o que permite o cultivo de frutas tropicais, subtropicais e mesmo frutas temperadas durante o ano todo. No Norte, o clima tropical úmido permite o desenvolvimento de uma fruticultura exótica e peculiar, com espécies ainda não bem conhecidas e pouco consumidas (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS, 2009).

A seguir são apresentadas as frutas tropicais e exóticas objeto deste trabalho.

2.1.1. ABACATE

O abacateiro é uma planta frutífera originária do continente americano. As primeiras referências sobre ele foram feitas entre 1526 e 1554, em relatos descrevendo as plantas encontradas na antiga cidade do México e na Colômbia. Relata-se que no Brasil o abacateiro foi introduzido em 1809, vindo da Guiana Francesa. Para a garantia da eficiência na polinização foi necessário o cruzamento de plantas, com comportamentos florais diferentes, o que resultou num grande número de cultivares, os quais geralmente recebem o nome do local ou região onde são cultivados (BORGES; MELO, 2009).

O abacateiro é uma planta de porte médio a elevado (12 a 20m), com copa ereta ou espalhada. As folhas apresentam coloração que pode variar de verde a verde-escuro, sendo ligeiramente lustrosas na face superior, e verde-cinza-mate na face inferior. As

flores são pequenas, bissexuais, de cor branca a verde-amarelada. O fruto é uma drupa de pericarpo delgado e mesocarpo carnoso. Possui uma semente envolvida pelo endocarpo, cobrindo os cotilédones. O pedúnculo é de tamanho médio a longo, inserido no centro ou lateralmente no fruto por uma parte mais grossa, chamada pedicelo. Podem ocorrer grandes variações de tamanho, cor, forma, casca, polpa e semente, dependendo dos cultivares. Seu peso pode variar de 50g a 2,5kg (BORGES; MELO, 2009).

No Brasil, as variedades Fuerte e Hass, que ficaram conhecidas como “avocado”, têm grande destaque no mercado de exportações e estão ganhando espaço também no mercado nacional devido a sua principal característica, que é o baixo teor calórico. Ele é originário da Califórnia e foi trazido ao Brasil em 1975 (FERREIRA, 2007).

A cultivar Fuerte apresenta frutos piriformes, variando de 225g a 450g. Possui casca lisa e verde. Sua semente é pequena, cônica e aderente à polpa. É resistente ao transporte. A polpa tem sabor muito bom, com cerca de 18% de óleo. Embora a planta seja resistente à geada, sua frutificação é sensível a baixas temperaturas. A colheita vai de março a junho. No Brasil há poucas plantações comerciais dessa variedade, sendo que a maior delas está localizada no município de Bauru – SP (BORGES; MELO, 2009).

A cultivar Hass é mais suscetível ao frio, comparada à ‘Fuerte’, e também é sensível à baixa umidade. Apresenta grande produção de flores e tende a uma excessiva frutificação, com redução no tamanho dos frutos. É muito produtiva e detém a importante característica de reter os frutos na planta, mesmo depois de maduros, permitindo a colheita durante longo tempo. O fruto é oval-piriforme, e possui uma casca arroxeada, grossa e rugosa, que confere boa resistência ao transporte. Pesa de 180g a 300g, sendo que a polpa é de boa qualidade, não tem fibras e contém 18 a 22% de óleo. O caroço é pequeno, esférico e aderente a polpa. É a variedade mais plantada no México e tem substituído a ‘Fuerte’ na Califórnia (BORGES; MELO, 2009).

Estes abacates consumidos como alimento sob diversas formas no Norte da América do Sul, América Central e México, tais como, purê e saladas. Além do valor na alimentação, eles têm sido aproveitados em outras aplicações: da semente produz-se uma tinta castanho-arroxeada; as flores odoríferas fazem do abacateiro uma planta melífera; e outras partes da planta, tais como folhas, caroços, casca dos frutos e casca do tronco, têm sido utilizadas na medicina popular (BORGES; MELO, 2009).

O abacate é rico em vitaminas C e E, ácido fólico, e potássio. Contém também, boa quantidade de ferro, magnésio e vitamina B6, além de beta-sistotinol, que pode ajudar a baixar o colesterol do sangue, e glutathione, um excelente antioxidante. Possui alto teor de óleo, de 5 a 35% na polpa, compostos em sua maioria ácidos monograxos insaturados. Atletas costumam usá-lo em substituição a outras fontes de gorduras menos saudáveis, por ajudar a destruir os radicais livres gerados pelo treinamento em excesso (BORGES; MELO, 2009).

Em relação ao aproveitamento industrial, apesar do potencial para esse fim, não há grande demanda no mercado mundial. Os principais mercados do avocado produzido no Brasil são a França, Espanha, Argentina e Canadá e existe uma forte concorrência com grandes produtores como a África do Sul, México e Estados Unidos (SANCHES, 2009).

2.1.2. ABIU

O abiu é uma planta tropical, originária da região amazônica próxima às encostas andinas do Peru e do oeste da parte amazônica brasileira. A árvore é facilmente encontrada na forma silvestre por toda a Amazônia, alguns exemplares do abieiro fazem parte da arborização urbana da região, enfeitando praças de Manaus e sendo também encontrados nas cercanias de Belém. Apesar de ser mais conhecido na Amazônia, o abieiro cresce e frutifica em quase todo o Brasil litorâneo, e se desenvolve desde o nível do mar até 1500m de altitude. O abiu é uma das frutas nativas da Amazônia mais populares entre os consumidores locais e vem atraindo a atenção do mercado em outras regiões tropicais como a Austrália (CAVALCANTE, 1976; MARTINS et al., 2002).

O abieiro pode ser plantado em quase todo o Brasil, mas em locais não sujeitos à geada no inverno. As regiões Norte, Centro Oeste, Nordeste e Sudeste do Brasil são as que têm maior número dessa árvore frutífera, mas a maioria está plantada em quintais e em pomares não-comerciais. A planta se desenvolve e frutifica bem em condições de temperatura amena a quente, boa disponibilidade de água durante o seu desenvolvimento vegetativo, solos profundos, permeáveis, não sujeitos à inundação e ricos em matéria orgânica (SOUZA et al., 1996).

O abieiro é uma árvore de porte médio e pode chegar a mais de 15m de altura, quando em condições ideais. O tronco tem casca áspera, copa densa e esgalhada. As

folhas são lisas e brilhantes e exsudam um látex branco da região cortada. As flores têm coloração amarelo-avermelhada e nascem do tronco. A frutificação inicia-se cerca de três anos após o plantio e pode-se produzir de 250 a 1000 frutos por planta ao ano (CAVALCANTE, 1976; MARTINS et al., 2002).

O formato da fruta difere bastante de uma cultivar para outra, podendo ocorrer frutos inteiramente redondos, ovais e mesmo alongados, apresentando de 6 a 12cm de comprimento e de 400 a 700g. Quando maduros, a casca é amarela, lisa e brilhante e a cor da polpa pode ser branca, creme ou amarela, translúcida, mucilaginosa e varia de doce a insípida. Os frutos devem estar bem maduros para se consumir, porque os mais verdes exsudam um látex branco bastante pegajoso da sua casca. Cada fruto pode conter 1 a 4 sementes, alongadas, lisas e negras. A frutificação ocorre de janeiro a março (CAVALCANTE, 1976; MARTINS et al., 2002).

A fruta é aproveitada quase sempre *in natura*, podendo, porém, ser processada como geléia, suco, doces ou sorvete. A fruta fresca deve ser comercializada logo após a colheita uma vez que ela leva cinco dias para o amadurecimento completo, à temperatura ambiente. As frutas colhidas no estágio apropriado e armazenadas a 10°C têm uma vida de prateleira de 7 a 14 dias. O abiu deve ser manuseado com cuidado, pois a casca é muito suscetível a choques mecânicos. As frutas, quando comercializadas em mercados distantes, são embaladas em bandejas de poliestireno ou caixas de papelão (DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRIES AND FISHERIES, 2005).

O abiu é ainda utilizado com finalidade medicinal contra doenças pulmonares, inflamações e otites. Além disso, é uma fonte rica em energia, fibra e nas vitaminas A, B3 e C. A Tabela 1 compara a composição do abiu descrita por quatro diferentes autores.

Tabela 1. Composição centesimal do abiu

Em 100g de parte comestível	*	**	***	****
Umidade	84,0%	74,1%	-	83,1%
Calorias	-	95kcal	140kcal	62kcal
Proteína	0,9g	2,1g	1,8g	0,8g
Lipídios	-	1,1g	0,4g	0,7g
Carboidratos	-	22,0g	36,3g	14,9g
Açúcares redutores	4,4g	-	-	-
Açúcares totais	11,6g	-	-	-
Fibra	-	3,0g	0,9g	1,7g
Cinzas	-	0,7g	0,9g	0,4g
Cálcio	-	96,0mg	22,0mg	6,0mg
Fósforo	-	45,0mg	41,0mg	20,0mg
Ferro	-	1,8mg	1,0mg	0,2mg
Vitamina A	-	-	130mg	-
Tiamina	-	0,2mg	0,02mg	Traços
Riboflavina	-	0,2mg	0,02mg	0,04mg
Niacina	-	3,4mg	3,4mg	Traços
Ácido ascórbico	-	49,0mg	49,0mg	10,3mg

Fonte: * SOUZA et al., 1996

** MORTON, 1987

***LEUNG; FLORES, 1961

**** NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006

2.1.3. ABRICÓ-DO-PARÁ

O abricó-do-Pará é provavelmente nativo das Antilhas e da região norte da América do Sul, mas existem espécies espalhadas por toda a América tropical e Caribe, África tropical, Madagascar, Indomalásia e ilhas do Pacífico. Seu cultivo migrou da América Central para o Norte e Nordeste do Brasil, na segunda metade do século XVIII. O abricó-do-Pará é cultivado por toda a Amazônia, e na forma silvestre ocorre nos igapós e margens inundáveis de rios, principalmente no estado do Pará (CAVALCANTE, 1976; DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

O abricó-do-Pará é o produto de uma árvore muito frondosa e grande, de forma piramidal, podendo atingir 20m de altura. As folhas são pecioladas, verde-escuras, medindo até 14 cm de comprimento. As flores são brancas e perfumadas. O fruto é de tamanho variável, com 5 a 12cm de diâmetro, achatado e pode pesar de 500g a até mais de 4kg. É marrom escuro e de casca rugosa e coriácea, suportando bem o transporte. A polpa é amarelada a laranja, firme e cremosa, e pouco aromática. Cada fruto tem de 1 a 4 sementes, grandes, recobertas por pele marrom e lenhosa. A frutificação ocorre no

segundo semestre (CAVALCANTE, 1976; DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

O fruto é consumido *in natura* ou empregado no preparo de sorvetes, doces, compotas ou mingau. O abricó-do-Pará também é bastante utilizado na fabricação de uma bebida típica chamada *vinho-toddy* ou *vinho-de-mamey* (MORTON, 1987). Ele também é indicado no combate a doenças como gota, arteriosclerose, ácido úrico, tumores e endurecimentos, raquitismo e afecções cutâneas. As sementes são usadas como vermífugo. A resina da casca, assim como as folhas e raízes são conhecidos inseticidas (COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 2009a). O abricó-do-Pará é considerado um alimento energético, fonte de hidratos de carbono, proteínas e vitaminas, A e do complexo B. A Tabela 2, a seguir, compara a composição centesimal do abricó-do-Pará descrita por diferentes autores.

Tabela 2. Composição centesimal do abricó-do-Pará

Em 100g de parte comestível	*	**
Umidade	-	85,5-87,6%
Calorias	-	44,5-45,3kcal
Proteína	0,5g	0,5-0,9g
Lipídios	0,1g	0,1-1,0g
Carboidratos	10,0g	11,5-12,7g
Fibra	-	0,8-1,1g
Cinzas	-	0,2-0,3g
Cálcio	5,0mg	4,0-19,5mg
Fósforo	46,0mg	7,8-14,5mg
Ferro	0,5mg	0,1-2,5mg
Vitamina A	0,4mg	0,04-0,4mg
Tiamina	0,02mg	0,02-0,03mg
Riboflavina	0,04mg	0,02-0,07mg
Niacina	0,6mg	0,2-0,7mg
Ácido ascórbico	2,0mg	10,2-22,0mg

Fonte: * MONTOSO GARDENS, 2009

** MORTON, 1987

2.1.4. AMEIXA-DE-MADAGASCAR

A ameixa-de-Madagascar é uma espécie nativa da África e da Ásia, possivelmente teve sua origem na Índia ou em Madagascar, daí se originou seu nome comum. Essa fruta também é bastante conhecida como ameixa-do-governador. Atualmente seu nome científico é *Flacortia indica* Merrill, mas já foi identificada como

Flacortia ramontchi. Outras espécies como *F. inermis*, *F. jangomas* e *F. rukan*, também originadas da Ásia, são confundidas com ela. Foi introduzida no Brasil há mais de cem anos, podendo ser encontrada entre o Pará e São Paulo (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

O arbusto é bastante atraente, mede de 5 a 6m de altura, possui copa arredondada formada por ramos com espinhos. Suas folhas são ovaladas, serradas nas bordas e apresentam de 2 a 3 cm de comprimento. As flores podem ser dióicas ou ocasionalmente bissexuais; são esverdeadas, numerosas, pequenas e dispostas em racemos axilares. O fruto é uma baga subglobosa, medindo 3cm de diâmetro, de coloração vermelho escura, quase preta, mantendo no ápice os remanescentes dos pistilos. A polpa é avermelhada, doce e sucosa, e encerra de 8 a 10 sementes pequenas. A planta se adapta bem às condições tropicais e diferentes tipos de solo, e suporta bem geadas fracas. O arbusto floresce no final da primavera ou começo do verão e frutifica 1 a 2 meses depois (SOUZA; PEIXOTO; TOLEDO, 1995; COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 2009b).

O fruto pode ser consumido ao natural, mas também tem grande potencial para ser processado na forma de geléias e doces. Além disso, pode ser fermentado para a produção de vinho. As folhas, adstringentes, são utilizadas contra asma, pneumonia e como analgésico (AGROFORESTRYTREE DATABASE, 2009).

2.1.5. ARAÇÁ

O araçá é um fruto de regiões tropicais e subtropicais que tem sua origem na Amazônia brasileira e nas Guianas. Existem diversos cultivares de araçá: araçá-branco, araçá-cinza, araçá-rosa, araçá-vermelho, araçá-verde, araçá-amarelo, araçá-do-mato, araçá-da-praia, araçá-do-campo, araçá-de-festa, araçá-de-minas, araçá-de-pernambuco, araçá-do-Pará, araçá-de-coroa, araçá-boi, araçá-pêra, araçá-manteiga, araçá-de-folha-grande, araçá-de-flor-grande, araçá-miúdo, araçá-mirim, araçá-guaçu, araçá-peba, araçá-piranga, araçá-araçanduba, araçá-comum, araçá-verdadeiro ou, simplesmente, araçá. Esses muitos araçás encontram-se espalhados por todo o Brasil, dos campos sulinos até a floresta amazônica, de preferência onde haja umidade e calor (ALMEIDA, 2009).

O araçazeiro é um arbusto de médio porte, atingindo de 2 a 10m de altura, com tronco de casca castanho-avermelhada e descamante em placas finas, sua copa é

arredondada e cheia. As folhas são geralmente avermelhadas quando jovens, possuindo flores branco-esverdeadas. O fruto é uma baga globosa, piriforme, ovóide ou achatada, de coloração verde, amarela ou vermelha de acordo com a espécie. A polpa é branca, amarelada ou avermelhada, mucilagínosa, aromática, contendo muitas sementes. O araçá tem o seu sabor lembrando um pouco o da goiaba, embora seja um pouco mais ácido e de perfume mais acentuado. Os araçás amadurecem iniciando em setembro com alguns cultivares, se revezando com outros cultivares até o mês de março (HAMINIUK, 2005; COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 2009c).

O araçá é uma fruta pouco conhecida fora da Amazônia e só recentemente começou a ser introduzida na agricultura moderna. Alguns cultivares apresentam excelente potencial econômico, uma vez que produzem frutos com elevada percentagem de polpa. Ele tem potencial para conquistar um lugar de destaque no mercado nacional e internacional, principalmente na forma de sucos e polpas, podendo ainda ser comercializado como sorvete e doces. Além disso, suas folhas são usadas em casos de hemorragias e diarreias (HAMINIUK, 2005).

Quanto ao aspecto nutritivo, o araçá possui vitaminas, A, B e C; minerais como cálcio, fósforo e ferro; carboidratos; fibras e proteínas. A Tabela 3 apresenta a composição centesimal dos cultivares *Eugenia stipitata* e *Psidium spp*.

Tabela 3. Composição centesimal do araçá

Em 100g de parte comestível	<i>Eugenia stipitata</i> *	<i>Psidium spp</i> **	<i>Psidium spp</i> ***
Calorias	-	37,8kcal	37,8kcal
Proteína	11,9g (peso seco)	1,0g	0,4g
Lipídios	-	0,2g	0,2g
Carboidratos	49,2g (peso seco)	8,0g	8,0g
Fibra	39,0g (peso seco)	-	-
Cinzas	4,0g (peso seco)	-	-
Cálcio	5,7mg (peso úmido)	14,0mg	14,0mg
Fósforo	7,4 mg (peso úmido)	30,0mg	30,0mg
Ferro	0,1mg (peso úmido)	-	1,0mg
Vitamina A	-	-	48,0µg
Tiamina	-	-	60,0µg
Riboflavina	-	-	40,0µg
Niacina	-	-	1,3µg
Ácido ascórbico	-	-	326,0µg

Fonte: * ROGÉZ et al., 2004

** HAMINIUK, 2005

*** ALMEIDA, 2009

2.1.6. ATEMÓIA

No início do século 20, cientistas norte-americanos se empenharam no desenvolvimento de uma fruta com desempenho comercial superior ao da fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.) e o sabor da cherimóia (*Annona cherimola* Mill.), um dos mais apreciados no mundo. Do cruzamento artificial nasceu um novo híbrido da família das anonáceas: a atemóia. O primeiro plantio, no Brasil, foi feito em 1950 e hoje as plantações se concentram no Estado de São Paulo e na região Norte do Paraná, onde têm mostrado uma ótima adaptação (BETTIOL NETO, 2009).

A planta apresenta porte e conformação variáveis, geralmente de copa aberta, esparramada, com altura e diâmetro de 9 a 11m. Produz de 80 a 100 frutos por ano, que pesam entre 100 a 2000g, contendo de 6 a 75 sementes por fruto. Os frutos têm forma de coração, pontiaguda em um dos extremos, são verde-amarelados quando maduros, a casca é rugosa e a polpa é branca, com sementes de cor marrom-escura (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

A plantação da atemóia está restrita a alguns países tropicais e subtropicais, por adaptar-se melhor às condições intermediárias entre a cherimóia (clima subtropical) e a pinha (clima tropical). As cultivares mais plantadas no Brasil, atualmente, são ‘Gefner’ e ‘Thompson’, mas outras cultivares que se desenvolvem bem sob determinadas condições são ‘African Pride’, ‘Pink's Mammoth’, ‘QAS’ e algumas seleções locais como PR-3 e PR-1 (KAVATI, 2009).

Como a atemóia continua sendo desprezada pela maioria dos produtores sua oferta reduzida acaba proporcionando bons preços no mercado e mostra que a fruta tem um grande potencial econômico. Trata-se de um cultura exigente em irrigação, adubação, podas e pós-colheita, sem esquecer que por ser um híbrido suas mudas só devem ser produzidas por métodos vegetativos, enxertia e estaquia. A área plantada no Brasil é de aproximadamente 1000 hectares, concentrados nas regiões sul e sudeste (TODA FRUTA, 2007).

É uma fruta típica de mesa, para consumo ao natural, o que torna sua aparência muito importante. Serve também para sorvetes, polpa e suco. Seu valor alimentar é principalmente alto para açúcares (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998). A seguir é apresentada a composição para cada 100g da parte comestível da atemóia *in natura* (Tabela 4).

Tabela 4. Composição centesimal da atemóia

Em 100g de parte comestível	*
Umidade	72,7%
Calorias	97kcal
Proteína	1,0g
Lipídios	0,3g
Carboidratos	25,3g
Fibra	2,1g
Cinzas	0,7g
Cálcio	23,0mg
Fósforo	23,0mg
Ferro	0,2mg
Magnésio	25,0mg
Manganês	0,2mg
Sódio	1,0mg
Potássio	300,0mg
Cobre	0,2mg
Zinco	0,2mcg
Piridoxina	0,1mg
Tiamina	0,1mg
Riboflavina	0,1mg
Niacina	1,6mg
Ácido ascórbico	10,1mg

Fonte: * NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006

2.1.7. AZEITONA-DO-CEILÃO

A azeitona-do-Ceilão é originária da Ásia, de países como Malásia, Índia e o Sri Lanka, uma ilha que no passado se chamava Ceilão, de onde vem o nome da fruta. No Brasil, podem ser encontrados alguns exemplares da planta distribuídos pelo país (IASI, 2009).

A espécie tem copa aberta, folhas grandes e pode chegar a 15m de altura. Na fase inicial as folhas são verdes, mas depois podem se tornar avermelhadas. A árvore adaptou-se relativamente bem às condições de clima e solo brasileiro, o que é demonstrado pela enorme carga de frutos que a maioria das plantas apresenta. Para as condições do Brasil a maturação da azeitona do Ceilão ocorre nos meses de julho, agosto e setembro. Os frutos, depois de colhidos, devem ser utilizados em até 48 horas, pois perdem a qualidade (OLIVEIRA; NETO; GONÇALVES, 2008; BAHIA, 2006).

A polpa do fruto é ácida e não costuma ser consumida in natura. Seus frutos não permitem utilização pelo mesmo processo de elaboração em conserva, recomendado para as azeitonas colhidas da oliveira (*Olea europaea* L.). A azeitona-do-Ceilão em

nada lembra o fruto da oliveira, a não ser na aparência. Entretanto, por apresentarem bom rendimento de polpa e sabor adocicado quando maduros, são muito utilizados em sua região de origem no preparo de doce, compota e como conserva com diferentes condimentos. Nos países asiáticos a azeitona-do-Ceilão é utilizada contra diarreia devido ao seu efeito constipador (OLIVEIRA; NETO; GONÇALVES, 2008).

2.1.8. BUNCHOSIA

O gênero *Bunchosia* compreende cerca de 75 espécies de árvores e arbustos. É nativa da Colômbia e Peru, e também é encontrada na Amazônia brasileira em altitudes de 1500 a 2400m. Ela pertence à mesma família da popular acerola (*Malpighia emarginata*) (LORENZI et al., 2006).

É um arbusto de 2 a 4,5m de altura. Suas folhas são inteiras, ovaladas, grandes, de margens onduladas e com a face inferior de coloração mais clara. As flores são axilares em racemos, contendo 8 a 12 flores de cor amarela e hermafrodita, surgem da primavera ao outono. O fruto é uma drupa ovóide ou arredondada de cor verde clara, marrom ou vermelha, dependendo da variedade. A polpa é macia e vermelha de sabor exótico, contendo duas sementes (LORENZI et al., 2006).

A bunchosia deve ser cultivada sob sol pleno, em solo fértil, leve e enriquecido com matéria orgânica. Adubações anuais estimulam uma intensa frutificação. Tolerância a sombra parcial e o frio do inverno, mas necessita do calor tropical para o seu pleno desenvolvimento. Multiplica-se por sementes (LORENZI et al., 2006).

Os frutos surgem de janeiro a março e devem ser colhidos antes do amadurecimento completo, enquanto ainda estão firmes. Podem ser consumidos ao natural ou em sucos, vitaminas e compotas. Quando guardados no refrigerador conservam-se por bastante tempo. A polpa pode ser congelada (LORENZI et al., 2006).

2.1.9. CACAU

O cacau é originário de regiões de floresta pluviais da América Tropical, onde até hoje, é encontrado em estado silvestre, desde o Peru até o México. No Brasil, ele foi

cultivado primeiramente na Amazônia, onde já existia em estado natural. Depois passou para o Pará e chegou à Bahia (CAVALCANTE, 1976).

Encontrou no sul da Bahia um dos melhores solos e clima para sua expansão. O Estado da Bahia produz cerca de 95% do cacau do Brasil, cuja produção corresponde em torno de 5% da mundial, sendo a Costa do Marfim o maior produtor mundial, com aproximadamente 40% da produção total (ZUGAIB; SANTOS; SANTOS FILHO, 2009).

A árvore de altura mediana atinge até 6m de altura e apresenta copa muito ramificada. As folhas são longas, com até 35cm de comprimento e pendentes. As flores podem ser brancas, amarelas ou róseas, reunidas em grupos, surgindo do caule, no período de dezembro a abril. O fruto é alongado, com sulcos longitudinais, de casca dura e coloração desde amarelo-esbranquiçada até vermelho-escura, atingindo cerca de 20cm de comprimento. Contém polpa mucilagínosa, branca ou rósea, envolvendo cinco fileiras de sementes avermelhadas. Frutificam de abril a setembro (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

O cacauzeiro sempre foi cultivado para dele se aproveitar apenas as sementes de seus frutos, que são a matéria-prima da indústria de chocolate. Das sementes, ou amêndoa, extrai-se o pó de cacau, de sabor amargo, que é a base para a confecção de chocolate. Para tanto, as amêndoas são secas, torradas e trituradas. As sementes secas representam no máximo 10% do peso deste fruto (COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA, 2008).

Apenas recentemente é que os 90% restantes do fruto do cacauzeiro começaram a despertar o interesse dos produtores. A casca também pode ter aproveitamento econômico, pois ela serve para a alimentação de bovinos, tanto *in natura* como na forma de farinha de casca seca ou de silagem, como também para suínos, aves e até peixes. A casca do fruto do cacauzeiro ainda pode ser utilizada na produção de biogás e biofertilizante, no processo de compostagem ou vermicompostagem, na obtenção de proteína microbiana ou unicelular, na produção de álcool e na extração de pectina (COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA, 2008).

O suco de cacau possui sabor bem característico, considerado exótico e muito agradável ao paladar. É fibroso e rico em açúcares (glicose, frutose e sacarose) e também em pectina. Algumas das substâncias que compõem o suco de cacau lhe conferem uma alta viscosidade e aspecto pastoso. Outros subprodutos do cacau incluem

sua polpa, geléia, destilados finos e sorvete (COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA, 2008).

Do ponto de vista terapêutico, o chocolate em pó, quando misturado com água ou leite quente, constitui uma bebida estimulante e alternativa ao café, uma vez que estimula o sistema nervoso central e o coração de maneira análoga à cafeína, embora de forma mais fraca. A bebida é ainda um alimento energético, útil em dietas de pessoas convalescentes, em caso de anginas e bronquites, no combate às nefrites, fraquezas orgânicas, esgotamento físico, e diurético no estímulo das funções urinárias (VALE, 2009).

A manteiga de cacau é boa para curar fissuras nos lábios e tratar pele ferida ou com bolhas. Na indústria farmacêutica, o cacau também é utilizado como corretivo do cheiro e do sabor de determinadas fórmulas, e a manteiga na manufatura de drágeas, supositórios e cosméticos. A teobromina, um dos alcalóides encontrados no cacau, pode diminuir ataques persistentes de tosse. Esta substância atua inibindo a atividade do nervo vago, localizado no crânio, que é responsável pela coordenação da musculatura envolvida nos ataques de tosse (VALE, 2009).

A seguir é apresentada a composição para cada 100g da parte comestível do cacau *in natura* (Tabela 5).

Tabela 5. Composição centesimal do cacau

Em 100g de parte comestível	*
Umidade	79,2%
Calorias	74kcal
Proteína	1,0g
Lipídios	0,1g
Carboidratos	19,4g
Fibra	2,2g
Cinzas	0,3g
Cálcio	12,0mg
Fósforo	9,0mg
Ferro	0,3mg
Magnésio	0,04mg
Manganês	0,2mg
Sódio	1,0mg
Potássio	72,0mg
Cobre	0,15mg
Zinco	0,6mcg
Piridoxina	0,04mg
Tiamina	0,25mg
Riboflavina	traços
Niacina	traços
Ácido ascórbico	13,6mg

Fonte: * NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006

2.1.10. CAJÁ-MANGA E CAJÁ-MIRIM

O gênero *Spondias* pertence à família *Anacardiaceae* e possui 18 espécies distribuídas nas regiões tropicais da América, África e Ásia. No Brasil, destacam-se as espécies: *Spondias mombin* L. (cajazeira), *Spondias purpurea* L. (cirigueleira), *Spondias cytherea* Sonn. (cajazeira-manga), *Spondias tuberosa* Arr. Câm. (umbuzeiro) e *Spondias* spp. (umbu-cajazeira e umbugueleira) (MARTINS; MELO, 2003).

A cajazeira-manga, também conhecida como cajaraneira, é uma árvore que atinge até 20m de altura, de copa descontínua, ramos alongados. As flores são pequenas e branqueadas. O cajá-manga é uma drupa elipsóide, tem formato cilíndrico com 6 a 10cm de comprimento, 5 a 9cm de diâmetro e peso de 380g, casca amarelo-ouro ou pardacenta. Quando maduros apresentam polpa agri-doce e ácida, com endocarpo revestido por espinhos irregulares (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

A árvore do cajá-mirim também pode atingir altura superior a 20m, possui caule reto, casca cinzenta ou brancacenta, espessa e fendida. As flores são pequenas,

esbranquiçadas e aromáticas. O cajá-mirim é uma drupa, com 6cm de comprimento e forma ovóide ou oblonga, achatada na base, com cor amarelo-alaranjada e casca lisa e fina. A polpa é sucosa, mole e de cor alaranjada. A semente é grande, branca e enrugada (MARTINS et al., 2002).

As cajazeiras desenvolvem-se bem em climas úmido, sub-úmido e quente, com precipitação anual entre 1100 a 2000mm. A safra se estende durante o ano todo e varia conforme a região produtora. A altura das cajazeiras dificulta a colheita dos frutos e desse modo, os cajás maduros se desprendem da planta e caem. Na queda, muitos frutos se danificam e estes perdem líquido e entram em processo de fermentação, além de ficarem expostos ao ataque de patógenos, formigas, insetos e roedores. Desse modo a colheita deve ser feita pelo menos duas vezes ao dia, para se preservar a qualidade (MARTINS; MELO, 2003).

Esses frutos têm participação crescente no agronegócio da região Nordeste, principalmente pela comercialização para consumo como fruta fresca e processamento de polpa, que apresenta grande aceitação no mercado, pelo seu sabor exótico, excelente qualidade e valor comercial como matéria-prima no preparo de sucos, picolés, sorvetes, néctares e geléias (SOARES et al., 2006).

Na região Nordeste, a polpa de cajá é a que possui maior demanda entre as polpas de frutas comercializadas, entretanto, sua industrialização é dependente das variações da safra, uma vez que sua produção ainda se apóia na exploração extrativa da cajazeira, e há grande perda de frutos devido a problemas de colheita e de transporte. Desse modo, apesar da polpa do cajá despertar interesse em outras regiões do país, a atual produção industrializada não é suficiente para atender o mercado comprador. Atualmente, a polpa congelada de cajá é uma das mais apreciadas em nível nacional, e a demanda aumenta a cada dia, portanto, existe um amplo mercado interno e externo a ser explorado (MARTINS; MELO, 2003).

Na medicina popular e indústria farmacêutica é crescente a utilização da cajazeira. Sua casca é empregada como antidiarréica, antidesintérica, antiblenorrágica e anti-hemorroidária, sendo esta última propriedade também atribuída à raiz. As folhas são também úteis contra febres biliosas, constipações do ventre, dores do estômago, complicações consecutivas ao parto e certas enfermidades dos olhos e da laringe (MARTINS; MELO, 2003).

A composição de 100g de cajá-mirim e cajá-manga, respectivamente, estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Composição centesimal do cajá-manga e cajá-mirim

Em 100g de parte comestível	Cajá-mirim*	Cajá-manga**
Umidade	72,8-88,5g	86,9%
Calorias	21,8-48,1kcal	46kcal
Proteína	1,3-1,4g	1,3g
Lipídios	0,1-0,6g	Traços
Carboidratos	8,7-10,0g	11,4g
Fibra	1,2g	2,6g
Cinzas	0,6-0,7g	0,4g
Cálcio	31,4mg	13,0mg
Fósforo	-	24,0mg
Ferro	2,8mg	0,2mg
Magnésio	-	11,0mg
Manganês	-	0,05mg
Sódio	-	1,0mg
Potássio	-	119,0mg
Cobre	-	0,02mg
Zinco	-	0,2mg
Piridoxina	-	0,05mg
Tiamina	0,09mg	0,11mg
Riboflavina	0,05mg	Traços
Niacina	-	Traços
Ácido ascórbico	46,4mg	26,7mg

Fonte: * MORTON, 1987

** NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006

2.1.11. CANISTEL

O canistel é pouco conhecido fora da sua região de origem, na América Central, embora tenha sido introduzida em várias regiões tropicais do mundo. No Brasil a introdução de variedades dessa espécie foi feita em 1986, da Flórida, onde é plantada em pomares domésticos (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

A planta é de porte médio, em geral, não atinge mais de 8m, mas, em condições favoráveis, pode atingir de 27 a 30m de altura e 1m de diâmetro. Os ramos tendem a se curvar e formar uma copa arredondada e aberta. As folhas medem de 10 a 25cm de comprimento. As flores são pequenas, ocorrendo entre as folhas dos ramos mais novos e são produzidas, usulamente, na estação chuvosa. O fruto pode variar de cor, mas a usual é amarela, com polpa fina e um pouco pegajosa. Várias formas de fruto podem ocorrer, desde a arredondada até a alongada, sendo a mais comum aquela com uma ponta no ápice. O comprimento do fruto varia de 7,5 a 12,5cm e largura de 5 a 7,5cm. Podem

ocorrer de 1 a 4 sementes por fruto, de cor preta, com 1 a 2cm (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998; MORTON, 1987).

A colheita do canistel pode ser feita ainda com o fruto firme na planta, mas bem desenvolvido e com sua coloração típica, pois amadurece após colhido. Se mantidos a temperatura ambiente, os frutos se tornam maduros em 3 a 10 dias. Os frutos maduros podem ser mantidos sob refrigeração por vários dias (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998; MORTON, 1987).

A polpa do canistel pode ser consumida ao natural ou batida com leite, sorvete e usada em confeitaria (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998). Na Flórida o canistel é consumido com sal, pimenta e suco de limão, ou ainda, depois de assado. A fruta pode também ser seca e transformada em um pó bastante nutritivo. O canistel é uma fruta rica em niacina e carotenóide, além de possuir um nível considerável de ácido ascórbico (MORTON, 1987). A Tabela 7 apresenta a composição centesimal do fruto.

Tabela 7. Composição centesimal do canistel

Em 100g de parte comestível	*
Umidade	60,6%
Calorias	138,8kcal
Proteína	1,7g
Lipídios	0,1g
Carboidratos	36,7g
Fibra	0,1g
Cinzas	0,9g
Cálcio	26,5mg
Fósforo	37,3mg
Ferro	0,9mg
Vitamina A	0,3mg
Tiamina	0,2mg
Riboflavina	0,01mg
Niacina	3,7mg
Ácido ascórbico	58,1mg

Fonte: * MORTON, 1987

O canistel também é empregado com finalidade medicinal, pois a casca da árvore é utilizada para fazer uma cocção adstringente aplicada em erupções cutâneas. Além disso, um preparado das sementes é empregado contra úlceras (MORTON, 1987).

2.1.12. CARISSA

A carissa, também conhecida como ameixa de Natal, é originária da região costal de Natal, no sul da África. É uma das plantas mais populares a beira mar no sul da Flórida, devido à tolerância à maresia e aos danos do vento (JOYNER, 2008).

A planta é um arbusto compacto que exsuda um látex branco atóxico e pode atingir de 4,5 a 5,5m de altura. As folhas são espessas, verde-escuras, com 2,5 a 5cm. Os galhos apresentam espinhos ramificados com até 5cm, por esse motivo é comumente usada como cerca viva. As flores brancas e aromáticas florescem várias vezes ao ano. O fruto é elipsóide, com 3 a 5cm de comprimento e 1,5 a 3cm de diâmetro, e é encontrado solitário no ramo. A carissa possui casca fina, comestível, de cor vermelha e polpa rosada, com sabor doce fraco e subácida. Encerradas na polpa podem ser encontradas de 6 a 16 sementes pequenas, marrons e comestíveis (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998; JOYNER, 2008; MORTON, 1987).

A carissa deve estar completamente madura, com coloração rosa escura e textura macia para ser consumida. A polpa pode ser ingerida ao natural apesar de exsudar látex, porém ela é frequentemente consumida na forma de doces, geléias, sorvetes e sucos (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998). A Tabela 8 apresenta a composição centesimal da carissa.

Tabela 8. Composição centesimal da carissa

Em 100g de parte comestível	*
Umidade	78,4%
Calorias	59,4kcal
Proteína	0,6g
Lipídios	1,0g
Carboidratos	12,0g
Fibra	0,9g
Cinzas	0,4g
Ácido ascórbico	10,0mg

Fonte: * MORTON, 1987

2.1.13. CUPUAÇU

O cupuaçu é originário da Amazônia e pertence à família do cacau, *Theobroma*. O fruto é cultivado desde o estado de São Paulo, no Sudeste, até Roraima, no extremo

norte do País, mas outros países como Equador, Guiana, Martinica, Costa Rica, São Tomé, Trinidad e Tobago, Gana, Venezuela e Colômbia também cultivam o cupuaçu. A produção do cupuaçuzeiro no Brasil concentra-se na região Amazônica, sendo o Estado do Pará o principal produtor, seguido do Amazonas, Rondônia e Acre (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2007).

A árvore alcança uma média de 10 a 15m de altura. Há referências de exemplares com até 20m. As folhas são longas, medindo até 60cm de comprimento e apresentam uma aparência ferruginosa na face inferior. As flores são grandes, de cor vermelho-escura e apresentam características interessantes: são as maiores do gênero, não crescem grudadas no tronco, como nas outras variedades de theobromáceas, mas sim nos galhos. Os frutos apresentam forma esférica ou ovóide e medem de 12 a 15cm de comprimento e têm de 10 a 12cm de diâmetro, apresentando em média peso de 1kg, sendo 30% de polpa e 35% sementes. Sua casca é dura e lisa, de coloração castanho-escura. As sementes ficam envoltas pela polpa branca, ácida e aromática (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

Segundo Fraife Filho (2007b), as variedades conhecidas e exploradas comercialmente estão agrupadas conforme o formato dos frutos:

- Cupuaçu-redondo - fruto com extremidades arredondadas, casca com 6 a 7mm de espessura, peso médio de 1,5kg, sendo o tipo mais cultivado na região amazônica;
- Cupuaçu-mamorana - fruto com as extremidades alongadas, casca com 6 a 7mm de espessura, pesando em média 2,0kg;
- Cupuaçu-mamau - também conhecido como “sem-carço”, tem formato semelhante ao cupuaçu-redondo, caracteriza-se por não apresentar sementes. O peso médio do fruto é de 2,5kg, chegando a atingir 4,0kg. O rendimento médio da variedade sem-sementes é de 70%, enquanto os com sementes é de 30%.

A colheita é realizada de quatro a cinco meses após a floração. A colheita é feita manualmente, duas ou três vezes por semana, coletando-se os frutos maduros após a queda. A partir das primeiras safras, as plantas começam a produzir em escala crescente, até a estabilização, que ocorre no quinto ano após o plantio. O cupuaçu tem seu período de produção de outubro a abril, atingindo o máximo nos meses de janeiro, fevereiro e março (FRAIFE FILHO, 2007b).

O cupuaçu é, dentre os frutos amazônicos, o que reúne melhores condições de aproveitamento industrial e sua polpa possui grandes possibilidades de utilização na

indústria de alimentos, constituindo-se em principal produto. Apresenta multiplicidade de uso e é empregada na elaboração de refrescos e na produção industrial e artesanal de sorvete, néctar, doce, geléia, iogurte, licor, xarope, biscoito e bombom. A polpa também é consumida ao natural e exportada para Japão e Suécia (FRAIFE FILHO, 2007a).

As sementes são utilizadas para a elaboração do “cupulate”, produto com características nutritivas e organolépticas similares ao chocolate. Das sementes do cupuaçu também é extraída uma manteiga parecida com a manteiga de cacau. A casca de cupuaçu, que normalmente é descartada e usada como adubo, pode ser aplicada na geração de energia (FRAIFE FILHO, 2007a).

As folhas são utilizadas como calmante, na forma de infusão; o suco das folhas é utilizado no tratamento da bronquite e infecções renais; o chá da casca é usado no tratamento de diarreias. É considerada planta diurética e pelo fruto possuir conteúdo rico em vitamina C, recomenda-se como fonte antiescorbútica. Pelo seu alto teor em vitamina C é indicado para as pessoas que carecem desta vitamina como nos casos de gengivites, cirurgias, convalescentes, idosos, crianças em fase de crescimento (FREISE, 1933).

As determinações de polpa revelam excelentes características e teores médios de fósforo e de vitamina C superiores a muitas outras polpas de frutas. Cada 100g de cupuaçu *in natura* contém (Tabela 9).

Tabela 9. Composição centesimal do cupuaçu

Em 100g de parte comestível	*
Umidade	86,2%
Calorias	49kcal
Proteína	1,2g
Lipídios	1,0g
Carboidratos	10,4g
Fibra	3,1g
Cinzas	1,2g
Cálcio	13,0mg
Fósforo	21,0mg
Ferro	0,5mg
Tiamina	0,4mg
Riboflavina	0,04mg
Niacina	4,3mg
Ácido ascórbico	24,5mg

Fonte: * NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006

A cultura do cupuaçu, para ser bem sucedida, precisa de uma fundamental organização da produção, em cooperativas, associações de produtores, para que, contornando as dificuldades inerentes ao beneficiamento, estocagem e comercialização, se viabilize como atividade de produção agrícola sustentável, que venha consolidar a inserção desta preciosa fruta amazônica no negócio agrícola brasileiro (RIBEIRO et al., 2005).

2.1.14. FALSO-MANGOSTÃO

O falso-mangostão é uma espécie originária da Ásia, na região da China e Índia, podendo ser encontrado desde o Sul do Vietnã até a Malásia. O mangostanzeiro é uma planta frutífera exótica, pouco conhecida no Brasil, mas pode ser encontrada em alguns pomares domésticos, embora a maioria desconheça o seu verdadeiro nome. É também conhecido como mangostão-amarelo (SHINOHARA et al., 2008).

A árvore é perene, pois sobrevive e frutifica por muitos anos, tem até 20m de altura, tronco ereto, casca marrom-clara, copa densa e piramidal. As folhas são simples, verdes, lisas, brilhantes, subcoriáceas, de 22 a 30cm de comprimento por 8 a 12cm de largura e dispostas nos ramos em posição oposta, dois a dois. Na inserção das folhas nos ramos, principalmente nas apicais, pode-se observar uma gema com abertura longitudinal de onde sai o ramo novo. As flores são brancas, formadas em grupos e axilares (na base das folhas com o ramo). Os frutos têm formato arredondado ou levemente oval, contém um bico terminal; são esféricos; de cor verde-amarelada na maturidade e a semente é envolta em polpa amarela translúcida (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998; REYES, 2008).

A floração ocorre de novembro a fevereiro e a frutificação de março a agosto. Os frutos são comestíveis, ácidos, usados para sucos, refrescos, doces e geléias. Árvore muito usada como ornamental em grandes áreas, como parques e jardins público (REYES, 2008).

2.1.15. FRUTA-PÃO

A verdadeira região de origem da fruteira-pão é ainda motivo de controvérsias, as mais citadas são o sudeste da Ásia (Indonésia e Índia) e a Polinésia. Foi introduzida no Brasil em 1801. Constitui importante fonte de alimentação em diversos países da Ásia e é encontrada em regiões tropicais da América. No Brasil pode ser cultivada desde São Paulo ao Pará sendo muito encontrada no litoral dos estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998; EPSTEIN, 2000).

A fruteira-pão é uma árvore que alcança até 35m de altura, possui tronco ramificado com folhas e flores nos ramos terminais. A planta contém um leite branco, viscoso, em todas as suas partes. As folhas, de cor verde escura, variam de ovais a elípticas, medindo de 30 a 60cm de comprimento e 20 a 30cm de largura. As flores são amareladas, apétalas e pequeninas, as masculinas se mostram na forma de espiga e as femininas de receptáculos, onde se formam os frutos compostos. O fruto é globoso, com 20 a 25cm de diâmetro e 1 a 3kg. A superfície externa do fruto é recoberta por placas poligonais, cada uma correspondente a uma flor, lisas e amarelas, quando maduras. Desenvolve-se bem em clima tropical úmido, preferencialmente em regiões baixas e chuvosas (CAVALCANTE, 1976; DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

O fruto pode ou não conter sementes, daí a existência de duas variedades: *apyren* (sem sementes), vulgarmente conhecida pelo nome de “fruta-pão-de-massa” e *seminifera* (com caroços), fruta-pão-de-carço (CAVALCANTE, 1976).

A colheita inicia entre o terceiro e quinto ano de vida; para a fruta-pão-de-massa; o momento de colheita é indicado quando a casca torna-se amarelada e começa a exsudar seiva leitosa. O fruto com sementes simplesmente cai ao chão quando maduro. Os frutos conservam-se bem sob clima ambiente e podem ser transportados a longas distâncias (EPSTEIN, 2000).

A polpa madura é consumida *in natura* ou aproveitada para a fabricação de doces. A polpa quase madura pode ser cozida, assada, torrada, frita ou seca para o preparo de uma farinha bastante nutritiva. Industrialmente, a polpa pode ser aproveitada como fruta seca e farinha panificável, além de fonte para extração do amido e de farinha granulada semelhante ao "sagu". As sementes são consumidas assadas, torradas, ou

fervidas em água e sal. Em alguns estados brasileiros, as sementes são usadas em substituição ao feijão para preparar guisados e ensopados (EPSTEIN, 2000).

As sementes e a casca do tronco podem ser utilizadas como ração animal. Os ramos novos macerados liberam fibras empregadas na fabricação de cordas e esteiras. A madeira é utilizada na marcenaria e também produz carvão utilizável no preparo da pólvora. O látex é utilizado para fabricação de colas e em associação com fibras, usado para calafetar barcos (EPSTEIN, 2000).

A raiz do fruto é empregada como antidiarréico, contra reumatismo e beribéri. A polpa do fruto reduzida a pasta quente é supurativo para tumores e furúnculos. As sementes são utilizadas como tônico para estômago e rins e o látex, como cicatrizante de feridas (EPSTEIN, 2000).

A polpa da fruta-pão é rica em calorias, carboidratos, água, vitaminas B1, B2, C, cálcio, fósforo, ferro e tem baixo teor de gorduras. A Tabela 10 apresenta essas características.

Tabela 10. Composição centesimal da fruta-pão

Em 100g de parte comestível	*	**
Umidade	62,7-89,2%	80,9%
Calorias	105-109kcal	67kcal
Proteína	1,3-2,2g	1,1g
Lipídios	0,1-0,9g	0,2g
Carboidratos	21,5-29,5g	17,2g
Fibra	1,1-2,1g	5,5g
Cinzas	0,6-1,2g	0,7g
Cálcio	0,05mg	34mg
Fósforo	0,04mg	27mg
Ferro	0,6-2,4mg	0,2mg
Tiamina	0,08mg	0,03mg
Riboflavina	0,03-0,07mg	Traços
Niacina	0,5-0,9mg	Traços
Ácido ascórbico	15-33mg	9,9mg

Fonte: * MORTON, 1987

** NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006

2.1.16. GOIABA

A goiabeira é originada nas regiões Tropicais Americanas, onde aparece vegetando desde o México até o sul do Brasil. Atualmente encontra-se dispersa em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo em diversas regiões uma

importante fonte alimentar. No Brasil já era conhecida antes do descobrimento da América. Na região amazônica é uma das árvores frutíferas mais familiares, encontrada tanto cultivada como no estado subespontâneo, isto devido à facilidade com que se dispersa fora das culturas, principalmente pelos animais, que se encarregam de levar as sementes à considerável distância (CAVALCANTE, 1976; PEREIRA, 1995).

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais, sendo os estados de São Paulo, Minas Gerais e Pernambuco responsáveis por 74% da produção anual. A França, Grã-Bretanha, Dinamarca, Canadá, Suécia, Holanda e Alemanha Ocidental são os maiores importadores da goiaba brasileira *in natura* (SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA, 2009a).

A goiabeira é uma árvoreta de 3 a 10m de altura, de tronco tortuoso e ramificado, muito liso e descamante em placas, de coloração cinza-avermelhada ou castanha. As folhas são simples, opostas, oblongas, de ápice arredondado ou levemente agudo, base arredondada, pecíolo curto e canaliculado, pilosas na face inferior e glabras na superior, nervura proeminente na face inferior, com até 13cm de comprimento. As flores são solitárias, brancas, terminais ou axilares e vistosas. O fruto é uma baga com casca amarelada ou verde amarelada quando madura, polpa branca ou vermelha, mucilagínosa, com sementes comestíveis, numerosas, pequenas e muito duras (REYES, 2009).

A goiabeira adapta-se bem em qualquer região do Brasil, mas são considerados ideais os locais com precipitação média anual superior a 1.000mm, bem distribuída, e temperatura média anual entre 18 e 25°C. Não tolera geadas e ventos frios. A colheita ocorre de dezembro a abril. É realizada manualmente em estágio de vez de maturação, para a comercialização ao natural ou maduras firmes, quando destinadas à industrialização (SANTOS; MELETTI; QUAGGIO, 1998).

A goiaba é muito apreciada ao natural, pois quando madura tem polpa doce, mais ou menos sucosa e aromática, com regular quantidade de ácidos, açúcares e pectina. Seu principal emprego é na indústria de doces de corte, em pasta, geléias e compotas, mas também é processada na forma de sorvetes, sucos concentrados e polpa congelada (SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA, 2009a).

As raízes, cascas, folhas e frutos imaturos, devido à sua adstringência, são comumente empregados para tratar gastroenterite, diarreia e disenteria. As folhas esmagadas são aplicadas em feridas, úlceras e reumatismos, e as folhas são mastigadas

para aliviar a dor de dente. A decocção das folhas é empregada como remédio para tosse, dores de garganta e no peito, para aliviar úlceras e gengivas inflamadas, e, também, como vermífugo. A decocção das folhas tem sido eficaz para tratar vômitos e diarreia em pacientes com cólera. O tronco é utilizado para utensílios rurais, dada a elevada resistência e durabilidade. Além disso, a goiabeira é muito usada em recuperações de áreas degradadas, por atrair a fauna (MORTON, 1987).

A goiaba é considerada como uma das frutas mais ricas em vitamina C, além de possuir consideráveis teores de vitamina A e do grupo B, como a tiamina e niacina, e importantes minerais como fósforo, ferro e cálcio. A Tabela 11 apresenta a composição centesimal da goiaba.

Tabela 11. Composição centesimal da goiaba

Em 100g de parte comestível	*	**
Umidade	77-86%	85%
Calorias	36-50kcal	54kcal
Proteína	0,9-1,0g	1,1g
Lipídios	0,1-0,5g	0,4g
Carboidratos	9,5-10,0g	13,0g
Fibra	2,8-5,5g	6,2g
Cinzas	0,34-0,7-g	0,5g
Cálcio	9,1-17,0mg	-
Fósforo	17,8-30mg	15mg
Ferro	0,3-0,7mg	0,2mg
Tiamina	0,05mg	Traços
Riboflavina	0,03-0,04mg	Traços
Niacina	0,6-1,1mg	-
Ácido ascórbico	56-600mg	-

Fonte: * MORTON, 1987

** NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006

2.1.17. GRAVIOLA

A graviola é originária das terras baixas da América Tropical, mais precisamente da América Central e dos vales peruanos. Os exploradores espanhóis encontraram-na abundantemente na região do Caribe e, de lá, a distribuíram para outras áreas tropicais do mundo. No Brasil foi introduzida pelos portugueses no século XVI. As maiores áreas cultivadas encontram-se no Ceará, na Bahia e na região de cerrados do Brasil Central (FRANZÃO; MELO, 2008).

Os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Pará e Minas Gerais são citados como os principais produtores. Com a evolução do mercado, novas áreas produtoras foram implantadas, especialmente nas regiões litorâneas e semi-áridas do Nordeste do Brasil. A produção era destinada, em sua quase totalidade, à agroindústria, visando à obtenção de polpa, suco, néctar, etc. Nos últimos anos, uma parcela representativa é comercializada como fruta fresca, em especial nos mercados de São Paulo, Rio de Janeiro, Recife, Salvador, Fortaleza e Brasília. Na região Nordeste, onde estão os principais mercados atacadistas de graviola, têm-se observado ofertas regulares durante o ano, em razão do cultivo sob irrigação (LIMA, 2004).

A gravioleira é uma planta de porte médio e exuberante com altura variando de 4 a 8m, com caule único e ramificação assimétrica. As folhas, verdes brilhantes, são oblongo-lanceoladas ou elípticas, medem 14 a 16cm de comprimento e 5 a 7cm na maior largura. As flores são de cor verde-escura na fase juvenil passando a verde-clara na fase de frutificação, podem estar solitárias ou agrupadas surgindo diretamente no tronco, ou distribuídas em pedúnculos curtos axilares. O fruto é uma baga composta ou sincarpo cujo peso oscila de 0,4 a 10kg. A casca é verde-escura, quando os frutos estão desenvolvidos, é verde-clara, no ponto de colheita. Possui espículas parecidas com espinhos carnosos, moles e recurvados. A polpa é branca, muito sucosa e subácida com sabor e odor acentuados. As sementes, pretas, são encontradas em número aproximado de 100 por fruto (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998; MARTINS et al., 2002).

A graviola é um fruto climatérico, que atinge o pico de respiração e amadurecimento após sua colheita. Não se deve, portanto, deixá-lo completar o amadurecimento na planta, não só para evitar sua perda de qualidade, mas também a queda prematura e o esmagamento da polpa, o que a deprecia para o mercado. Durante a colheita, o transporte da graviola é geralmente feito em caixas, para evitar que os frutos fiquem comprimidos e sofram danos recomenda-se o uso de palha, capim seco ou esponja entre as camadas de frutos. A colheita ocorre de janeiro a março (FRANZÃO; MELO, 2008).

No Brasil, o cultivo e conseqüente consumo da graviola vêm crescendo a cada dia. Nos países europeus onde há um crescente interesse por frutas tropicais, a graviola tem um mercado forte. O interesse é grande, e a demanda comercial ainda é pequena diante de um mercado em expansão. Assim, a graviola já ocupa lugar de importância entre as frutas tropicais brasileiras de excelente valor comercial. Prestando-se bem ao

processamento, a polpa é utilizada na indústria para produção de sucos concentrados, polpas congeladas, néctar, geléias e cremes. Além disso, são extraídos, da casca do tronco, das folhas e das sementes, alcalóides, como a anonina e a muricuna, destinados à produção de inseticidas (SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA, 2007).

Este fruto tem uma história rica e de longo uso como erva medicinal. As folhas são utilizadas sob a forma de chás e infusões para combater diabetes. Geralmente a fruta ou seu suco é consumido contra vermes e parasitas. As sementes esmagadas são usadas como vermífugos contra parasitas externos e solitários internos. A casca e as raízes são consideradas sedativas, antiespasmódico, hipotensivos, antitumorais e para os nervos (MORTON, 1987).

Ela é boa fonte de vitaminas do complexo B, importantes para o metabolismo de proteínas, carboidratos e gorduras. Contém também cálcio, fósforo, ferro e vitamina C. A Tabela 12, a seguir, resume essas características.

Tabela 12. Composição centesimal da graviola

Em 100g de parte comestível	*	*
Umidade	82,8%	82,2%
Calorias	61,3-53,1kcal	62,0kcal
Proteína	1,0g	0,8g
Lipídios	1,0g	0,2g
Carboidratos	14,6g	15,8g
Fibra	0,8g	1,9g
Cinzas	60g	1,0g
Cálcio	10,3mg	40mg
Fósforo	27,7mg	19,0mg
Ferro	0,6mg	0,2mg
Tiamina	0,11mg	0,17mg
Riboflavina	0,05mg	0,12mg
Niacina	1,28mg	Traços
Ácido ascórbico	29,6mg	19,1mg

Fonte: * MORTON, 1987

** NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006

2.1.18. JAMBO-VERMELHO

O jambo-vermelho é originário da Malásia de onde se dispersou para as regiões tropicais da África e América. É comumente cultivado das ilhas de Java a Filipinas e Vietnã, também é muito cultivado no sul da Índia. No Brasil é encontrado nos estados

da região Norte, Nordeste e nas regiões quentes do Sudeste (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998; MORTON, 1987).

A árvore alcança de 12 a 15m de altura, com uma copa muito característica por seu aspecto cônico-alongado e denso, de crescimento rápido. As folhas são coriáceas, oblongo elípticas de 20 a 22cm de comprimento e de 6 a 9cm de largura, verde-escuras e brilhantes na arte superior e verde opacas na face inferior. As inflorescências aparecem em racemos axilares, com flores hermafroditas, de cor vermelha. O fruto é uma drupa piriforme de 5 a 8cm de comprimento, peso médio de 85g, superfície vermelho-escura, polpa branca, succulento-esponjosa, contendo uma semente globosa de cloração marrom de 2 a 3cm de diâmetro. São citadas variedades com e sem sementes (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

De agosto a fevereiro, época da florada, ela se recobre de flores vermelhas, dando-lhe um aspecto bastante ornamental. Os frutos desenvolvem-se desta data até a época de colheita, que se dá de janeiro a maio (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

O jambo-vermelho é consumido *in natura* ou na forma de compotas e doces (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998). Em Porto Rico é comum o preparo de vinhos branco e tinto de mesa. Na Indonésia, as flores são consumidas em saladas ou preparadas na forma de xaropes. As folhas e brotos jovens são consumidos crus com arroz ou como verdura (MORTON, 1987).

O jambo-vermelho possui propriedade adstringente, antibacteriana, antiviral, estomáquica e laxante. É indicado contra tosse, catarro nos pulmões, diabete, diarreia, disenteria, constipação e enxaqueca. A bebida obtida da decocção da casca do tronco pode ser utilizada como paliativo para dores de estômago e diarreia. Também é relatado benefício sobre a pressão sanguínea (MORTON, 1987; AHMAD; ISMAIL, 2003).

O jambo-vermelho contém vitaminas A, B1, B12, além de cálcio, ferro e fósforo, descritos na Tabela 13.

Tabela 13. Composição centesimal do jambo-vermelho

Em 100g de parte comestível	*
Umidade	90,3-91,6%
Proteína	0,5-0,7g
Lipídios	0,1-0,2g
Fibra	0,6-0,8g
Cinzas	0,3-0,4g
Cálcio	5,6-5,9mg
Fósforo	11,6-17,9mg
Ferro	0,2-0,8mg
Tiamina	0,01-0,04mg
Riboflavina	0,02-0,04mg
Niacina	0,21-0,040mg
Ácido ascórbico	6,5-17,0mg

Fonte: * MORTON, 1987

2.1.19. JUJUBA

A jujuba é uma frutífera exótica, nativa em áreas subtropicais da China e Japão, onde ela tem sido cultivada há mais de 4000 anos e onde existe mais de 400 cultivares. Hoje a planta é cultivada na Rússia, norte da África, sul da Europa e no sudoeste dos Estados Unidos. Ocasionalmente é cultivada em pomares domésticos nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (CALIFORNIA RARE FRUIT GROWERS, 2008; LORENZI et al., 2006).

A árvore é caducifólia, espinescente ou inerte, de 6 a 10m de altura, com brotos basais capazes de reproduzir vegetativamente a planta. Suas folhas são simples, cartáceas, glabras, trinervadas a partir da base, de 3 a 6cm de comprimento, com pecíolo de cerca de 5 mm. As flores são pequenas, dispostas em fascículos paucifloros, formadas de novembro a janeiro. Os frutos são elipsóides de 2 a 3cm. Possui casca comestível de coloração esverdeada, mudando para rosada a vermelha com a maturação. A polpa é branca, esponjosa e apresenta de 1 a 2 sementes. Logo após se tornar avermelhada a jujuba começa a perder a consistência, fica com uma aparência enrugada e muda o sabor, por isso muitas pessoas preferem comê-la antes que ela atinja completamente a coloração vermelha (CALIFORNIA RARE FRUIT GROWERS, 2008; DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998; LORENZI et al., 2006).

O fruto, além de consumido *in natura*, pode ser processado, em suco ou na forma de doce (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998). Estudos indicam elevado conteúdo de vitamina C. Esta fruta tem sido utilizada com a finalidade

medicinal por diversas culturas, sendo que um dos usos mais populares é na forma de chá contra dor de garganta (CALIFORNIA RARE FRUIT GROWERS, 2008).

2.1.20. KIWANO

O kiwano é nativo da África Tropical e é cultivado principalmente nas regiões Sul e Centro do continente Africano, bem como nos Estados Unidos, Israel, Quênia, Nova Zelândia, Itália, Portugal e Alemanha. No Brasil, o kiwano tem se tornado bastante conhecido e é cultivado comercialmente em regiões de altitude do sul (KUROZAWA, 2008; LORENZI et al., 2006).

É uma planta de ciclo anual, pouca vigorosa, herbácea, rasteira ou trepadeira, forma gavinhas (estruturas para se prender nos suportes) e pode crescer até 3m de comprimento. As folhas são grandes com 6 a 12cm de largura, cordiformes, pilosas, membranáceas, inteiras ou recortadas formando lóbulos que lembram folhas de pepino. As flores são amarelas, solitárias, com 2,50cm de diâmetro, pedúnculo longo (haste que liga a flor ao caule), monóicas ou unissexuadas (flores masculinas e femininas produzidas separadamente numa mesma planta) e autocompatíveis. Os frutos têm formato oval, dimensão de 10 a 15cm de comprimento por 6 a 10cm de diâmetro e na sua superfície contém várias protuberâncias. A cor da casca é verde-amarelada e depois passa a vermelho-alaranjada. A polpa verde, translúcida e succulenta contém muitas sementes pequenas parecidas com as do pepino. Em geral, um fruto pesa em torno de 200g, mas pode ser maior (KUROZAWA, 2008; LORENZI et al., 2006).

A planta se desenvolve bem em clima quente a ameno e não tolera frio e local muito úmido. A propagação é feita exclusivamente por sementes. O kiwano imaturo pode ser armazenado em temperatura ambiente por até duas semanas. O kiwano maduro dura cerca de 3 a 4 dias à temperatura ambiente (BENZIONI, 2007).

Os frutos maduros são consumidos ao natural, mas pouco apreciados, ou usados no preparo de refrescos, drinques, saladas diversas, ingredientes em geléias e cozidos de carne e de peixe. As folhas também podem ser consumidas após cozimento. Os frutos ainda podem ser utilizados na ornamentação pelo visual atraente e vida útil muito longa em ambiente normal e seco (KUROZAWA, 2008).

É uma fruta de muito baixo valor calórico. Apresenta um conteúdo significativo de potássio e baixa contribuição de sódio. Seu consumo é recomendado para as pessoas

que sofrem de diabetes, hipertensão arterial ou que apresentam problemas de coração. Deve ser evitado por pessoas que sofrem de insuficiência renal (KUROZAWA, 2008).

2.1.21. MANGA

Originária do sul da Ásia, a manga dispersou-se por todos os continentes, sendo cultivada, atualmente, em todos os países de clima tropical e subtropical. Foi trazida ao continente americano pela primeira vez no Brasil através dos portugueses. A manga destaca-se como uma fruta de alto valor comercial em muitas regiões do mundo, principalmente nas regiões tropicais. É a quarta fruta dos trópicos a alcançar o mercado internacional, depois da banana, do abacaxi e do abacate (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

O Brasil está entre os nove principais países produtores de manga do mundo com uma área de 67 mil hectares. A região Nordeste é a principal região produtora de manga do país com 53% da produção nacional, sendo o Vale do São Francisco o principal produtor e exportador de manga (PINTO, 2002).

As mangueiras são árvores de grande porte, podendo atingir entre 35 e 40m de altura, com um raio de copa próximo de 10m. Suas folhas são perenes, com 15 a 35cm de comprimento e 6 a 16cm de largura; quando jovens estas folhas são rosa-alaranjadas. As flores são pequenas, polígamas, reunidas em panículas terminais. A manga é uma fruta do tipo drupa, de coloração variada: amarelo, laranja e vermelha. A polpa é suculenta e muito saborosa, em alguns casos fibrosa, encerrando uma única semente grande no centro (CAVALCANTE, 1976).

Na Índia já foram descritas mais de mil variedades. No Brasil são plantadas comercialmente algumas variedades de origem americana, como ‘Tommy Atkins’, ‘Keitt’, ‘Palmer’ e ‘Haden’. Existem mais de 200 variedades nacionais, algumas com excelentes qualidades, como a ‘Bourbon’.

A manga é uma planta tipicamente tropical, que se adapta em locais com inverno sem geadas e períodos secos, o que é importante para sua produção. A época de maturação varia nas diversas regiões produtoras, sendo influenciada pelas condições climáticas. A colheita deve ser realizada quando o fruto completa o seu desenvolvimento (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

A manga pode ser consumida de diversas formas, a principal delas é *in natura*, ou transformada em diferentes produtos, como calda, suco, néctar, geléia, *chutney* (molho agridoce) e muitos outros produtos. As amêndoas, contidas no interior do caroço, são um importante subproduto da indústria de transformação da manga. Constituem 13% do peso da fruta, 55% a 65% do peso do caroço. Essas amêndoas, em tempos de escassez alimentar na Índia, são torradas ou cozidas para consumo. Após a embebição para dissipar a adstringência (taninos), as amêndoas são secas e moídas e então são misturadas à farinha de trigo ou de arroz para fazer pão. A gordura extraída das amêndoas é branca; sólida, como manteiga de cacau e de sebo; comestível e tem sido proposta como um substituto da manteiga de cacau no chocolate. A casca da manga representa de 20% a 25% do peso total do fruto. Há diversos estudos que propõem que a casca pode ser utilizada como fonte de pectina. O rendimento médio em uma base de peso seco é de 13%. Na Indonésia e nas Filipinas as folhas jovens da mangueira são consumidas cozidas (MORTON, 1987).

As sementes podem ainda, após a remoção de taninos e secagem, ser utilizadas na alimentação de aves e de bovinos. Devido a o elevado teor de ácido esteárico encontrado na gordura das sementes, ela se presta bem para fazer sabão e o resíduo dessas sementes, após extração de gordura, é utilizável para o enriquecimento do solo e alimentação de animais (MORTON, 1987).

A manga é uma fruta rica em nutrientes e Vitamina A. A Tabela 14 apresenta a composição centesimal da manga.

Tabela 14. Composição centesimal da manga

Em 100g de parte comestível	*
Umidade	78,9-82,8%
Calorias	62,1-63,7g
Proteína	0,4g
Lipídios	0,3-0,5g
Carboidratos	16,2-17,2g
Fibra	0,8-1,1g
Cinzas	0,3-0,5g
Cálcio	6,1-12,8mg
Fósforo	5,5-17,9mg
Ferro	0,2-0,6mg
Tiamina	0,02-0,07mg
Riboflavina	0,02-0,07mg
Niacina	0,02-0,71mg
Ácido ascórbico	7,8-172,0mg

Fonte: * MORTON, 1987

A manga também apresenta diversas propriedades medicinais. As flores secas, contendo 15% tanino, são utilizadas como adstringente em casos de diarreia, disenteria crônica, catarro da bexiga e uretrite crônica resultante da gonorréia. A casca do tronco contém mangiferina e também possui propriedade adstringente, é empregado contra difteria e reumatismo. A goma resinosa extraída do tronco é aplicada sobre fissuras na pele dos pés e sobre a sarna, e é considerada útil nos casos de sífilis. As amêndoas do caroço, na forma de decocção ou em pó, são utilizadas como vermífugo e como adstringente em casos de diarreia e hemorragias. A gordura do caroço é administrada em casos de estomatite (MORTON, 1987).

2.1.22. MANGOSTÃO

O mangostão, originário do sudeste Asiático, é considerado uma das frutas mais saborosas do trópico asiático. Atualmente o mangostanzeiro é encontrado na Malásia, Filipinas, Costa do Marfim, Madagascar, Sri Lanka, Índia, China e Austrália. No novo continente é cultivado na Costa Rica, Porto Rico, República Dominicana, Jamaica, Panamá, Havaí, Honduras, Guatemala, Sul da Flórida, Cuba e Brasil. No Brasil, foi introduzido definitivamente por volta de 1935, na Bahia, e em 1942 no Pará. A produção se concentra nesses estados e em pequena escala, é produzido no Espírito Santo e São Paulo. O mangostão é bastante conhecido nos países produtores, mas só recentemente vem sendo exportado para outros países. Os mercados da Europa vêm sendo abastecidos por países asiáticos e os dos Estados Unidos por países da América Central (SACRAMENTO, 2001).

O mangostanzeiro é uma árvore de 10 a 20m de altura a 9 a 12m de diâmetro, com um tronco central de onde saem ramos horizontais opostos que dão à copa um formato cônico. As folhas são simples e opostas, forma oblonga e elíptica. Quando novas apresentam coloração avermelhada e quando adultas, verde oliva brilhante na superfície superior e verde amarela na superfície inferior. As flores são somente femininas, as quais não necessitam de polinização para desenvolverem frutos; estas são terminais, solitárias, ou agrupadas em 2 ou 3. O fruto é uma baga arredondada com 4 sépalas na base, diâmetro de 6 a 8cm, de cor verde quando em desenvolvimento passando para coloração arroxeada quando maduro. Quando cortado transversalmente o fruto apresenta casca com espessura de 6mm e polpa formada por 4 a 8 gomos brancos,

os quais contém sementes de 2 a 2,5cm de comprimento (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

O mangostão requer clima quente e úmido não resiste a secas prolongadas. O período de frutificação do mangostanzeiro varia de acordo com as condições climáticas e, no estado do Pará, o principal período de colheita estende-se de janeiro a maio e uma colheita menor ocorre em agosto e setembro. Na Bahia, a safra principal é geralmente em março e abril e outra colheita acontece em agosto. Os frutos são colhidos manualmente, limpos, classificados e colocados em caixas de papelão e são vendidos principalmente em grandes centros urbanos (SACRAMENTO et al., 2007).

O mangostão é uma fruta exótica de sabor apreciável, utilizada principalmente como fruto fresco. A casca do mangostão apresenta em sua composição uma classe de substâncias, conhecida como xantonas, que tem despertado grande interesse das indústrias de alimentos e farmacêutica. Essas substâncias possuem alto poder antioxidante e agem no organismo humano, trazendo benefícios à saúde. Em decorrência dessa característica, o mangostão vem sendo aproveitado integralmente, e diversos produtos são encontrados envolvendo o suco de mangostão, no qual o produto é obtido a partir da trituração do fruto com todas as suas partes (casca, polpa e sementes). Tais frutos têm conquistado novos mercados, pelas suas supostas propriedades nutracêuticas. Cápsulas contendo extrato da casca de mangostão também são encontradas no mercado. O uso da casca do mangostão em casos de disenteria e diarreia crônica já é bastante conhecido pela medicina popular e a infusão feita das folhas tem sido utilizada no tratamento de ferimentos. A casca também pode ser utilizada como tintura comercial e a madeira do tronco, de cor marrom escura, pode ser utilizada na construção de móveis (SACRAMENTO et al., 2007).

O mangostão apresenta diversos nutrientes em sua composição, conforme demonstra a Tabela 15, a seguir.

Tabela 15. Composição centesimal da graviola

Em 100g de parte comestível	*	**
Umidade	80,2-84,9%	79,2-79,7%
Calorias	60-63kcal	76kcal
Proteína	0,5-0,6g	0,5-0,7g
Lipídios	0,1-0,6	-
Carboidratos	14,3-15,6g	18,6-19,8g
Fibra	5,0-5,1g	0,3-1,3g
Cinzas	0,2g	-
Cálcio	0,01-8,0mg	11,0-18,0mg
Fósforo	0,02-12,0mg	11,0-17,0g
Ferro	0,2-0,8mg	0,3-0,9g
Tiamina	0,03mg	0,06-0,09mg
Riboflavina	-	0,01-0,06mg
Niacina	-	0,04-0,1mg
Ácido ascórbico	1,0-2,0mg	2,0-66,0mg

Fonte: * MORTON, 1987

** SACRAMENTO, 2001

2.1.23. MARACUJÁ

O maracujá é originário da América Tropical, com mais de 150 espécies nativas do Brasil. Entretanto, entre tantas espécies diferentes, nem todas produzem frutos comestíveis e aproveitáveis e apenas um pequeno número consegue ocupar espaços nos grandes mercados. A produção do maracujá tem seus maiores produtores localizados na América do Sul, onde o Brasil, a Colômbia, Peru, Equador, Venezuela e Costa Rica são os maiores exportadores. Quênia e outros países africanos destacam-se na exportação de frutas frescas para o Continente Europeu (SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA, 2009b).

O Brasil é o maior produtor mundial com produção de 330 mil toneladas e área de aproximadamente 33 mil hectares. A Bahia é o principal produtor, com cerca de 77 mil toneladas, em 7,8 mil hectares, seguido por São Paulo com cerca de 58 mil toneladas em 3,7 mil hectares; Sergipe, com 33 mil toneladas, em 3,9 mil hectares e Minas Gerais, com 25 mil toneladas, em 2,8 mil hectares (FRAIFE FILHO; LEITE; RAMOS, 2008).

O maracujazeiro é uma planta trepadeira, com gavinhas, sublenhosa, caule cilíndrico ou ligeiramente anguloso, robusta, formando um cipó, pode atingir de 5 a 10m de comprimento. As folhas são simples alternadas, lobadas ou digitadas. As flores são hermafroditas; com coloração que varia de espécie para espécie, bem como a fileira

de filamento constituindo a coroa; servem para atrair os insetos polinizadores. A produção de flores ocorre em ramos novos. O fruto é uma baga geralmente esférica, com casca amarela, podendo ocorrer formas de cor roxo-avermelhada, apresentam até 9cm de diâmetro e peso de 60 a 190g. Possui em média, 250 sementes ovais e achatadas, com 5mm a 6mm de comprimento e 3mm a 4mm de largura, envolvidas por um arilo sucoso, amarelado, de sabor ácido e aroma forte (ALVES; MELO, 2009).

Dentre as Passifloras a espécie mais cultivada no Brasil é a *Passiflora edulis Sims. F. flavicarpa*, que tem como nome vulgar maracujá-amarelo ou azedo, seguida pela *Passiflora alata Dryand.* ou maracujá-doce. O maracujá-amarelo é utilizado principalmente no preparo de sucos. O maracujá-doce é destinado para o mercado de fruta fresca, devido a sua baixa acidez. A espécie *Passiflora edulis Sims.*, conhecida como maracujá-roxo, é muito cultivado na Austrália, África e Sudeste Asiático (ALVES; MELO, 2009).

A comercialização da fruta fresca é feita nas feiras livres, mercados municipais, atacadistas, indústria de sucos e para exportação. Para o mercado de frutas frescas, os frutos devem ser colhidos ainda presos à planta. Os frutos coletados no solo devem ser destinados à indústria. A colheita ocorre no verão e outono (FRAIFE FILHO; LEITE; RAMOS, 2008).

O seu principal uso está na alimentação humana, na forma de sucos, doces, geléias, sorvetes, licores entre outros. O seu suco é uma boa fonte de vitamina A e C, além daquelas do complexo B (B1, B2 e B5). É rico em minerais como cálcio, fósforo e ferro (LIMA; FANCELLI, 2006). A Tabela 16 apresenta a composição centesimal do maracujá.

Tabela 16. Composição centesimal do maracujá-amarelo

Em 100g de parte comestível	*	**
Umidade	-	82,9%
Calorias	90kcal	68kcal
Proteína	2,2g	2,0g
Lipídios	0,05g	2,1g
Carboidratos	21,2g	12,3g
Fibra	0,7g	1,1g
Cinzas	0,4g	0,8g
Cálcio	13,0mg	5,0mg
Fósforo	17,0mg	51,0mg
Ferro	1,6mg	0,6mg
Tiamina	0,03mg	Traços
Riboflavina	0,13mg	0,05mg
Ácido Pantotênico	2,42mg	-
Niacina	1,5mg	-
Ácido ascórbico	30,0mg	19,8mg

Fonte: * SIZARET & JARDIN, 1999

** NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006

No processamento do maracujá para a produção do suco são gerados dois importantes resíduos sólidos. A casca ou bagaço e a torta de sementes, os quais apresentam várias possibilidades de uso. O rendimento do beneficiamento dos frutos do maracujá é de 60% de cascas, 30% de suco e 10% de sementes, o que justifica a elevada produção de bagaço. O bagaço é utilizado parcialmente como combustível de processamento, ou ainda, para incubação orgânica da cultura, após pulverização com solução de cal. Além disso, a casca pode ser utilizada para obtenção de pectina, empregada pela indústria alimentícia como aditivo, ou ainda, na alimentação de suínos e bovinos, misturada às rações. Das sementes são extraídos óleos essenciais contendo os ácidos graxos linoléico, oléico e palmítico, utilizados pela indústria alimentícia, de perfumes e aromas (ALVES; MELO, 2009).

O maracujá possui várias propriedades terapêuticas devido ao seu conteúdo de passiflorina, calmofilase e maracugina. O seu uso como medicamento é um hábito utilizado pela humanidade há muito tempo. Alguns dos seus efeitos terapêuticos estão comprovados, outros efeitos, apesar de não estarem comprovados cientificamente, são amplamente utilizados por meio do conhecimento popular, podendo-se listar uma série de usos medicinais do maracujazeiro (LIMA; FANCELLI, 2006).

O chá, na forma de infusão das folhas, é utilizado em casos de alcoolismo crônico, asma, coqueluche, convulsão infantil, diarreia, disenteria, dor de cabeça nervosa, erisipelas, úlceras, nevralgias, tétano, crises nervosas e neurastênicas, insônias

e tosses de origem nervosa. As folhas são usadas, ainda, como diurético, calmante e antifebril. As sementes, cruas e secas, têm ação anti-helmíntica. A farinha da casca do maracujá é utilizada como fonte de fibras dietéticas, indicada para diabéticos. O uso do maracujá é contra-indicado para pessoas que apresentam hipotensão, ou seja, pressão sanguínea baixa (LIMA; FANCELLI, 2006).

2.1.24. MASSALA

A massala é uma fruta exótica originária da África Tropical. Foi introduzida no Brasil há algum tempo, porém é cultivada apenas por colecionadores (LORENZI et al., 2006).

A massaleira é um arbusto de porte médio, de copa arredondada, meio aberta. As folhas são coriáceas, glabras e brilhantes, de 5 a 7cm de comprimento e bem marcadas por nervuras principais que partem da base. As flores são andróginas formadas de dezembro a janeiro, dispostas em pequenos racemos terminais. O fruto apresenta de 10 a 12cm de diâmetro; cor verde externamente; casca lisa, dura e grossa, contendo internamente uma polpa de cor amarelo-alaranjada, quando madura, gelatinosa, com muitas sementes grandes; seu sabor é sub-ácido. A polpa é utilizada para consumo *in natura*. Na África, é consumida na forma de uma bebida fermentada (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998; LORENZI et al., 2006).

2.1.25. SAPOTA-PRETA

A sapota-preta é uma espécie frutífera popular originada da América Central. Não muito comum nos trópicos, apesar de ter sido introduzido em vários países, inclusive na Ásia. Ao contrário do que poderia supor-se, a sapota-preta não pertence à mesma família da sapota (*Manilkara zapota* (L.) P. Royen) ou da sapota-branca (*Casimiroa edulis* La Llave & Lex.) Na verdade ela pertence à mesma família do caqui, família Ebenaceae (MORTON, 1987)

A planta é de porte pequeno a médio, mas pode chegar 15m de altura. As folhas são elípticas, verde-escuras e de tamanho grande, com 12,8cm de comprimento e 9,4cm de largura, são grossas e brilhantes e dão um aspecto ornamental à copa. As flores são

pequenas, brancas, hermafroditas ou estaminadas. O fruto é ovalado, tem de 7 a 12cm de diâmetro, apresenta um típico cálice no pedúnculo, de cor verde escuro externamente e com polpa preta, quando maduro. Tem poucas sementes. A polpa é cremosa e adocicada, fraca a insípida (DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998).

A sapota-preta é consumida ao natural ou misturada a outros frutos em sucos. Também é consumida na forma de cremes e no preparo de sobremesas e sorvete. Na América Central, a partir da sapota-preta fermentada é produzido um licor (MORTON, 1987).

A sapota-preta é uma boa fonte de vitamina C. A Tabela 17 apresenta a composição centesimal da fruta:

Tabela 17. Composição centesimal da sapota-preta

Em 100g de parte comestível	*
Umidade	79,5-83,1g
Proteína	0,6-07g
Lipídios	0,01g
Carboidratos	12,8-15,1g
Cinzas	0,4-0,6g
Cálcio	22,0mg
Fósforo	23,0mg
Ferro	0,36mg
Riboflavina	0,03mg
Niacina	0,20mg
Ácido ascórbico	191,7mg

Fonte: * MORTON, 1987

Na Ásia a planta também é utilizada devido a suas propriedades medicinais. A decocção das folhas é empregada como adstringente e febrífugo. Diversas preparações são utilizadas contra hanseníase e outras doenças de pele (MORTON, 1987).

2.2. PECTINA

A pectina forma um grupo de polissacarídeos que são encontrados na parede celular primária e nas camadas intercelulares de vegetais superiores. Em conjunto com a celulose, hemicelulose e lignina, contribui para a adesão entre as células e para a resistência mecânica da parede celular. Sua quantidade e natureza têm grande influência

na textura dos frutos durante seu crescimento, amadurecimento, armazenamento e processamento (NUSSINOVITCH, 1997).

As moléculas de pectina são formadas por uma cadeia principal linear de unidades repetidas de (1→4)- α -D-ácido galacturônico, sendo que parte destas unidades apresenta-se esterificada como éster metílico (Figura 1). A molécula de pectina pode conter de 200 a 1000 unidades de ácido galacturônico (PÉREZ; MAZEAU; PENHOAT, 2000). Na maioria das células das plantas, a pectina é inicialmente sintetizada com uma formação com alto grau de metoxilação, a protopectina e, em seguida, é demetoxilada por uma série de pectina-metilesterases, à pectina e ácido péctinico, a fim de alcançar as características específicas de cada parede celular (WILLIATS; KNOX; MIKKELSEN, 2006).

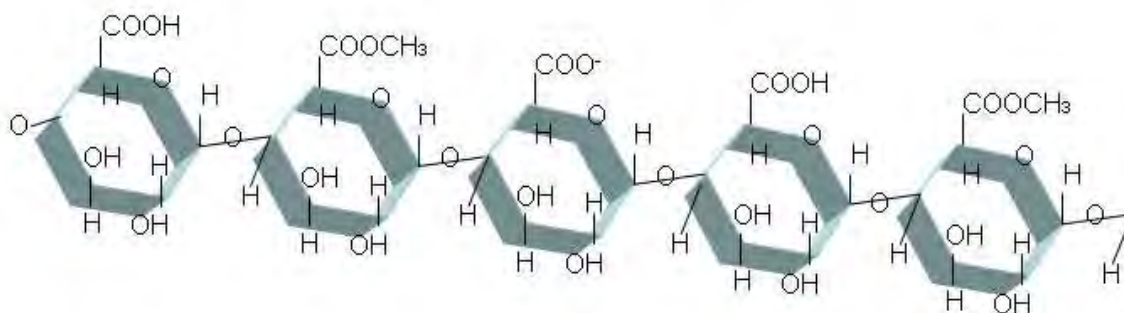


Figura 1. Estrutura química da cadeia de pectina

As cadeias de resíduos galacturonato são, porém, interrompidas por unidades de (1→2)- α -L-ramnose, às quais estão ligadas cadeias laterais, formadas por açúcares neutros. Essas cadeias laterais são responsáveis pela união das moléculas de pectina à matriz polissacarídica da parede celular vegetal (PÉREZ; MAZEAU; PENHOAT, 2000).

O ácido D-galacturônico é o principal açúcar constituinte das substâncias pécticas em geral e outros açúcares, tais como D-galactose, L-arabinose, D-xilose, L-ramnose, L-fucose e traços de 2-O-metilfucose são encontrados em proporções variáveis (PÉREZ; MAZEAU; PENHOAT, 2000). Os açúcares neutros podem limitar a cadeia principal de ácido galacturônico, podem estar inseridos nela ou ainda ser parte de polissacarídeos contaminantes (glucanas e xiloglucanas) (NUSSINOVITCH, 1997).

A pectina possui duas diferentes regiões, como demonstrado na Figura 2. A cadeia principal, sem ramificações, denominada de homogalacturanas, é caracterizada apenas pelos resíduos de ácido D-galacturônico. As homogalacturanas podem ser metiladas no carbono 6 ou acetiladas, nos oxigênios 2 ou 3. A outra região é composta pelos resíduos de ácido D-galacturônico intercalados com resíduos de L-ramnose altamente ramificado e é denominada rhamnogalacturanas. Com base nos resíduos de açúcar que formam as cadeias laterais, as rhamnogalacturanas (RG) podem ser classificadas em RG I e RG II (VIDAL et al., 2000; HERRON et al., 2000).

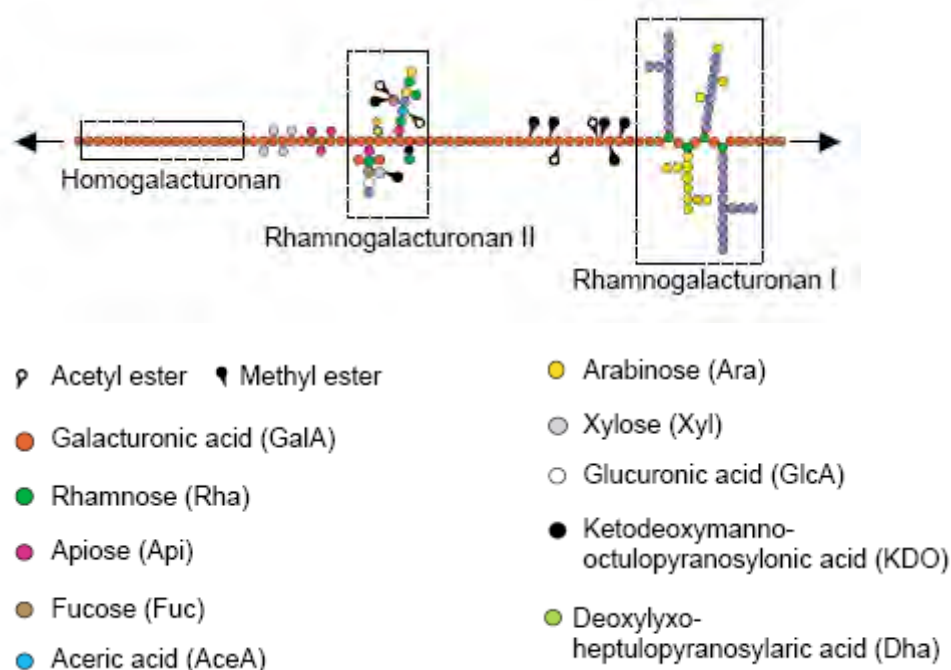


Figura 2. A estrutura básica da pectina (WILLIATS; KNOX; MIKKELSEN, 2006)

Além de seu importante papel na estrutura dos vegetais e frutos, a pectina é muito conhecida e empregada devido à sua capacidade gelificante, espessante, texturizante, emulsificante e estabilizadora. Esta multifuncionalidade da pectina se origina da natureza de suas moléculas, com regiões polares e não-polares quem tornam possível sua incorporação em diversos sistemas. Por se tratar de uma substância com tantas propriedades de interesse tecnológico, a pectina se tornou um biopolímero de grande valor para as indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (HOEFLER, 1991).

A qualidade e a quantidade de pectina é um fator de grande relevância na fabricação de produtos derivados de frutas e vegetais como, por exemplo, doces,

geléias, polpas, sucos, entre outros. Isso porque, a pectina influencia nas condições de processamento e determina as características sensoriais do produto final. Suas diversas funcionalidades também a tornam um importante ingrediente em geléias, doces em massa, comidas congeladas, iogurtes, bebidas lácteas e mais recentemente em alimentos de baixa caloria, como substituinte de gordura e/ou açúcar (LIU; XU; GUO, 2007; THAKUR; SINGH; HANDA, 1997).

As pectinas são tradicionalmente classificadas como de alto grau de metoxilação (HMP – *high methyl pectin*) e baixo grau de metoxilação (LMP – *low methyl pectin*), com proporções maiores que 50% e menores que 50%, respectivamente. Comercialmente, as pectinas com alto grau de metoxilação apresentam teores na faixa 55 a 75%, já nas de baixo grau de metoxilação, esses teores variam na faixa 15 a 45%. Em algumas pectinas de baixo grau de metoxilação o grupo metil pode ser substituído por grupos amida, que variam de 10 a 25% (CP KELCO, 2007).

Vários fatores determinam as propriedades de gelificação, incluindo temperatura, tipo de pectina, grau de metoxilação, grau de acetilação, pH, açúcar e outros solutos e cálcio. A HMP forma géis com conteúdo de sólidos solúveis acima de 55% e pH de 2,0 a 3,5. Este gel se estabiliza através de interações hidrofóbicas do grupo éster metílico e da formação de pontes de hidrogênio intermoleculares. O pH ácido provoca a protonação dos grupos carboxílicos, diminui a repulsão eletrostática entre as cadeias e aumenta a formação de pontes de hidrogênio. A adição de um sólido solúvel, como a sacarose, diminui a atividade de água, diminuindo a disponibilidade de água livre para solvatar o polissacarídeo, aumentando as interações hidrofóbicas entre os grupos éster metílicos. O gel formado por HMP pode ser utilizado em geléias com pedaços, polpa de frutas, iogurte líquido, sucos concentrados, bebidas lácteas acidificadas, sorvetes de frutas, entre outros (HEBBEL, 1979).

A LMP pode ser utilizada em geléias de baixo teor de sólidos (15 – 60%), geléias dietéticas, iogurtes, doces de leite, entre outros. Para a formação de géis a LMP necessita de sais de cálcio solúveis, que podem estar presentes nas frutas, no leite ou podem ser adicionadas como soluções diluídas de fosfato e cloreto. O gel de LMP se estabiliza por interações entre os grupos carboxílicos e íons divalentes (cálcio). Esta pectina não necessita de açúcar para geleificar, porém a adição de 10 a 20% melhora a textura do gel, tornando-o mais elástico e menos frágil (HEBBEL, 1979).

Dentro do mercado de hidrocolóides, aditivos utilizados na indústria de alimentos, a pectina é uma importante alternativa. Os hidrocolóides são polímeros de

cadeia longa e alta massa molecular que se dispersam em água para dar o efeito de espessamento ou de aumento de viscosidade aos alimentos. Mais de 20 tipos de hidrocolóides são utilizados para modificar aspectos da qualidade dos alimentos, com o propósito de satisfazer a demanda do mercado por produtos inovadores e funcionais (FURTADO, 2004; WILLIATS; KNOX; MIKKELSEN, 2006).

A maioria dos hidrocolóides é oriunda de atividades extrativistas, com característica sazonal, e os desabastecimentos, cada vez mais freqüentes, de importantes gomas vegetais utilizadas no setor vem obrigando produtores e clientes a procurarem alternativas tecnológicas. As gomas são extraídas principalmente de algas marinhas e exsudados de árvores e sementes, diferente da pectina que está presente na parede celular de grande parte dos vegetais superiores (FURTADO, 2004).

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).

Outras aplicações da pectina incluem o uso como filme comestível, substituto do papel, espumante e plastificante (THAKUR; SINGH; HANDA, 1997).

A maior parte da pectina consumida atualmente é proveniente do bagaço de citrus e da maçã. A produção mundial chega a 35 mil toneladas ao ano, o que gira um mercado de 400 milhões de euros (WILLIATS; KNOX; MIKKELSEN, 2006). Outras fontes desse ingrediente permanecem inexploradas. Somado a isso, o elevado preço da pectina, de 9 a 11 euros, o quilo, torna lucrativo o desenvolvimento de uma alternativa de obtenção mais econômica e/ou até que apresente os mesmos resultados (FLETCHER, 2007).

Além de suas diversas funcionalidades a pectina apresenta destaque por se tratar de uma importante alternativa para o aproveitamento de resíduos da agroindústria. O processamento industrial das frutas produz uma grande quantidade de resíduos, os quais devem ser descartados sem causar impacto ambiental. Esses resíduos, no entanto, podem ser reaproveitados na geração de subprodutos como a pectina (SCHIEBER; STINTZING; CARLE, 2001).

2.2.1. EXTRAÇÃO DE PECTINA

A extração de pectina é um processo físico-químico, com múltiplos estágios, no qual ocorre a hidrólise e extração da macromolécula de pectina dos tecidos vegetais, com sua conseqüente solubilização. Esse processo ocorre sob a influencia de diferentes fatores, em especial, da temperatura, do pH e do tempo (KERTESZ, 1951). Existem diversas metodologias de extração de pectina e essas variações originam produtos com diferentes características e funções. Em geral, o processo de extração de pectina compreende:

- Extração aquosa a partir da fonte vegetal
- Purificação do extrato líquido
- Extração de pectina a partir do extrato líquido

A extração de pectina pode ser realizada com água, solução tampão, solução de agentes quelantes (oxalato de amônia), solução ácida (clorídrico, nítrico, etc), solução básica, entre outros (VORAGEN et al., 1995). O processo de extração básica rende LMP, como resultado da saponificação dos grupos éster, enquanto o processo de extração ácido rende HMP, muito parecida com a forma natural encontrada no tecido vegetal (GNANASAMBANDAM; PROCTOR, 1998).

No processo de extração ácido, o mais tradicionalmente empregado, o tecido vegetal é tratado com ácido (pH 1,5 a 3,0) em temperaturas entre 60 e 100°C, por um tempo (0,5 a 6 horas) suficiente para remover a pectina na qualidade e quantidade desejada. A proporção de sólido: líquido também pode variar com a origem a fonte, comercialmente é empregada a razão de 1:17 para maçã e 1:35 para laranja (ROLIN, 2002).

O extrato líquido formado na etapa de extração é separado do meio de reação por um processo de filtração. A filtração em tambor rotativo a vácuo é muito empregada pela indústria, uma vez que essa mistura é muito pastosa e difícil de manipular. A torta gerada nessa etapa de filtração pode ser neutralizada e vendida como ração para gado. Os equipamentos utilizados para a extração são equipamentos comuns a qualquer processo de extração, como tanques de agitação ou extratores contra-corrente (JOYE; LUZIO, 2000).

A precipitação da pectina a partir do extrato líquido pode ser feita de formas bastante distintas, através de precipitação com álcool (etílico ou isopropílico) ou ainda, através de *salting out* com cloreto de alumínio. A pectina é separada da solução de

separação por filtração e então é lavada, seca e triturada na granulometria desejada. A pectina pode ainda ser transformada num sal, a fim de facilitar seu uso nas aplicações como ingrediente em alimentos. Com a finalidade de padronizar o produto, as pectinas extraídas podem ainda se combinadas e acrescidas de açúcar e dextrose (JOYE; LUZIO, 2000).

Enzimas também podem ser utilizadas para a extração de pectina. Esse processo de extração pode ser realizado por dois métodos distintos: i) degradação da cadeia principal de ramnogalacturana com enzimas como a endo-poligalacturonase, ou uma combinação de pectinaesterase e endo-poligalacturonase, ii) uso de enzimas não pectinolíticas como a endo-arabinose e endo-galactanase (GNANASAMBANDAM; PROCTOR, 1998).

A extração de pectina tem sido continuamente estudada devido a sua grande importância comercial.

Pagán et al. (2001) estudaram a variação do rendimento da extração e da qualidade da pectina extraída de pêssegos (*Prunus pérsica*) frescos e armazenados, de diversas variedades. Os pêssegos armazenados a 3°C por 10 meses apresentaram um maior rendimento de pectina, contudo os parâmetros relacionados ao grau de gelificação foram menores, indicando uma pectina de pior qualidade.

Gnanasambandam & Proctor (1998) demonstraram que a pectina extraída da casca de soja (*Glycine Max* L.) pode ser uma alternativa para o mercado. Eles propuseram um método de extração seqüencial com enzima manase e soluções de ácido nítrico, hexametáfosfato de sódio e hidróxido de sódio. Os resultados encontrados de grau de metoxilação de 3,89% e porcentagem de ácido galacturônico de 88,3%, foram comparados às pectinas de maçã e citrus.

A pectina da casca de manga (*Mangifera indica* L.) foi extraída, por Koubala et al. (2008), em três diferentes condições; solução de ácido clorídrico, água deionizada e oxalato de amônia. A pectina extraída com oxalato de amônia (0,25%), pH 4,6, a 85°C, por 1 hora e precipitada com etanol, foi a que apresentou os melhores resultados.

Turquois et al. (1999) extraíram pectina de beterraba (*Beta vulgaris* L.) e batata (*Solanum tuberosum* L.), por métodos alcalino e ácido respectivamente. Eles obtiveram altos rendimentos de pectinas de baixo grau de metoxilação e capacidade de formação de gel na presença de cálcio.

Mollea et al. (2008) realizaram um estudo preliminar sobre a extração de pectina da casca do cacau (*Theobroma cacao* L.). Eles variaram o pH (7,0; 4,0; 2,5; 1,5 e 1,0) e

o tempo (1-3h) de extração a fim de alcançar o melhor resultado. O melhor rendimento foi encontrado depois de 1h de extração em pH 2,5, contudo a pectina extraída por 7h em pH 3,0 apresentou o maior grau de metilação.

Levigne et al. (2002) realizaram um planejamento experimental a fim de estudar os efeitos das variáveis tempo, temperatura, pH e natureza do ácido, na extração de pectina de beterraba (*Beta vulgaris* L.). Eles concluíram que as condições de extração têm influência significativa nas características da pectina e no rendimento da extração. A natureza do ácido não apresentou grande influência sobre a extração. Em pH 1 foram extraídas pectinas com diferentes características, mas todos com alto rendimento. O grau de esterificação não variou muito conforme as condições de extração, contudo o grau de metilação e de acetilação variaram bastante.

Fertonani (2006) estudaram a influência da concentração de ácidos no processo de extração e na qualidade da pectina de bagaço de maçã (*Malus X domestica* Borkh.). As extrações foram realizadas a 97°C, por 10 min, na proporção de soluto solvente de 1:40, variando a natureza e a concentração de ácido de 1 a 750mM. Os melhores resultados foram obtidos com ácido nítrico numa concentração de 100mM.

A extração de pectina a partir de casca de banana (*Musa X paradisiaca* AAA) foi estudada por Emaga et al. (2008) através de um planejamento experimental. As variáveis estudadas foram pH (1,5 e 2,0), temperatura (80 e 90°C) e tempo (1 e 4 horas). Os autores concluíram que o pH influencia negativamente o teor de ácido galacturônico, mas aumenta o rendimento da extração. Além disso, demonstraram que o grau de metilação cai significativamente com o aumento da temperatura e do tempo de extração.

Sahari, Akbarian & Hamed (2003) estudaram os efeitos de uma lavagem com ácido após a precipitação da pectina de girassóis (*Helianthus annuus* L.). Eles variaram o tempo da lavagem (10, 20 e 30 min), a natureza do ácido (clorídrico e nítrico) e sua concentração (0,1, 0,6 e 1,2 N), a fim de avaliar a qualidade da pectina. Concluíram que a lavagem com ácido nítrico 0,6N, por 10 min, garante o melhor rendimento.

Kratchanova, Pavlova & Panchev (2004) observaram um aumento de qualidade e rendimento na extração de pectina cítrica (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) através de um pré-tratamento com microondas. Eles concluíram que esse pré-tratamento eleva a porosidade do material e a capacidade de absorção de água, facilitando a extração de pectina. Além disso, o pré-tratamento inativa a pectinametilesterase presente no material.

O'Donoghue & Somerfield (2008) estudaram a qualidade da pectina extraída de moranga (*Curcubita maxima* X *C. moshata*) por diferentes extrações ácidas, com ácido clorídrico (100mM), ácido cítrico (200mM) e ácido nítrico (200mM); a 100°C. As pectinas extraídas com ácido clorídrico e cítrico foram capazes de formar géis fracos em pH baixo e elevada concentração de açúcar. Já as pectinas extraídas com ácido nítrico se mostraram aptas a formação de gel na presença de cálcio.

Ptichkina, Markina & Rumyantseva (2008) testaram a extração de pectina de abóbora (*Curcubita pepo* L.) com um preparado enzimático de *Aspergillus awamori*, o qual degrada a celulose e outros componentes insolúveis presentes no tecido vegetal, facilitando, assim, a extração da pectina. Eles obtiveram uma pectina de alta qualidade, porém com baixo rendimento.

2.3. AÇÚCARES REDUTORES E TOTAIS

O açúcar é o principal produto da fotossíntese, encontrado naturalmente em todas as frutas e vegetais. Os açúcares são sintetizados pelas plantas para armazenar energia, que é essencial para seu crescimento e desenvolvimento. Os açúcares, quando arranjados, podem formar complexos, responsáveis pela formação dos componentes estruturais da planta (DUCKWORTH, 1966).

Os açúcares complexos são a base da maioria dos alimentos. Nosso paladar não reconhece esses açúcares mais complexos como doces, mas uma vez que são ingeridos, nosso organismo começa a desdobrá-los em açúcares mais simples, fornecendo-nos a energia de que precisamos. Esse desdobramento das moléculas mais complexas em moléculas mais simples, na verdade, começa na própria planta. Quando as frutas iniciam seu processo de maturação, parte do amido se converte em moléculas mais simples, conferindo a elas o gosto doce que lhes é peculiar (DUCKWORTH, 1966).

A sacarose, juntamente com a glicose e a frutose são os principais açúcares encontrados nas plantas. A proporção relativa de sacarose e açúcares redutores glicose e frutose, que são os monossacáridos combinando juntos na molécula de sacarose, variam de material para material e no mesmo material de tempos em tempos. Mais comumente, os açúcares redutores estão presentes em maior quantidade do que a sacarose, mas em certos produtos hortícolas e em alguns frutos maduros, a proporção de sacarose é maior.

Vestígios de outros mono e dissacarídeo como a xilose, arabinose, manose, galctose e maltose, também podem estar presentes (DUCKWORTH, 1966).

Os monossacarídeos, glicose e frutose, são açúcares redutores por possuírem grupo carbonílico e cetônico livres, capazes de oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas. Os dissacarídeos que não possuem essa característica sem sofrerem hidrólise da ligação glicosídica são denominados de açúcares não redutores. Todos os monossacarídeos são redutores e o mecanismo de óxido-redução está relacionado com a formação de um enediol, função fortemente redutora em meio alcalino e que interconverte aldoses e cetoses. A ligação glicosídica, ao ser formada, imobiliza por definição uma função carbonila, que passa a se ligar com o álcool primário de outro composto conhecido como fração aglicona. Quando essa aglicona é um monossacarídeo caracteriza-se a estrutura de um dissacarídeo (DEMIATE et al., 2002; SILVA et al., 2003).

Dissacarídeo importante em alimentos, a sacarose apresenta com a ligação glicosídica o comprometimento das duas funções anoméricas, a aldeídica da glicose e a cetônica da frutose; assim um resíduo é a função aglicona do outro, e o dissacarídeo não apresenta capacidade se oxidar. Essa ligação é relativamente lábil, podendo ser hidrolisada em meio levemente ácido e assim liberar os dois monossacarídeos, então redutores (DEMIATE et al., 2002).

A hidrólise da sacarose representa um fenômeno importante sob vários aspectos. Em atenção ao fato de ser um ingrediente muito comum nos alimentos e, portanto, fazer parte da dieta dos seres humanos, cumpre observar que a sacarose é hidrolisada no intestino delgado e a molécula de glicose é absorvida rapidamente por processo ativo, isto é, contra gradiente de concentração, sendo diretamente conduzida ao fígado através do sistema portal. Já a frutose é absorvida a favor do potencial químico, entra nas células do epitélio intestinal e nos processos de geração de energia química. Do ponto de vista tecnológico, o processo é precursor das atividades de fermentação da sacarose na produção de bebidas alcoólicas (DEMIATE et al., 2002).

A presença de sacarose em um alimento, processado ou não com tratamento térmico, é acompanhada com a de glicose e frutose em maior ou menor grau. A esse conjunto de açúcares, a sacarose, a frutose e a glicose, denomina-se açúcar invertido, numa alusão ao método de determinação por polarimetria. Quando a sacarose é hidrolisada, a fração de frutose liberada faz com que o plano de luz polarizada apresente

um deslocamento para a esquerda, pois esta ceto-hexose é levorrotatória (DEMIATE et al., 2002).

Sucos de frutas são exemplos de alimentos naturais que contêm a mistura desses três açúcares solúveis, com quantitativos dependentes do cultivar e do estágio de maturação. O conjunto desses açúcares com os ácidos orgânicos é que estabelece a qualidade sensorial harmônica da fruta. O conhecimento dessas concentrações e proporções pode ser determinante na avaliação do padrão de qualidade de uma matéria-prima e no preparo de uma formulação. Os açúcares, mono e dissacarídeos, são compostos sólidos, geralmente solúveis em água, e cristalizáveis o que pode levar a alteração da consistência e da retenção de água nos alimentos (BOBBIO; BOBBIO, 1992; DEMIATE et al., 2002; CHITARRA; CHITARRA, 2006).

2.4. PROTEÍNAS

As frutas apresentam, em geral, uma concentração de proteína, relativamente baixa. As proteínas de maior relevância presente nas frutas são as enzimas. Essas proteínas exercem um papel fundamental sobre a fisiologia e post-mortem das frutas. Em sua maioria, elas estão localizadas nos tecidos vegetais, especialmente na parede celular (DUCKWORTH, 1966).

Os frutos podem sofrer a ação de enzimas durante seu amadurecimento e processamento industrial por isso, o estudo e controle dessas proteínas são de fundamental importância para garantir a estabilidade do produto final. A maioria das mudanças químicas que ocorrem nos tecidos vivos é mediada por enzimas e o número de sistemas enzimáticos encontrados nas frutas e vegetais é muito diverso. A importância dessas proteínas é imensurável frente à proporção com que elas são encontradas nos frutos (DUCKWORTH, 1966).

A maioria das enzimas está envolvida em diversos ciclos metabólicos, em variadas frutas e vegetais, uma vez que o substrato é semelhante nas diferentes espécies. Contudo, existem exceções como as proteases do figo (ficina) e do abacaxi (bromelina), que são naturais da espécie. Cada classe de enzima exerce uma função bastante específica, que pode sofrer algumas variações de espécie para espécie de acordo com pequenas diferenças na natureza do substrato e nas condições em que atuará (por exemplo, pH) (DUCKWORTH, 1966).

As reações enzimáticas são muito importantes em alimentos. Elas são responsáveis pela formação de compostos extremamente desejáveis, como também podem provocar consequências desfavoráveis que ocorrem não só no alimento natural, mas também durante o seu processamento e armazenamento (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

Um exemplo de ação benéfica de enzimas em frutas e vegetais é a formação de aromas devido à ação enzimática sobre substratos específicos que são denominados precursores de aroma (BOBBIO; BOBBIO, 1992). Na indústria de alimentos, a inativação e a ativação enzimática são recursos utilizados no processamento de vários produtos. A inativação enzimática objetiva principalmente a conservação do produto, em seu período de elaboração e de armazenamento (EVANGELISTA, 1998).

As principais enzimas que influenciam a qualidade das frutas são:

i) Oxido-redutases

Alguns exemplos de óxido-redutases como peroxidase, catalase e dehidrogenases, estão largamente presentes nos tecidos das plantas. A peroxidase está presente tanto a nível tissular quanto a nível subcelular nos tecidos vegetais. Ela catalisa a degradação peroxidativa dos ácidos graxos insaturados, com a formação de complexos que favorecem o aparecimento de sabor ranço. A peroxidase pode destruir, por oxidação, o ácido ascórbico contido em alimentos e provocar transformações inoportunas na sua cor e sabor. É também uma das enzimas de maior estabilidade térmica presente em frutas e vegetais, portanto é utilizada como indicador do processamento térmico de produtos enlatados e congelados. Por ser muito resistente, a atividade da peroxidase é muito usada como indicador de branqueamento e de outros tratamentos térmicos envolvendo vegetais e frutas (CLEMENTE; PASTORE, 1998).

As polifenoloxidasas, também conhecidas como tirosinases, cresolases, catecolases, difenolases e fenolases são enzimas intracelulares que ocorrem em plantas, animais e fungos. Estas enzimas contêm cobre no centro ativo e catalisam reações envolvendo oxigênio. As polifenoloxidasas estão envolvidas no escurecimento de frutas, vegetais e leguminosas, durante o processamento e armazenamento. Muitos métodos têm sido utilizados numa tentativa de prevenir este indesejável escurecimento enzimático. Por outro lado, a polifenoloxidase tem papel importante no desenvolvimento do sabor e cor dos alimentos como, por exemplo, do chá preto,

diminuição do amargor e adstringência dos produtos do cacau e formação de aldeídos de aminoácidos (CLEMENTE; PASTORE, 1998).

ii) Amilases

As amilases estão presentes em todos os tecidos que contêm amido. Elas controlam as reações de balanceamento entre amido e açúcar, que ocorrem durante o armazenamento de frutas e vegetais (DUCKWORTH, 1966).

iii) Lipases e lipoxidases

São encontradas nos vegetais em associação com o material lipídico. Podem causar alterações indesejáveis de sabor em frutas e vegetais desidratados e congelados. As lipoxidases também estão associadas à oxidação de pigmentos carotenóides, que levam a perda de cor e pró-vitamina A (DUCKWORTH, 1966).

iiii) Enzimas pectinolíticas

As enzimas pectinolíticas são responsáveis pelas mudanças de textura dos frutos e vegetais, durante o amadurecimento, estocagem e processamento. Segundo Colowick e Kaplan (1955) existem dois grupos importantes de enzimas pécticas, o primeiro grupo das pectinesterases que catalisam a quebra de ligação metil-ester dos ácidos poligalacturônicos da pectina. E o segundo grupo é formado pelas poligalacturonases que quebram hidroliticamente as ligações glicosídicas do ácido poligalacturônico. Especialmente importante para o processo de amadurecimento é a enzima pectinametilesterase (PME), uma vez que ela produz o substrato apropriado (pectina demetoxilada) para a atividade da poligalacturonase.

Vários estudos demonstram que o conhecimento da pectina está intimamente ligado ao conhecimento das enzimas pectinolíticas (LINEWEAVER; JANSEN, 1951; DEVEL; STUTZ, 1958; WHITAKER, 1984).

3 – OBJETIVOS

O presente trabalho tem como proposta a caracterização de pectina, proteínas e açúcares de frutas tropicais e exóticas produzidas no Brasil. Além do desenvolvimento de extração de pectina. Assim realizou-se:

- Determinação do teor de pectina das frutas *in natura*
- Seleção de frutas com potencial de extração de pectina
- Desenvolvimento de técnica de extração de pectina
- Determinação do grau de metoxilação e capacidade de formação de gel dos extratos de pectina
- Determinação de seus teores de açúcares redutores e totais
- Extração e quantificação de proteínas
- Caracterização das proteínas quanto à massa molecular
- Identificação da pectinametilesterase

4 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1. MATERIAL

Foram empregados, somente, reagentes com grau de pureza analítico.

4.1.1. AMOSTRAS

Foram analisadas diversas amostras de frutas tropicais e exóticas produzidas no Brasil, selecionadas em conjunto com o Prof. Dr. Antônio Baldo Geraldo Martins, do Departamento de Produção Vegetal – Horticultura – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP/Jaboticabal – SP. Parte das frutas utilizadas foram produzidas na UNESP e parte foi adquirida no CEASA de Campinas – SP.

As frutas selecionadas, suas famílias e seus respectivos nomes científicos estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 18. Relação das frutas selecionadas para estudo e identificação científica

FRUTA	FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO
Abacate ‘Hass’	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.
Abiu	Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.
Abricó-do-Pará	Clusiaceae	<i>Mammea americana</i> L.
Ameixa-de-Madagascar	Salicaceae	<i>Flacourtia indica</i> (Burm. f.) Merr.
Araçá	Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine
Atemóia ‘Thompson’	Annonaceae	<i>Annona squamosa</i> L. X. <i>A. cherimola</i> Mill.
Azeitona-do-Ceílão	Elaeocarpaceae	<i>Elaeocarpus serratus</i>
Bunchosia	Malpighiaceae	<i>Bunchosia argêntea</i> (Jacq.) DC.
Cacau	Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.
Cajá-manga	Anacardiaceae	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson
Cajá-mirim	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.
Canistel	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni
Carissa	Apocynaceae	<i>Carissa macrocarpa</i> (Eckl.) A. DC.
Cupuaçu	Malvaceae	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Sprengel) K. Schum
Falso-mangostão	Clusiaceae	<i>Garcinia xanthocymus</i> Hook. f. ex T. Anderson
Fruta-pão	Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg
Goiaba ‘Paluma’	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.
Graviola ‘Morada’	Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.
Jambo-vermelho	Myrtaceae	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L. M. Perry
Jujuba	Rhamnaceae	<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.
Kiwano	Cucurbitaceae	<i>Cucumis metuliferus</i> E. Mey. ex Naudin
Manga ‘Tommy Atkins’	Anarcadiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.
Mangostão	Clusiaceae	<i>Garcinia mangostana</i> L.
Maracujá-azedo ‘IAC 273’	Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims.
Massala	Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.
Sapota-preta	Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i> Jacq.

As frutas, obtidas em estágio de maturação comercial, foram higienizadas e mantidas a -18°C, para determinações posteriores.

A Tabela 19 resume os componentes estudados de cada fruta.

Tabela 19. Componentes estudados

COMPONENTES	FRUTAS
Polpa	Abacate; Abricó-do-Pará; Atemóia; Cupuaçu; Fruta-pão; Graviola; Kiwano; Mangostão; Maracujá-azedo; Massala; Sapota-preta
Casca	Cacau; Kiwano; Manga; Maracujá-azedo
Casca e polpa	Abiu; Ameixa-de-Madagascar; Araçá; Azeitona-do-Ceílão; Bunchosia; Cajá-manga; Cajá-mirim; Canistel; Carissa; Falso-mangostão; Goiaba; Jambo-vermelho; Jujuba

4.2. MÉTODOS

4.2.1. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE PECTINA: FRUTAS E EXTRATOS

Todas as pectinas são ricas em ácido galacturônico e através da dosagem desse ácido podemos determinar a concentração de pectina numa amostra biológica (WILLIATS; KNOX; MIKKELSEN, 2006). O método de determinação utilizado para dosar o conteúdo total de pectina foi baseado na técnica descrita por Shelukhina & Fedichkina (1994). Este método foi desenvolvido e adaptado a fim de determinar o teor de pectina presente no homogenato bruto das frutas e nos seus extratos de pectina. O método se baseia na titulação da pectina demetoxilada, após precipitação ácida.

A porcentagem de pectina foi calculada pela Equação 1:

$$\% \text{pectina} = \frac{(V2 - V1) \times 176 \times N \times K \times 100}{1000 \times y} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

V2 : volume gasto para titular os ácidos totais

V1: volume gasto para titular os ácidos que não o galacturônico

176: equivalente-grama de ácido galacturônico

N: concentração de NaOH usado na titulação

K: coeficiente para concentração de NaOH

y: massa em gramas de amostra

Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

4.2.2. MÉTODO DE EXTRAÇÃO DE PECTINA

Na literatura científica existe uma enorme variedade de métodos laboratoriais de extração de pectina. Contudo, muitos métodos apresentam baixo rendimento, exigem equipamentos muito caros, outros ainda, são muito laboriosos. Como um dos objetivos é determinar um método de extração de pectina que possa ser adaptado à indústria, o

método selecionado para estudo deveria ser relativamente rápido, simples e de baixo custo.

A Figura 3 resume o processo de extração de pectina baseado no modelo descrito por Mesbahi, Jamalian & Farahnaky (2005).

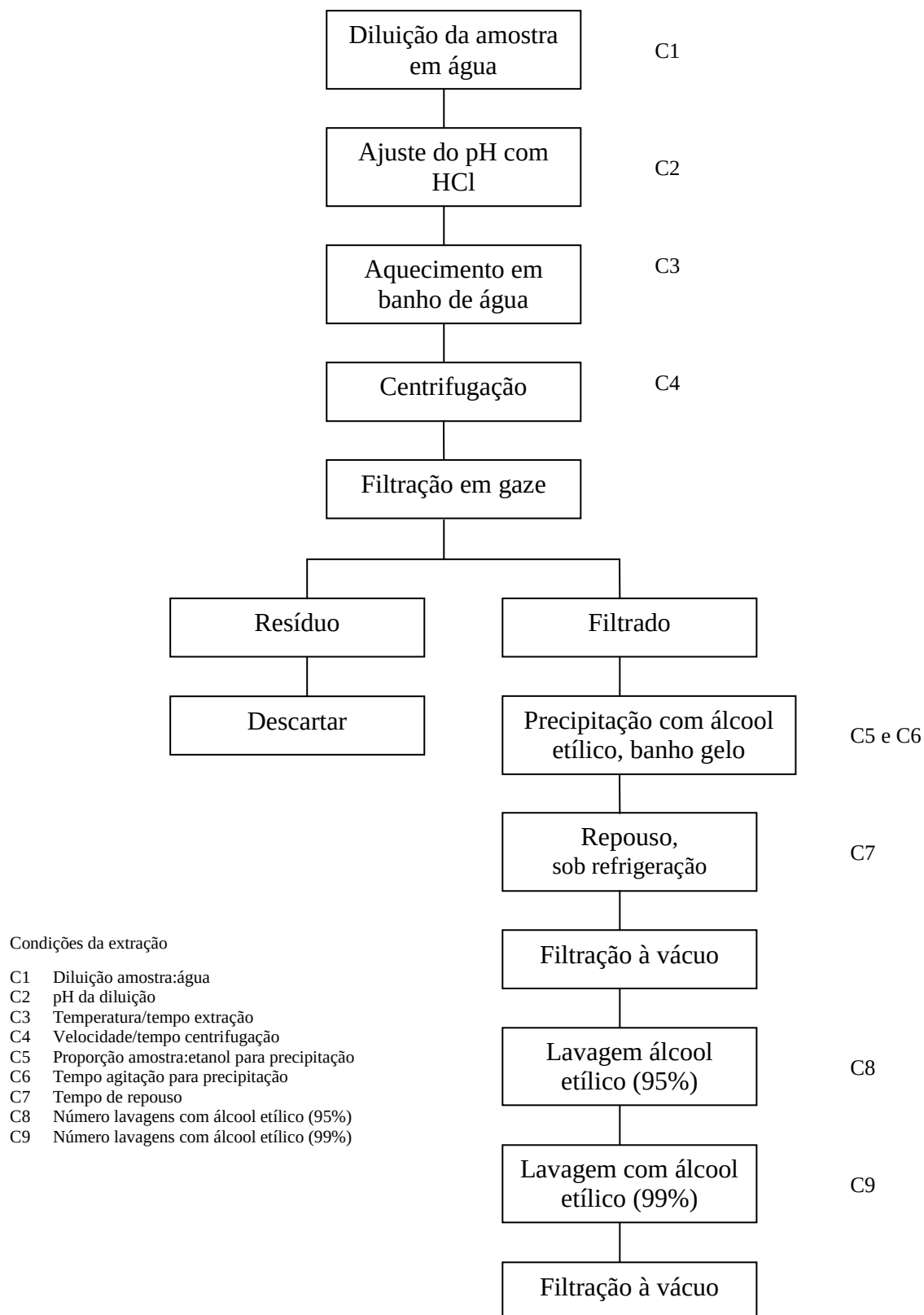


Figura 3. Procedimento para extração de pectina

As condições assumidas para os estudos prévios da pectina das frutas foram baseadas no modelo descrito por Mesbahi, Jamalian & Farahnaky (2005) e estão apresentadas na Tabela 20.

Tabela 20. Condições iniciais da extração de pectina

CONDIÇÃO	DESCRIÇÃO	CONDIÇÃO INICIAL
C1	Diluição amostra:água	1:3
C2	pH da diluição	1,0
C3	Temperatura/tempo extração	80°C/60min
C4	Velocidade/tempo centrifugação	5000rpm/20min
C5	Proporção amostra:etanol para precipitação	1:1
C6	Tempo agitação para precipitação	5min
C7	Tempo de repouso	5min
C8	Número lavagens com álcool etílico (95%)	2
C9	Número lavagens com álcool etílico (99%)	1

4.2.2.1. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Com a finalidade de determinar as melhores condições de extração de pectina foi realizado um planejamento experimental. Inicialmente foi realizado um estudo com o objetivo de estabelecer os parâmetros de maior influência no rendimento da extração e na qualidade da pectina extraída. O planejamento fatorial fracionário foi escolhido para estudar o efeito das variáveis da extração, uma vez que ele é capaz de identificar e quantificar a média desses efeitos. Esse desenvolvimento experimental foi realizado com a colaboração do Prof. Dr. João Olimpio Tognolli, do Departamento de Química Analítica - Instituto de Química – UNESP/Araraquara - SP.

A realização de um planejamento fatorial completo parte da seleção de um número fixo de níveis (valores) para cada uma das variáveis (fatores) e em seguida o experimento é realizado com todas as combinações possíveis (BOX; HUNTER; HUNTER, 1978). Contudo, como eram muitas as variáveis a serem estudadas optou-se por um planejamento fatorial fracionário. O estudo foi realizado empregando-se dois níveis para investigar nove variáveis da extração sobre o rendimento e a qualidade dos extratos. As extrações foram realizadas de acordo com a matriz de planejamento e os extratos foram, então, analisados de acordo com seu teor de pectina.

A matriz de planejamento fatorial fracionário e seus fatores, as variáveis da extração, estão listados nas Tabelas 21 e 22. A seleção dos níveis dos fatores foi baseada nos diversos modelos de extração descritos na literatura.

Tabela 21. Fatores empregados na construção do planejamento fatorial fracionário e seus domínios de abrangência

FATORES	DESCRIÇÃO	FATORES DECODIFICADOS	
		-1	+1
F1	Diluição da amostra em água	1:5	1:3
F2	pH da diluição	1,0	2,0
F3	Tempo de extração	50min	70min
F4	Temperatura de extração	70°C	80°C
F5	Tempo de centrifugação da amostra	20min	30min
F6	Razão entre o volume de etanol/amostra	1:1	1:1,5
F7	Tempo de agitação da mistura etanol/amostra	2min	4min
F8	Tempo de repouso da mistura etanol/amostra	5min	15min
F9	Número de lavagens total	2	4

Tabela 22. Matriz de planejamento fatorial fracionário

EXPERIMENTO	FATORES								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
1	-	-	+	+	-	-	+	+	+
2	-	+	+	+	-	+	-	-	-
3	+	-	-	-	+	-	+	+	-
4	+	+	-	-	+	+	-	-	+
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	+	-	+	+	+	-	-	-	-
7	-	+	-	-	-	+	+	+	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	+
9	+	-	+	-	-	+	+	-	+
10	-	+	-	+	+	-	-	+	+
11	-	-	-	+	+	+	+	-	-
12	+	+	+	-	-	-	-	+	-
13	+	-	-	+	-	+	-	+	+
14	+	+	-	+	-	-	+	-	-
15	-	+	+	-	+	-	+	-	+
16	-	-	+	-	+	+	-	+	-

Cada um dos experimentos foi realizado em triplicata.

O desenvolvimento e análise do planejamento experimental foram realizados através do *software* MINITAB®. Os resultados do planejamento experimental foram analisados por Probabilidade Normal e Diagrama de Pareto. e Regressão Múltipla da metodologia da Superfície de Resposta.

Para o desenvolvimento do planejamento experimental utilizou-se amostras de casca de maracujá, devido a sua maior disponibilidade, baixo custo e bons resultados alcançados anteriormente, que garantiram a viabilidade do estudo.

Uma vez determinados os fatores de maior influência no rendimento da extração e qualidade da pectina, foram determinadas as condições ótimas de extração, através da

segunda etapa do planejamento experimental. Os fatores com menor influência sobre a extração foram fixados e uma nova matriz de planejamento foi construída, seguindo um delineamento composto central.

As condições ótimas estabelecidas para a extração de pectina de maracujá foram reproduzidas na extração de pectina das frutas que se mostraram viáveis, de acordo com os resultados dos estudos prévios, a fim de avaliar a reprodutibilidade do processo.

4.2.3. DETERMINAÇÃO DO GRAU DE METOXILAÇÃO DA PECTINA EXTRAÍDA

A determinação do grau de metoxilação é um procedimento analítico de rotina na determinação de pectina e diversos métodos são descritos na literatura. O grau de metoxilação é um importante fator para avaliar o ponto de gelificação das pectinas e sua aplicação em produtos alimentícios.

As amostras de pectina foram quantificadas por titulometria. As carboxilas livres dos ácidos anidro galacturônicos foram neutralizadas, obtendo-se assim o valor de mili equivalentes (mEq) de hidróxido de sódio, representado por mEq'. Em seguida, as carboxilas esterificadas, após saponificação, foram neutralizadas obtendo-se assim mEq'' (McCREADY, 1970). A partir desses dados e de acordo com as Equação 2 foi determinado o grau de metoxilação.

$$\%MeO = \frac{meq' \times 31 \times 100}{massa(mg)} \quad \text{(Equação 2)}$$

Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

4.2.4. CAPACIDADE DE FORMAÇÃO DE GEL

Uma das principais propriedades das pectinas é a de formar gel na presença de açúcar em meio ácido, e esta característica está intimamente relacionada com o grau de metoxilação, o que justifica o fato de pectinas de diferentes fontes não apresentarem a mesma gelificação. As características físicas do gel são consequência da formação de contínuas redes tri-dimensionais com ligações cruzadas entre as moléculas.

A capacidade de formação de gel da pectina foi quantificada através do valor da viscosidade dos géis preparados em solução concentrada de sacarose e pH baixo. Preparou-se 50mL de gel contendo 4g do extrato de pectina. A solução de sacarose foi padronizada com 68°Brix e o pH fixado na baixa de 1,0-1,5. A leitura foi realizada em viscosímetro Brookfield (Marca Quimis, modelo Q860A21), em temperatura controlada de 25°C. Tais análises foram realizadas no laboratório de Controle de Qualidade da Indústria Alimentícia Predilecta, de São Lourenço do Turvo - SP. Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

4.2.5. DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES E TOTAIS

Para a obtenção do teor de açúcares redutores, foi empregada a metodologia descrita por Miller (1959), utilizando-se ácido 3,5-dinitrossalicílico (DNS). Os açúcares redutores foram quantificados por espectrofotometria UV/VIS, leituras à 540nm, com celas de 1cm de caminho ótico, utilizando um coeficiente de extinção determinado experimentalmente. Neste estudo foi utilizada uma solução de maltose como açúcar redutor padrão, concentração variando de 0µg a 375µg, a fim de se construir a curva analítica para determinação do coeficiente de extinção a 540nm.

O método do DNS baseia-se na redução do ácido 3,5-dinitrossalicílico a ácido 3-amino-5-nitrossalicílico pelo açúcar redutor, onde o carbono anomérico do açúcar é oxidado, ocorrendo o desenvolvimento de coloração avermelhada (DNS reduzido).

A hidrólise dos açúcares totais foi realizada de acordo com Matissek, Schenepel e Steiner (1998), para isso foi feita uma adaptação do método para as condições de ensaio deste trabalho. O procedimento para a quantificação dos açúcares totais foi o mesmo utilizado para os açúcares redutores, descrito anteriormente.

Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

4.2.6. EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE PROTEÍNAS

A extração de proteína foi realizada a partir de amostras de fruta trituradas em almofariz com nitrogênio líquido, lavadas com acetona a -20°C e, em seguida, filtradas em papel-filtro. O pó cetônico resultante foi conservado sob congelamento.

A extração de proteína do extrato pó-cetônico foi realizada utilizando-se solução tampão borato-acetato (50mM, pH 8,3), na presença de cloreto de sódio 0,6M, sob agitação em baixa temperatura. O homogeneizado foi então centrifugado, a 10000rpm, e o sobrenadante mantido sob refrigeração. Ao sobrenadante foi adicionado sulfato de amônio, 70% de saturação, segundo Dixon e Webb (1979), para obtenção da amostra concentrada. Após a centrifugação, a 10000rpm, o precipitado foi ressuspenso com o tampão extrator na razão de 1:3 (g.mL⁻¹). As condições de extração foram seguidas de acordo com Assis (2000) e Leite (2001). O esquema de extração está apresentado na Figura 4, a seguir.

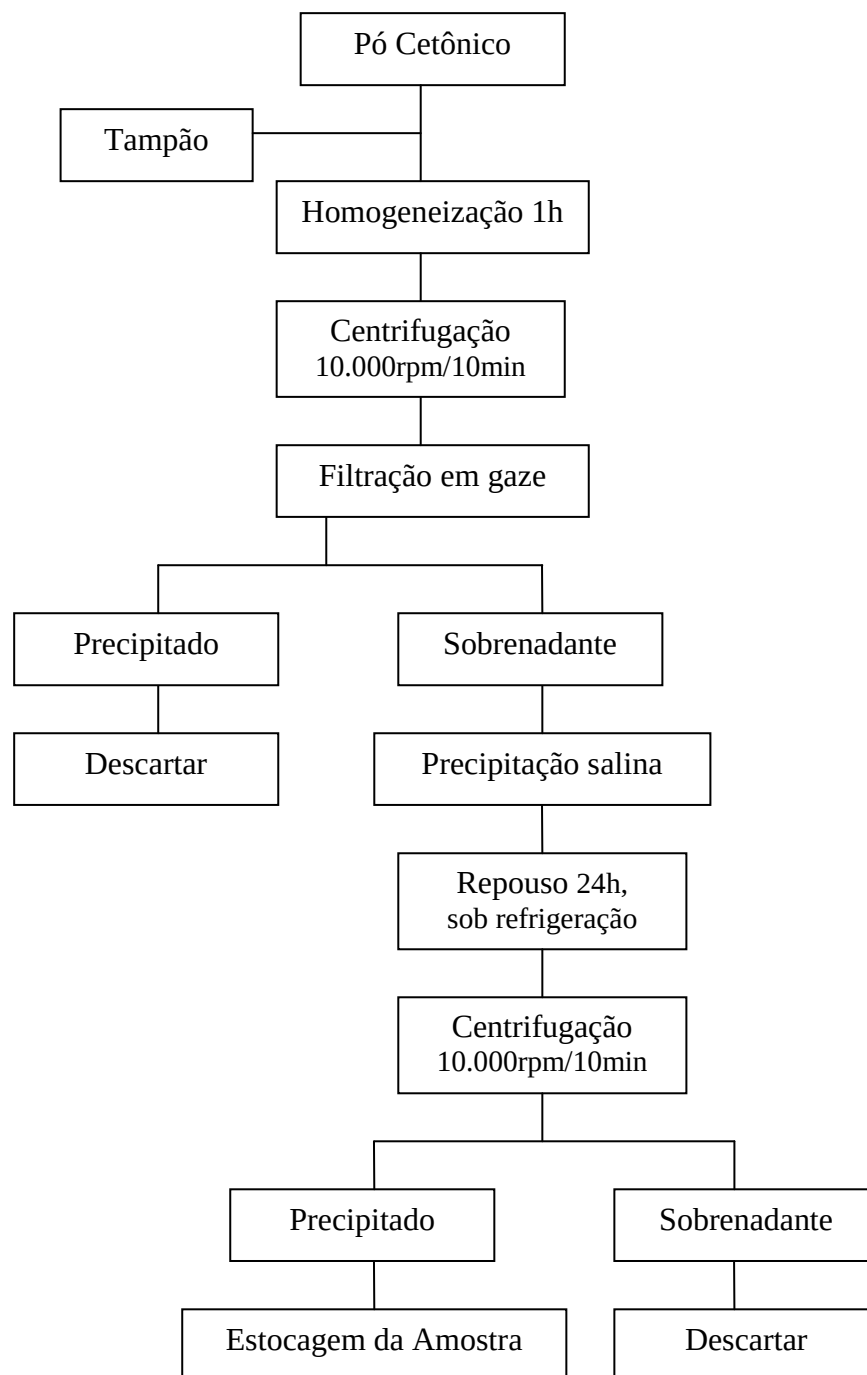


Figura 4. Procedimento para extração de proteína

A proteína total foi determinada pelo método Hartree (1972), utilizando-se soroalbumina bovina como padrão.

4.2.7. CARACTERIZAÇÃO DE PROTEÍNAS QUANTO AO VALOR DA MASSA MOLECULAR

As amostras que apresentaram maior teor de proteína foram caracterizadas quanto ao valor da massa molecular.

A proteína, obtida após fracionamento salino, foi aplicada e eluída numa coluna de sílica gel, Sephadex G-25 (8 X 1,2cm), para dessalinização. A amostra protéica, após dessalinização, foi aplicada a uma coluna Sephadex G-100 (40 X 1,2cm), previamente equilibrada com tampão borato-acetato, para a determinação da massa molecular, de acordo com Whitaker (1963) e Andrews (1965). Para a obtenção da curva analítica *volume de eluição versus massa molecular*, as seguintes proteínas foram utilizadas como padrão: soroalbumina bovina (66000Da), quimiotripsinogênio A (25000Da), ribonuclease A (13700Da), ácido tânico (1852Da). A proteína foi eluída com o mesmo tampão, coletando-se frações de 2mL por tubo de ensaio. Os eluatos (frações) foram monitorados através de leitura de absorbância a 280nm.

4.2.8. IDENTIFICAÇÃO DE PECTINAMETILESTERASE (PME)

Os picos de proteína, separados por cromatografia em coluna, foram investigados quanto à atividade enzimática de pectinametilesterase. Foi empregado o método titrimétrico, utilizando-se 15mL de pectina cítrica 0,25% (Sigma), 14,5mL de água destilada e cloreto de sódio 0,15M (0,26g) no meio de reação. O pH foi corrigido para 8,0 com solução de hidróxido de sódio e adicionou-se 0,5mL de amostra enzimática. Mediu-se de minuto a minuto o volume de hidróxido de sódio necessário para manter o pH numa faixa fixa, variando até 0,02 unidades (KERTESZ, 1955). A atividade da PME foi detectada através da variação do pH do meio de reação em um determinado tempo, provocada pela liberação de éster hidrolisado pela enzima.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. TEOR DE PECTINA DAS FRUTAS

Com o objetivo de caracterizar as frutas estudadas, determinou-se o teor de pectina nas frutas *in natura*, segundo a metodologia descrita no item 4.2.1. O conhecimento do teor de pectina em uma fruta é muito importante, para seu bom aproveitamento pela indústria e no preparo de formulações. Esta determinação também foi útil na seleção das frutas com potencial para a extração de pectina. A Figura 5 apresenta a média do teor de pectina das frutas *in natura*.

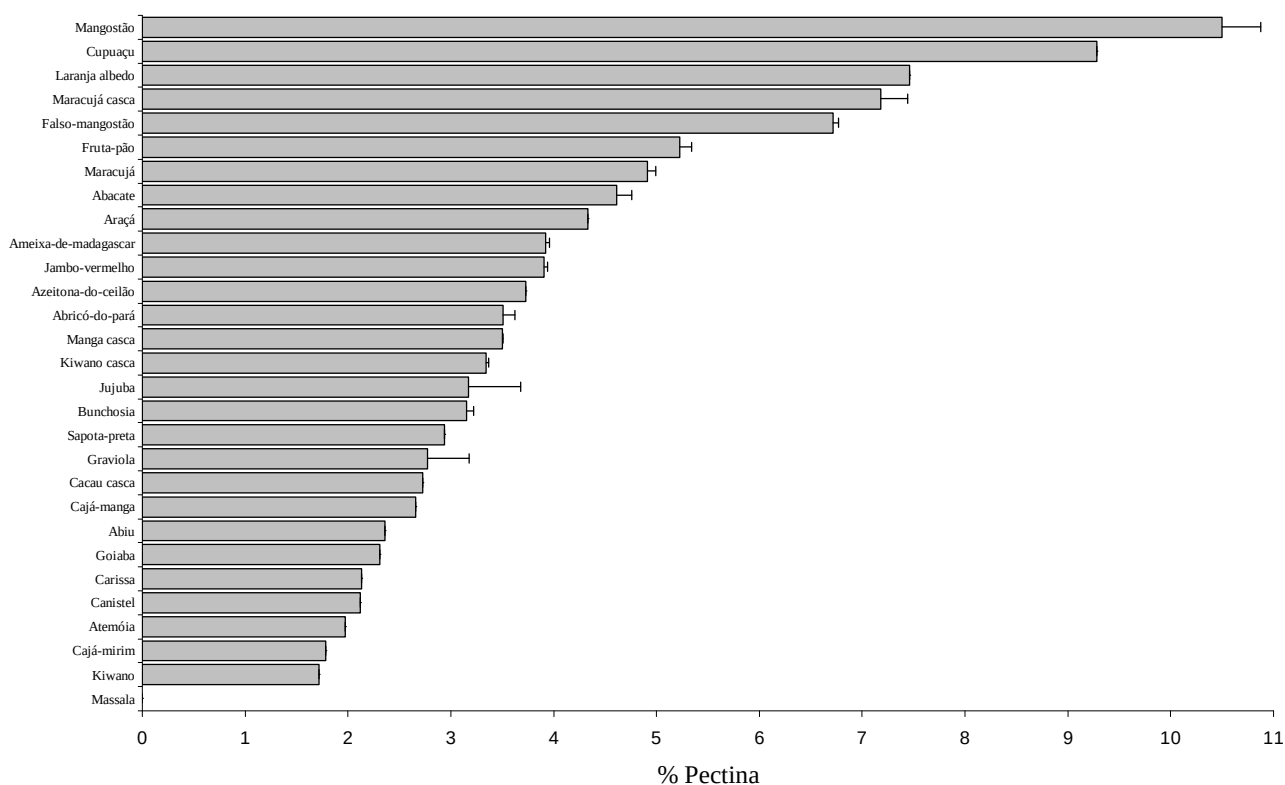


Figura 5. Teor de pectina das frutas inicialmente selecionadas, amostra *in natura*

Os resultados indicam uma grande variação no teor de pectina. Mangostão (10,50%) e cupuaçu (9,28%) apresentaram maiores resultados que o albedo de laranja (*Citrus sinensis*) (7,46%), que foi considerado o padrão, por ser a fonte de pectina mais empregada comercialmente. Casca de maracujá (7,18%), falso-mangostão (6,72%),

fruta-pão (5,23%), polpa de maracujá (4,91%) e araçá (4,61%) também apresentaram bons resultados. Na amostra de massala por sua vez não foi detectada pectina.

Thakur, Singh & Handa (1997) determinaram o teor de pectina de diversas frutas (Tabela 23). Pode-se constatar qualitativamente que das frutas analisadas (Tabela 22) a maioria apresenta maior porcentagem que as estudadas pelos pesquisadores (Tabela 23).

Tabela 23. Teor de pectina em frutas

Frutas	Substâncias Pécicas
Maçã	0,5 – 1,6
Bagaço de maçã	1,5 – 2,5
Polpa de beterraba	1,0
Polpa de cítricos	2,5 – 4,0
Casca de laranja	2,5 – 5,5
Tamarindo	1,71
Cenoura	0,2 – 0,5
Mamão papaia	0,7 – 1,0

Fonte: THAKUR, SINGH & HANDA (1997)

Em maior proporção, estudou-se o teor de pectina das partes comestíveis das frutas, sendo retiradas apenas as sementes. Em alguns casos foi retirada também a casca e quando se julgou viável, estas foram estudadas separadamente. Pôde-se notar, através do estudo da casca e polpa do maracujá e do kiwano, que a concentração de pectina pode variar bastante conforme a região do fruto. Em ambos os casos, o teor de pectina foi maior na casca que na polpa. O maracujá apresentou 7,18% de pectina na casca e 4,91% na polpa; e o kiwano, 3,34% de pectina na casca e 1,72% na polpa.

5.2. SELEÇÃO DE FRUTAS COM POTENCIAL PARA EXTRAÇÃO DE PECTINA

A fim de selecionar as frutas com potencial para extração de pectina, pela metodologia da extração ácida, aplicou-se o modelo de extração padrão, descrito no item 4.2.2. Após a extração, o teor de pectina nos extratos foi determinado, com a mesma técnica utilizada para as frutas *in natura*. A Figura 6 apresenta os teores de pectina nesses extratos.

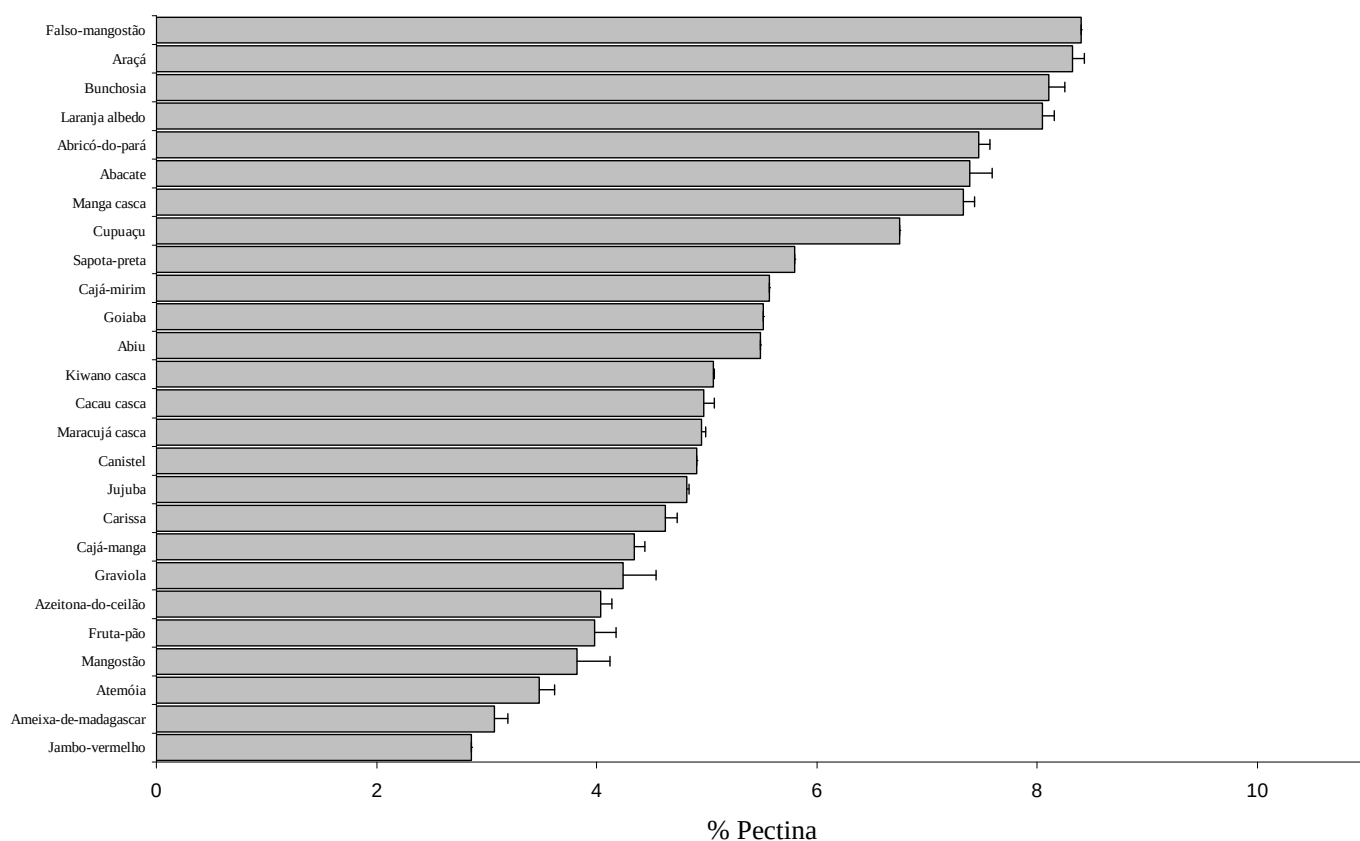


Figura 6. Teor de pectina dos extratos

Os maiores teores de pectina foram observados nos extratos de falso-mangostão (8,40%), araçá (8,32%), bunchosia (8,11%), albedo de laranja (8,05%), abricó-do-Pará (7,47%), abacate (7,39%), casca de manga (7,33%) e cupuaçu (6,75%).

Esses dados quando comparados com os resultados encontrados na fruta *in natura*, observa-se que algumas frutas apresentam menor teor de pectina após a extração. As frutas que apresentaram o maior teor de pectina quando *in natura*, como o mangostão, o cupuaçu e a casca do maracujá, não conseguiram manter ou elevar o teor de pectina nos extratos. Isso sugere que a técnica de extração ácida, nas condições empregadas, não foi eficiente em todos os casos e que, em alguns deles, ainda poderia ser melhorada.

A Figura 7 traz a porcentagem de aumento do teor de pectina após a extração, nos casos em que houve aumento.

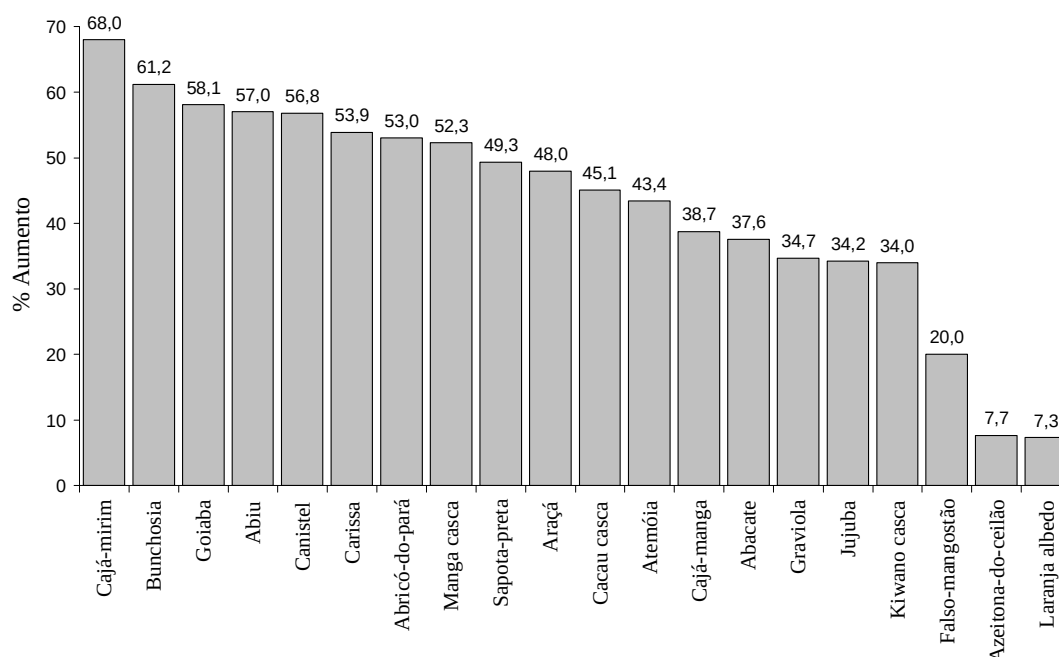


Figura 7. Porcentagem de aumento do teor de pectina após a extração

Outro ponto que deve ser levantado para a seleção das frutas com potencial para extração de pectina é o rendimento dessa extração. A Figura 8 apresenta o rendimento da extração quando adotado o método de extração padrão.

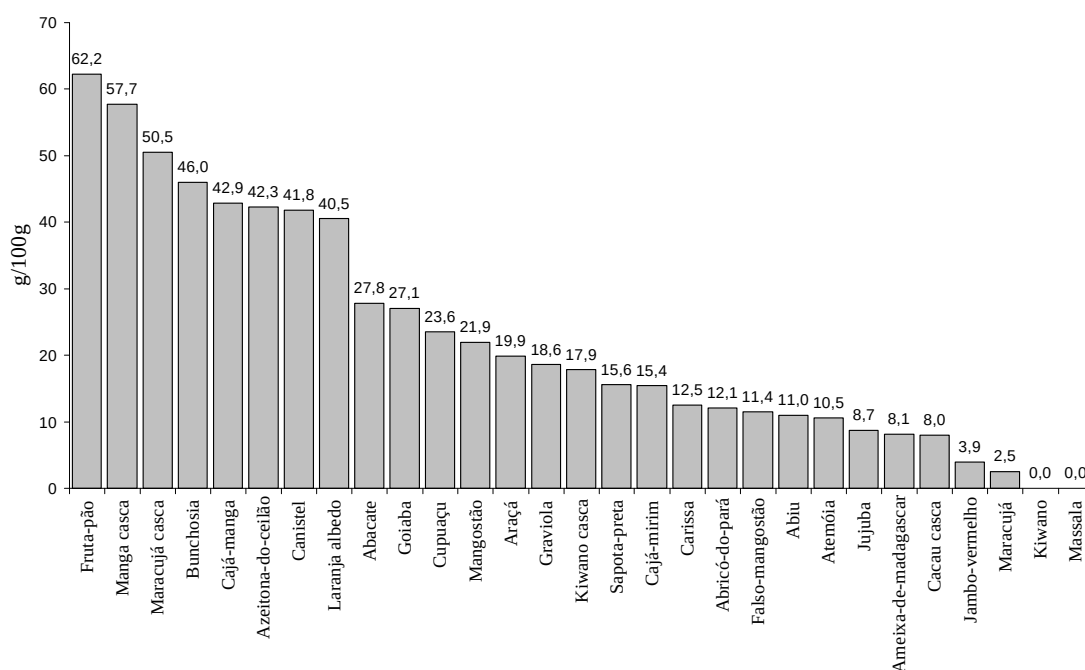


Figura 8. Rendimento gravimétrico da extração de pectina empregando método padrão

Fruta-pão, casca de manga, casca de maracujá, bunchosia, cajá-manga, azeitona-do-Ceilão, canistel, albedo de laranja, abacate, goiaba, cupuaçu e mangostão apresentaram rendimento superior a 20% de pectina.

Com os dados de teor de pectina, na fruta e nos extratos, e o rendimento da extração foi possível identificar aquelas frutas que apresentavam potencial para extração de pectina pela metodologia em estudo. Foram considerados viáveis para extração de pectina: casca de manga, casca de maracujá, bunchosia, azeitona-do-Ceilão, abacate, goiaba, cupuaçu, mangostão, araçá e falso-mangostão.

5.3. DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICA DE EXTRAÇÃO DE PECTINA

Por meio do planejamento experimental, descrito no item 4.2.2.1., foi desenvolvido o estudo dos parâmetros da extração, tendo a casca de maracujá como elemento experimental. Após cada extração foram calculados o rendimento médio da extração e o teor de pectina médio dos extratos.

A primeira etapa do planejamento visava a determinação dos fatores de maior influência no rendimento da extração e na qualidade da pectina extraída. Nas Figuras 9, 10, 11 e 12 estão apresentados os gráficos de Probabilidade Normal e os Diagramas de Pareto dos efeitos investigados no planejamento experimental, para as respostas *rendimento* e *teor de pectina*.

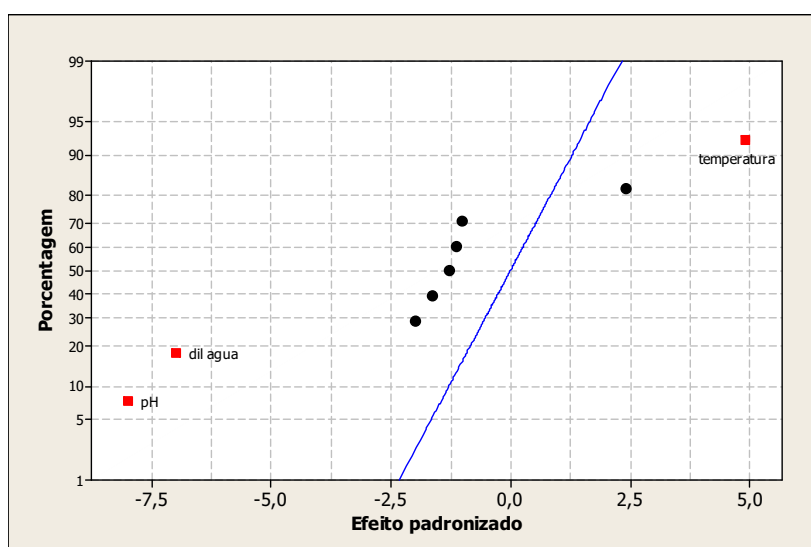


Figura 9. Probabilidade normal dos efeitos padronizados (resposta rendimento)
(●) Efeito não significativo (■) Efeito significativo

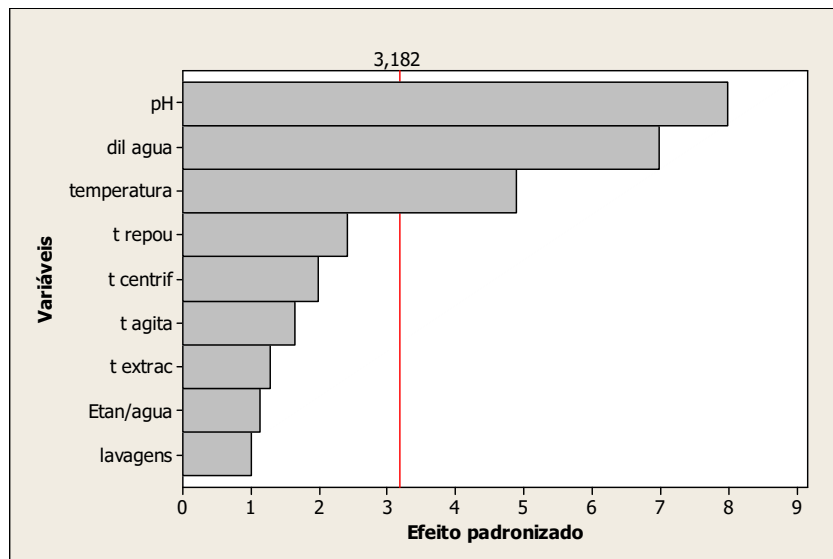


Figura 10. Diagrama de Pareto dos efeitos padronizados (resposta rendimento)

Foram destacados três fatores com efeitos significantes sobre o rendimento: F1 (diluição da amostra em água), F2 (pH da diluição) e F4 (temperatura de extração).

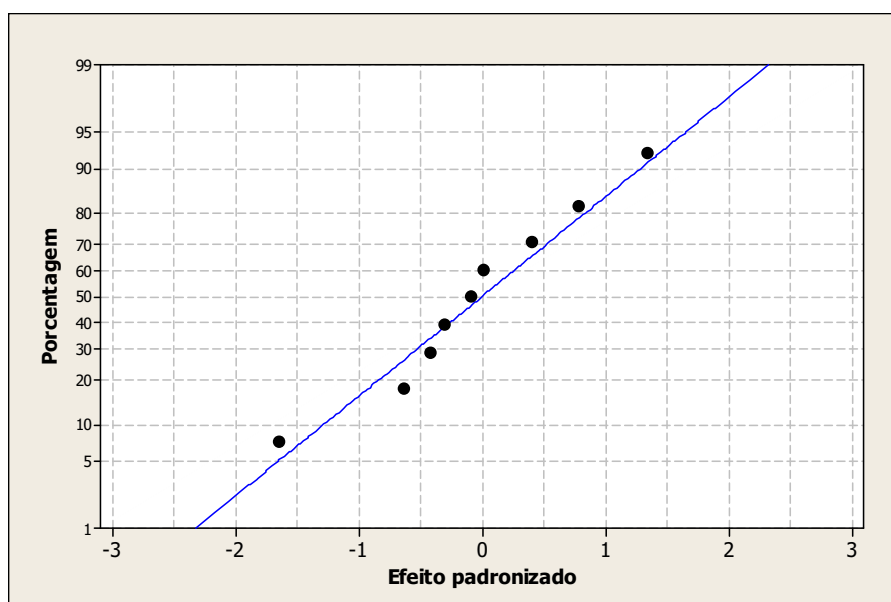


Figura 11. Probabilidade normal dos efeitos padronizados (resposta teor de pectina)
 (●) Efeito não significativo (■) Efeito significativo

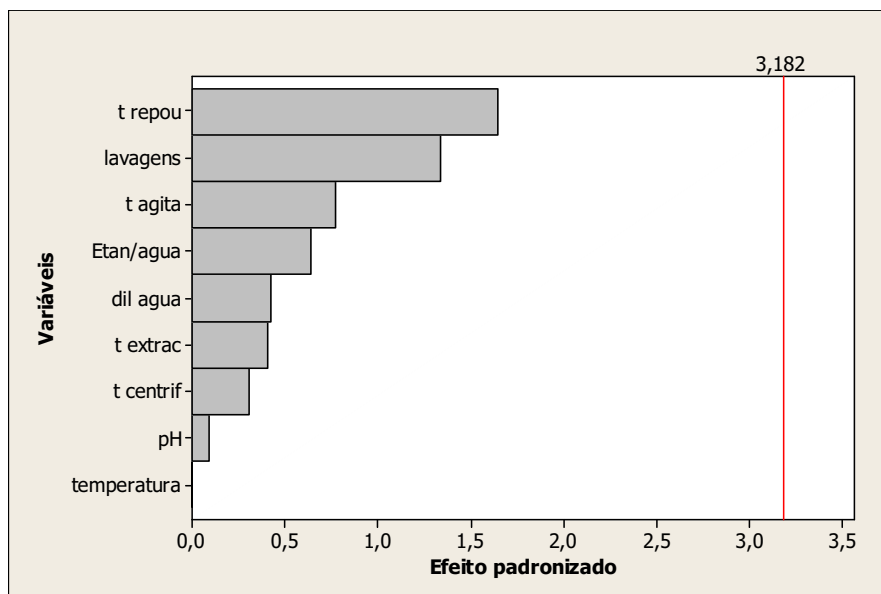


Figura 12. Diagrama de Pareto dos efeitos padronizados (resposta teor de pectina)

Nenhum dos fatores apresentou efeito significativo sobre o teor de pectina.

As Figuras 13 e 14 mostram as melhores condições para cada fator investigado considerando o rendimento e o teor de ácido péctico, respectivamente.

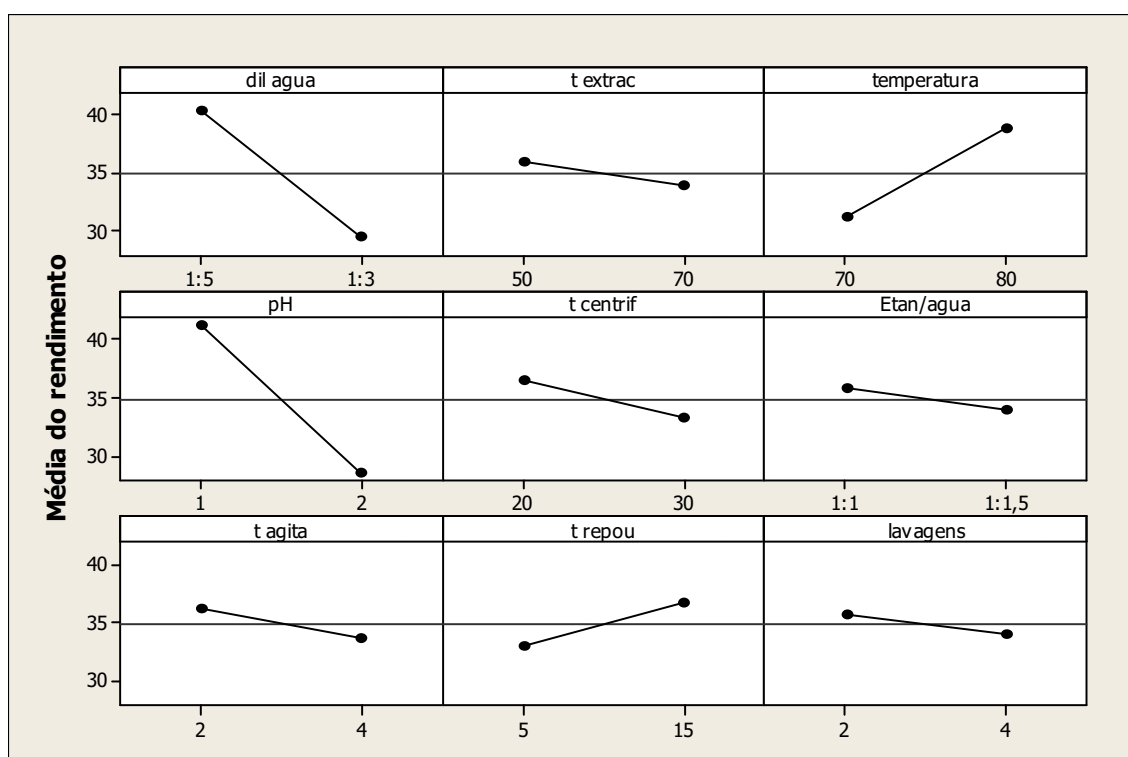


Figura 13. Efeitos principais sobre o rendimento

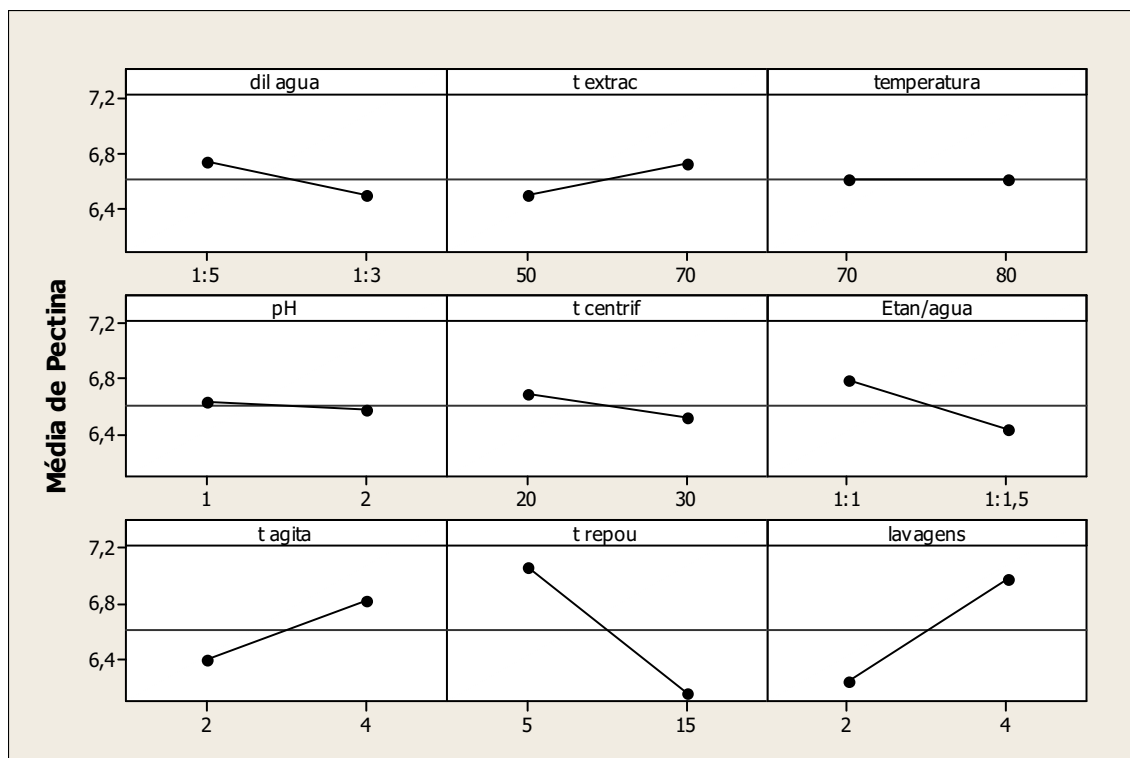


Figura 14. Efeitos principais sobre o teor pectina

As Figuras 13 e 14 evidenciam a diluição da amostra em água (F1), o pH da diluição (F2) e a temperatura da extração (F4), como sendo os efeitos principais sobre a extração. Em vista desse resultado, na segunda etapa do planejamento os fatores F1, F2 e F4 foram investigados a fim de determinar as melhores condições para se realizar uma extração ótima.

As demais variáveis, que não apresentaram efeito significativo sobre ambas as respostas, rendimento e teor de pectina, foram fixadas de acordo com os resultados demonstrados no Diagrama de Pareto e no gráfico dos Efeitos Principais. Comparando as Figuras 10 e 12 pode-se avaliar a grandeza do efeito padronizado de cada fator para as duas respostas. Com exceção do fator F9 (número de lavagens), os demais fatores apresentaram maior efeito padronizado sobre o rendimento. Portanto, os fatores F3, F5, F6, F7 e F8 foram fixados nas condições que garantiram o maior rendimento. Portanto, de acordo com o gráfico dos Efeitos Principais sobre rendimento (Figura 13), os fatores F3, F5, F6, F7 e F8 foram fixados em 50min, 20min, 1:1, 2min e 15min, respectivamente.

O fator F9 (número de lavagens) apresentou valores semelhantes de efeito padronizado para o rendimento e para o teor de pectina. Além disso, as condições sob

estudo (duas e quatro lavagens) causaram efeitos contrários no rendimento e no teor de pectina. Sendo assim, optou-se por uma condição intermediária entre as estudadas.

Esses resultados direcionaram a segunda etapa do trabalho. Desse modo foi desenvolvida uma nova matriz de planejamento. Foi seguido um delineamento composto central respeitando os domínios de abrangência definidos na Tabela 24 e a seqüência de ensaios descritos na Tabela 25.

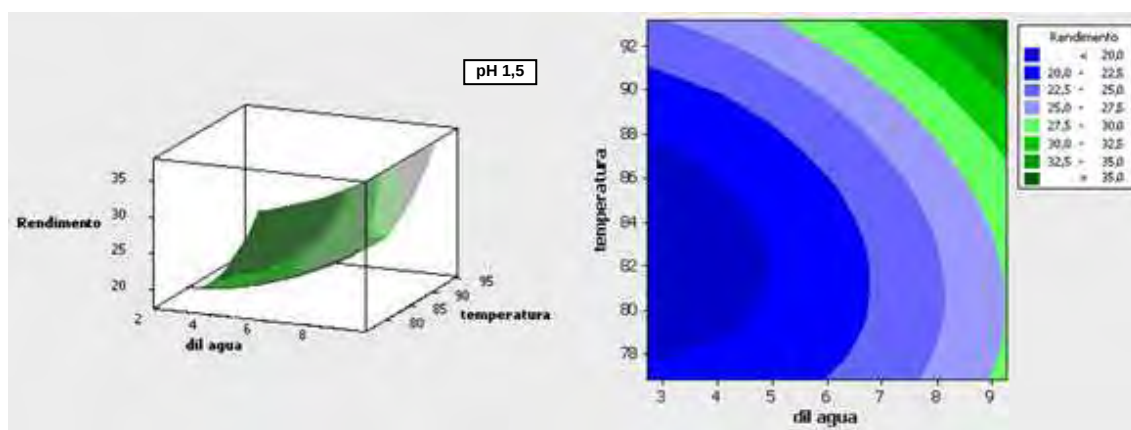
Tabela 24. Fatores empregados na construção da superfície de resposta e seus domínios de abrangência

FATORES	DESCRIÇÃO	FATORES DECODIFICADOS				
		$-\sqrt{2}$	-1	0	+1	$+\sqrt{2}$
F1	Diluição da amostra em água	1:2,7	1:4,0	1:6,0	1:8,0	1:9,3
F2	pH da diluição	0,7	1,0	1,5	2,0	2,3
F4	Temperatura de extração	77	80	85	90	93

Tabela 25. Matriz da superfície de resposta

EXPERIMENTO	FATORES		
	F1	F2	F4
1	+1	+1	-1
2	-1	-1	-1
3	0	0	0
4	+1	-1	+1
5	0	0	0
6	-1	+1	+1
7	$-\sqrt{2}$	0	0
8	0	$-\sqrt{2}$	0
9	0	0	0
10	0	0	$+\sqrt{2}$
11	0	0	$-\sqrt{2}$
12	0	$+\sqrt{2}$	0
13	0	0	0
14	$+\sqrt{2}$	0	0
15	+1	+1	+1
16	0	0	0
17	-1	+1	-1
18	+1	-1	-1
19	0	0	0
20	-1	-1	+1

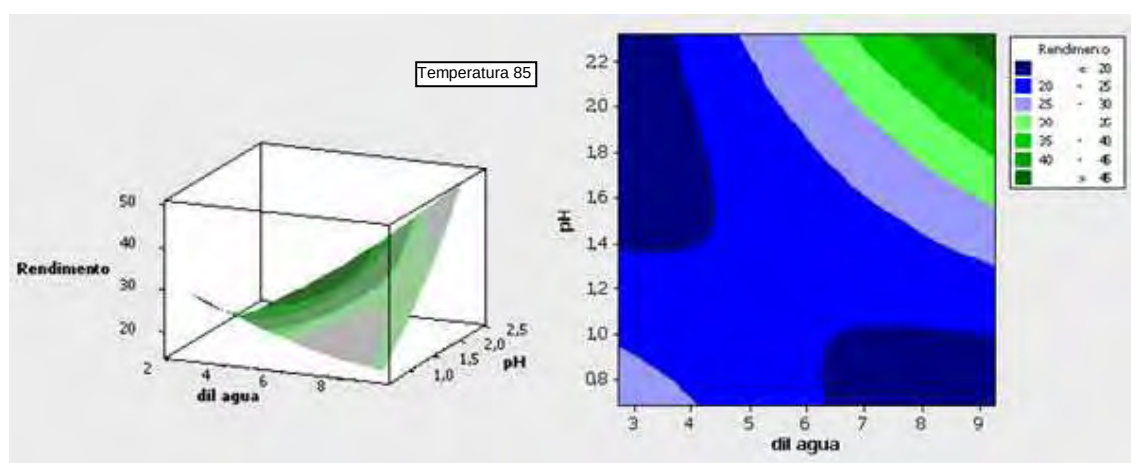
As Figuras 15, 16, 17, 18, 19 e 20 ilustram as superfícies de resposta do modelo em 3D (A) e suas projeções em curvas de nível em 2D (B).



(A)

(B)

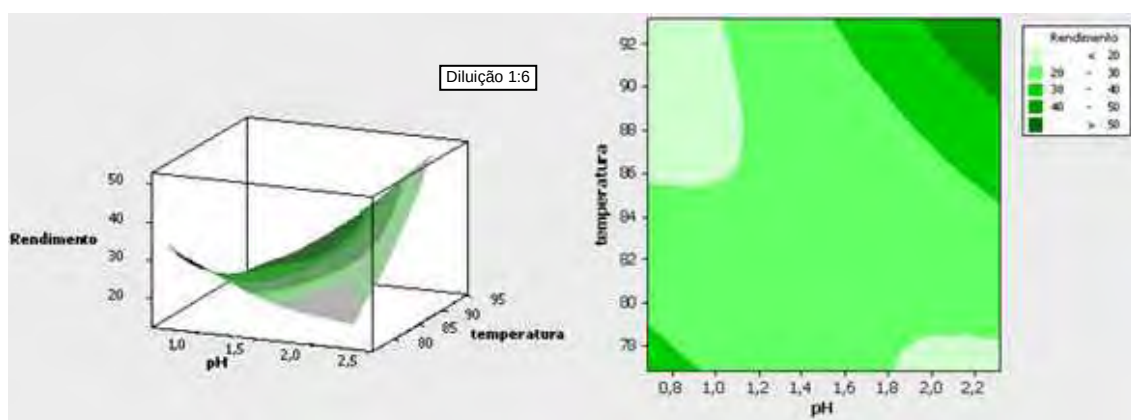
Figura 15. Influência da diluição e da temperatura sobre o rendimento da extração ilustrada por superfície de resposta (A) e por curva de nível (B)



(A)

(B)

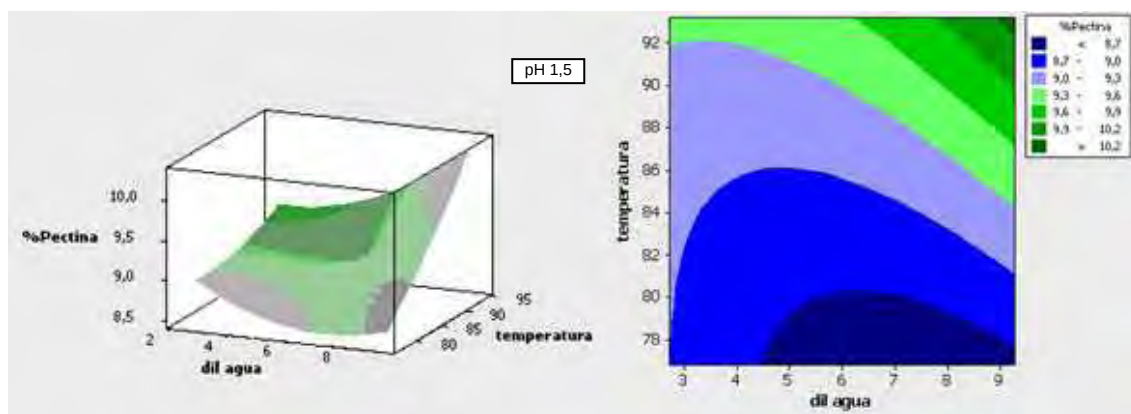
Figura 16. Influência da diluição e do pH sobre o rendimento da extração ilustrada por superfície de resposta (A) e por curva de nível (B)



(A)

(B)

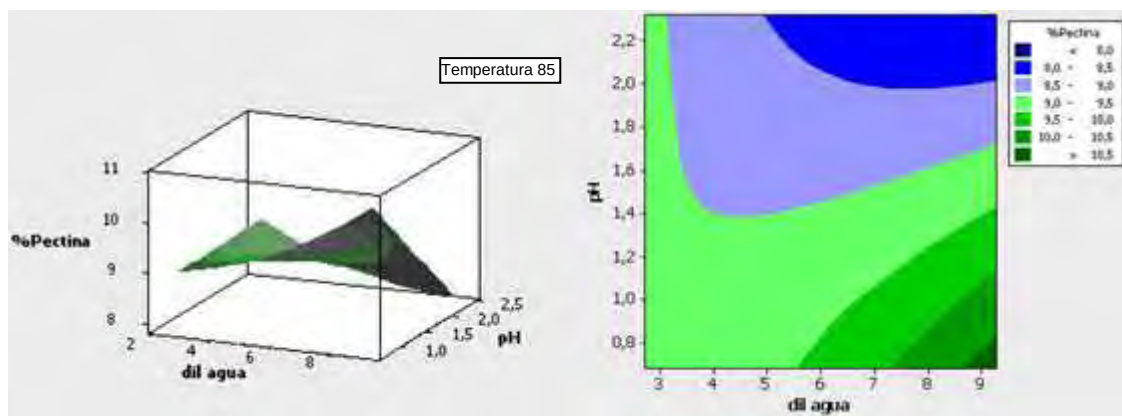
Figura 17. Influência do pH e da temperatura sobre o rendimento da extração ilustrada por superfície de resposta (A) e por curva de nível (B)



(A)

(B)

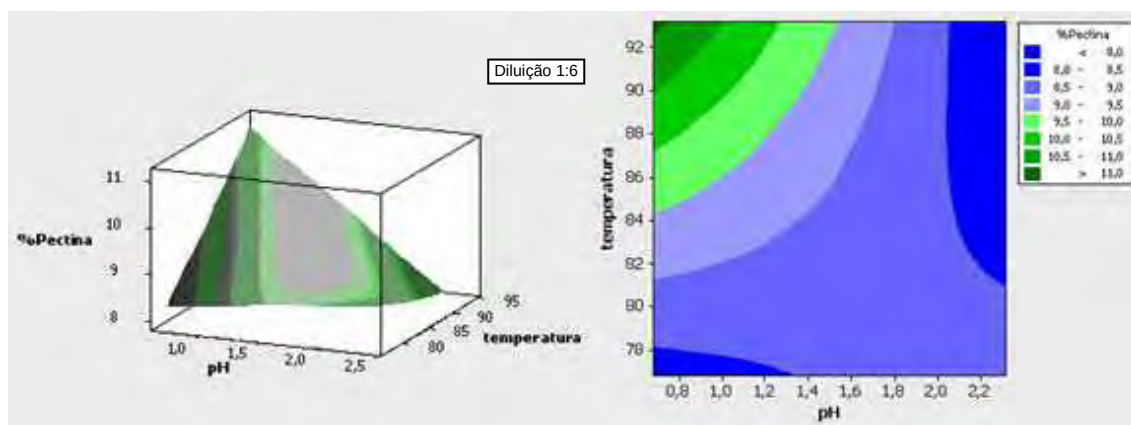
Figura 18. Influência da diluição e da temperatura sobre o teor de pectina ilustrada por superfície de resposta (A) e por curva de nível (B)



(A)

(B)

Figura 19. Influência da diluição e do pH sobre o teor de pectina ilustrada por superfície de resposta (A) e por curva de nível (B)



(A)

(B)

Figura 20. Influência da temperatura e do pH sobre o teor de pectina ilustrada por superfície de resposta (A) e por curva de nível (B)

O que se pôde observar através das superfícies de resposta e das curvas de nível, apresentadas nas Figuras 15, 16 e 17, foi que os maiores rendimentos da extração foram alcançados nas condições de pH, temperatura e diluição mais elevadas. Contudo as Figuras 18, 19 e 20 mostram que, apesar das elevadas temperaturas e diluições serem favoráveis à obtenção de extratos com elevado teor de pectina, o aumento do pH é desfavorável à qualidade do extrato. Quanto maiores os valores do pH, menores os teores de pectina nos extratos.

Desta forma foi estudada a melhor condição de extração para se obter o maior rendimento sem provocar o detrimento do teor de pectina. Uma condição intermediária de pH foi estabelecida entre o pH ótimo para o maior rendimento e o pH ótimo para a obtenção do extrato com maior teor de pectina. As Figuras 16B e 17B mostram que em pH 1,6; diluição da amostra em água de 1:9 e temperatura de extração de 90°C ainda é possível alcançar um rendimento de extração próximo de 30%. Nessas mesmas condições é possível obter um extrato com até 9% de pectina (Figuras 19B e 20B).

A Figura 21 apresenta as condições ótimas de extração de pectina estabelecida para a casca de maracujá-azedo.

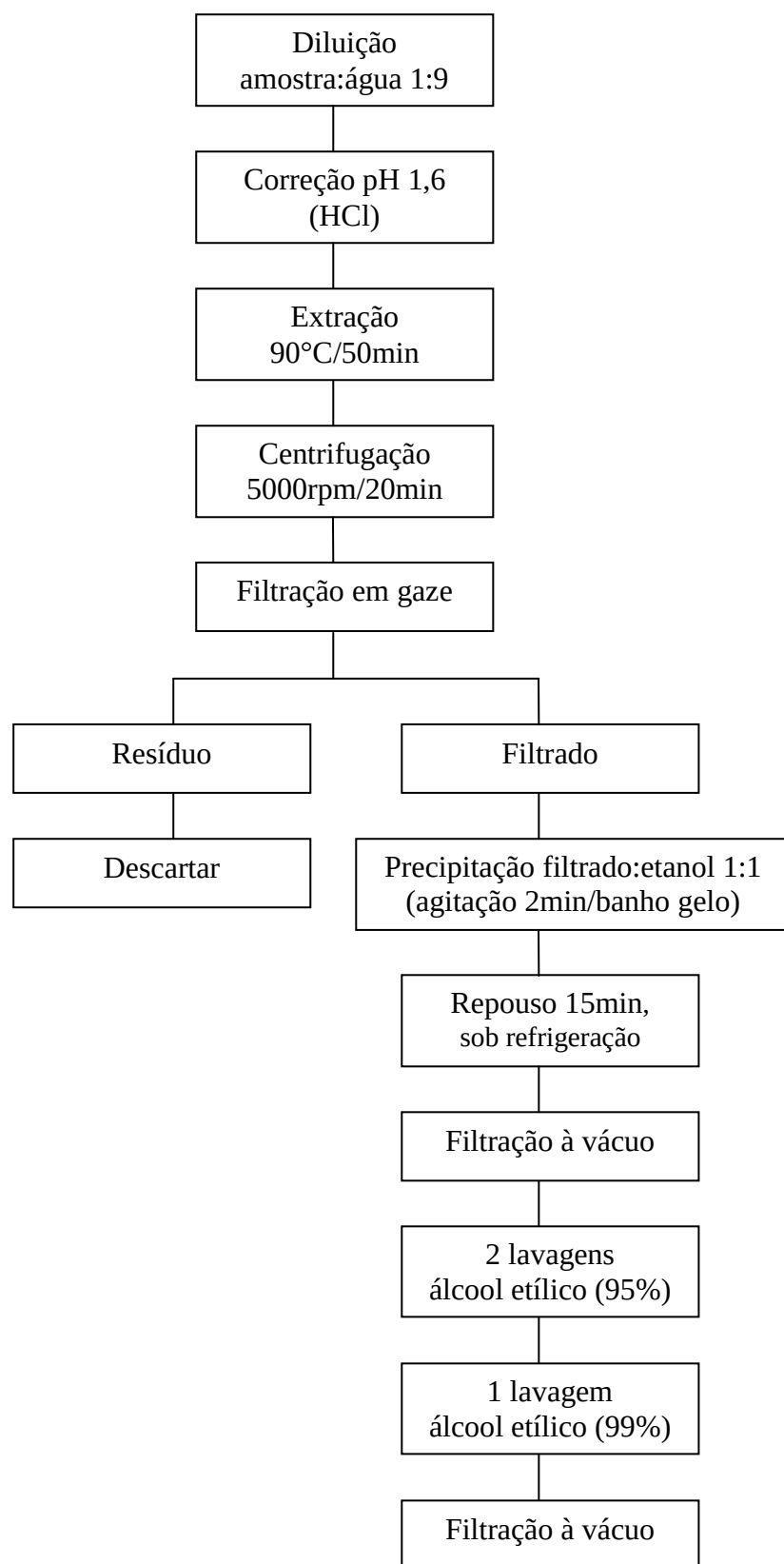


Figura 21. Condição ótima para extração de pectina de casca de maracujá-azedo

As condições ótimas estabelecidas para a extração da pectina da casca do maracujá foram reproduzidas na extração de pectina das frutas que se mostraram viáveis, de acordo com os resultados dos estudos prévios, a fim de avaliar a reprodutibilidade do processo. As Figuras 22 e 23 apresentam os rendimentos da extração e os teores de pectina dos extratos das 13 frutas que apresentaram maior viabilidade para a extração de pectina, obtidos pelo método padrão e pela metodologia desenvolvida para a pectina da casca do maracujá.

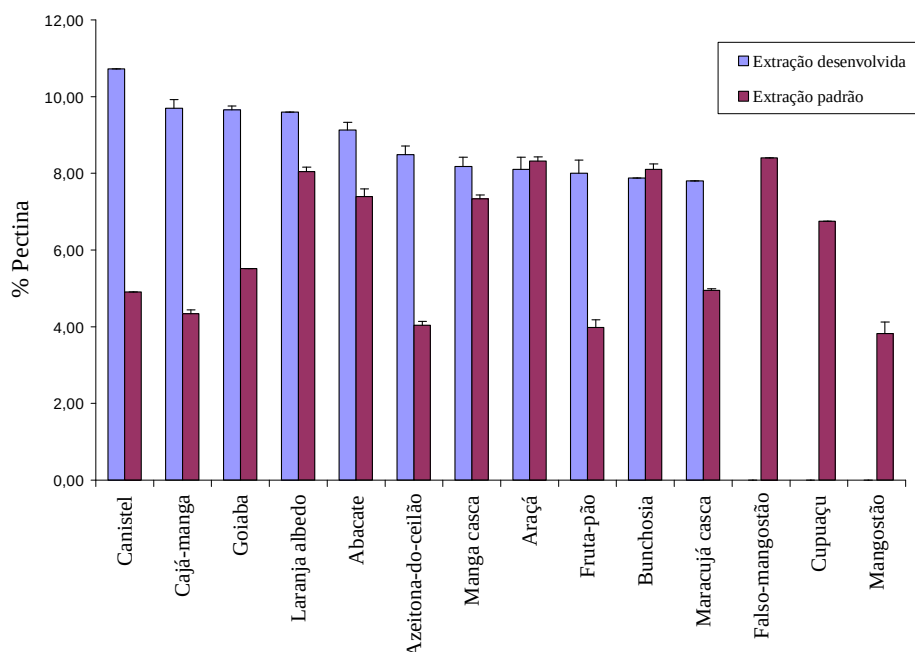


Figura 22. Teor de pectina nos extratos, modelo de extração desenvolvido e extração padrão

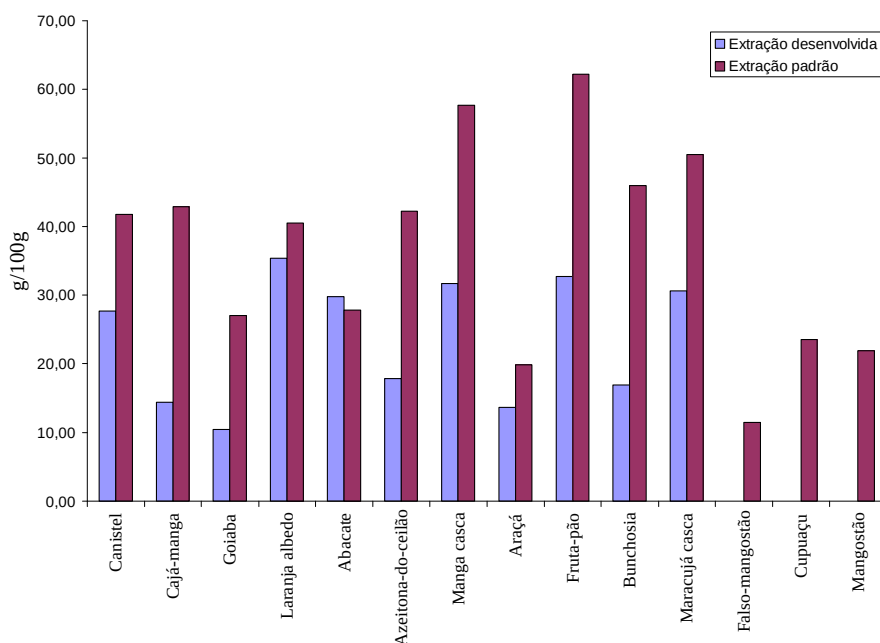


Figura 23. Rendimento da extração, modelo de extração desenvolvido e extração padrão

O modelo de extração desenvolvido, na maioria dos casos forneceu extratos com maior teor de pectina ou com valores muito próximos dos resultados alcançados com o modelo de extração padrão. Os teores de pectina encontrados foram bastante elevados e se assemelharam ao teor de pectina do albedo da laranja, tido como o padrão.

Exceções foram o falso-mangostão, o cupuaçu e o mangostão, dos quais não foi possível extrair quantidade significativa de pectina através do método desenvolvido. As condições estabelecidas para a extração podem ter sido muito drásticas para a pectina encontrada nesses frutos e isso pode ter levado à sua desestruturação. Quando é adicionado ácido a uma mistura aquosa contendo frutas, reações hidrolíticas ocorrem, rompendo a parede celular vegetal com liberação de pectina solúvel. A concentração de ácido, a temperatura e o tempo são fatores que podem promover também a destruição dos polissacarídeos. É preciso estabelecer uma condição de equilíbrio das reações positivas, que liberam os polissacarídeos solúveis em ácido, com as reações negativas, que hidrolisam as ligações glicosídicas e ésteres (CHO; HWANG, 2000).

Assim como se observou na extração de pectina da casca do maracujá, ocorreu uma queda significativa no rendimento da extração. Todavia, canistel (27,64%), abacate (29,74%), fruta-pão (32,76%), casca de manga (31,69%) e casca de maracujá (30,67%) ainda apresentaram um bom rendimento de extração, comparável ao rendimento do albedo da laranja (35,38%). Por terem demonstrado um bom rendimento de extração e elevados teores de pectina essas frutas se mostram viáveis para a extração de pectina pelo modelo desenvolvido.

A bunchosia e o araçá apresentaram teores de pectina muito próximos para os dois modelos, contudo através do modelo padrão obtiveram-se rendimentos 1,7 e 0,5 vezes maiores, respectivamente. Nestes casos o modelo de extração padrão foi mais eficiente que o modelo desenvolvido.

O modelo desenvolvido e proposto se mostrou eficiente para extração de pectina do canistel, cajá-manga, goiaba, albedo de laranja, abacate, azeitona-do-Ceilão, casca de manga, fruta-pão e casca de maracujá e foi possível melhorar a qualidade do extrato, mantendo um bom rendimento de extração.

5.4. GRAU DE METOXILAÇÃO E CAPACIDADE DE FORMAÇÃO DE GEL DOS EXTRATOS

Com o objetivo de caracterizar a pectina extraída de cada fruta foi determinado o grau de metoxilação da pectina extraída pelo método de extração padrão. O grau de metoxilação é uma das propriedades mais importantes da pectina devido à excelente correlação com a propriedade de formar gel, que define a adequação de seu uso industrial. A Figura 24 traz os valores de grau de metoxilação determinados.

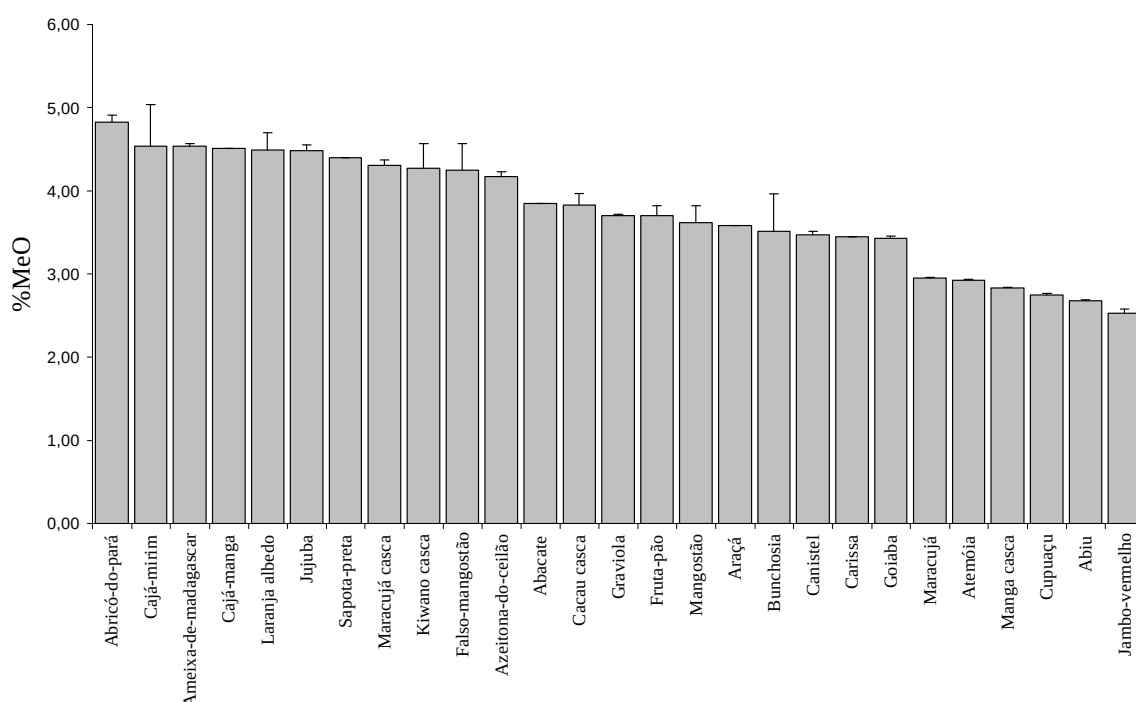


Figura 24. Grau de metoxilação das pectinas contidas nos extratos obtidos pelo método de extração padrão

Abrió-do-Pará (4,83%), cajá-mirim (4,54%), ameixa-de-Madagascar (4,54%) e cajá-manga (4,51%), jujuba (4,48%), sapota-preta (4,40%), casca de maracujá (4,31%), casca de kiwano (4,27%), falso-mangostão (4,25%) e azeitona-do-Ceilão (4,17%), apresentam grau de metoxilação muito próximos do grau de metoxilação da fonte padrão, albedo de laranja (4,49%). Pectinas que apresentam elevados valores de grau de metoxilação, formam gel em pH abaixo, na presença de co-solutos, açúcares com concentração maior que 65%.

Com o objetivo de comparar a qualidade dos extratos, obtidos pelos dois diferentes métodos de extração, foi determinada a capacidade de formação de gel,

conforme descrito no item 4.2.4. Esse experimento fornece um resultado mais real da qualidade dos extratos, uma vez que a viscosidade do gel formado depende tanto do grau de metoxilação da pectina, como da sua concentração no extrato. A Figura 25 compara a qualidade dos extratos, obtidos pelo método de extração desenvolvido e padrão, através da determinação da viscosidade do gel produzido.

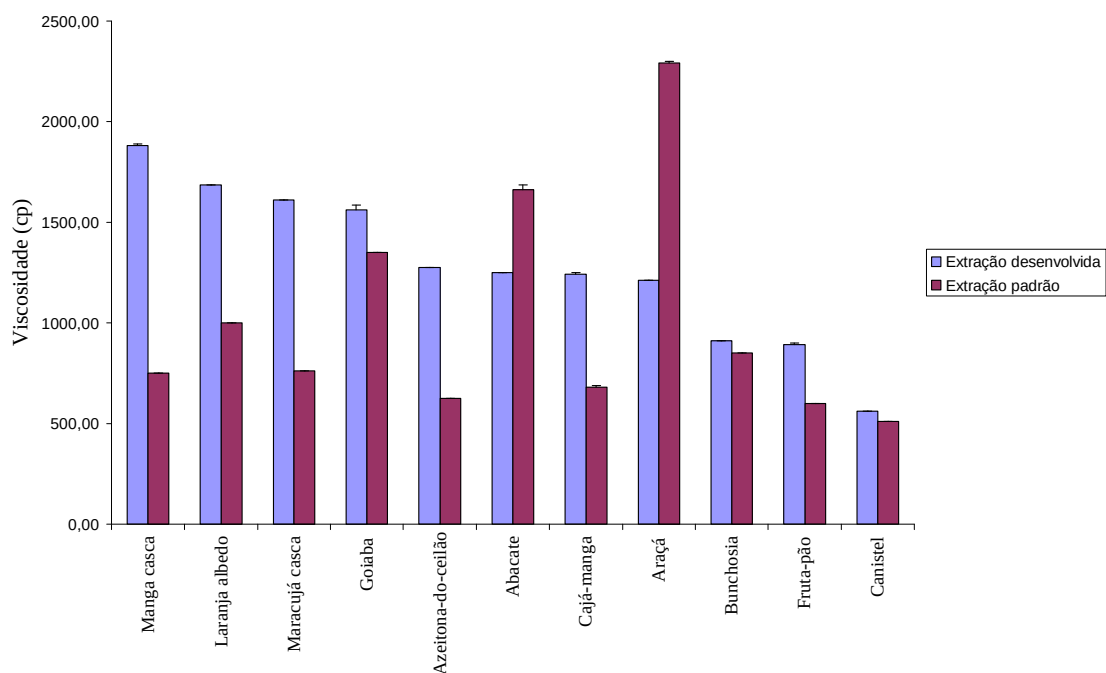


Figura 25. Capacidade de formação de gel dos extratos, obtidos pelo método de extração desenvolvido e padrão

O método de extração desenvolvido forneceu extratos com maior capacidade de formação de gel na maioria dos casos. Os extratos da casca de manga, da casca de maracujá e da goiaba produziram géis com viscosidades bastante elevadas e comparáveis à viscosidade do gel do albedo da laranja.

Os extratos de abacate e araçá obtidos pelo método de extração padrão apresentaram géis com viscosidade bastante superior a dos géis obtidos pelo método desenvolvido.

5.5. AÇÚCARES REDUTORES E TOTAIS

A determinação dos açúcares redutores e totais foi realizada de acordo com a metodologia descrita no item 4.2.5. A Figura 26 mostra os resultados obtidos em gramas de açúcares totais e redutores por mililitros da amostra da fruta.

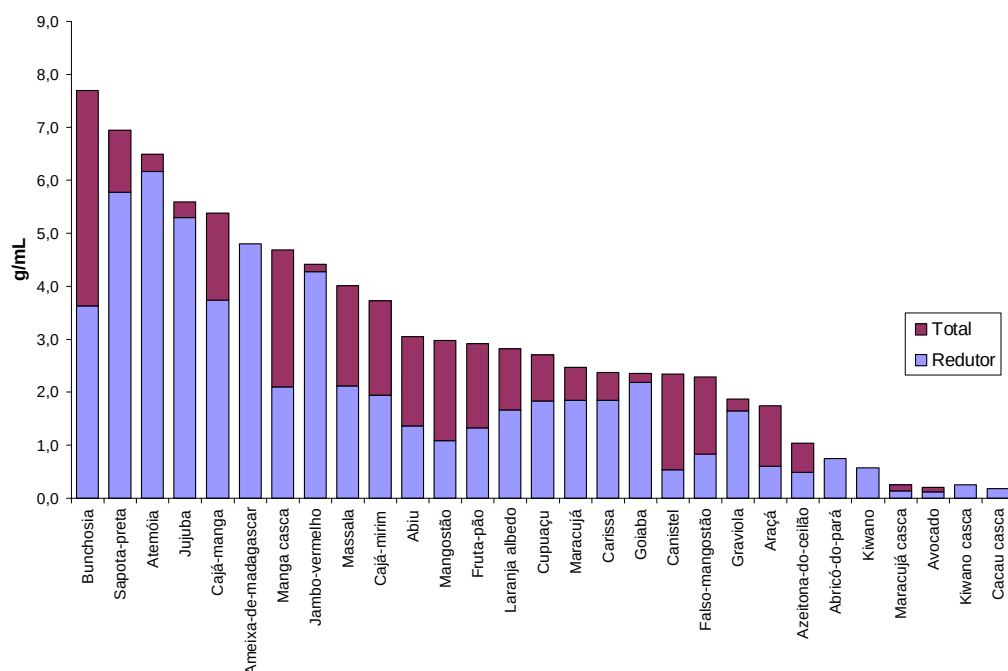


Figura 26. Concentração de açúcares totais e redutores em gramas por mL

Bunchosia ($7,69\text{g.mL}^{-1}$), sapota-preta ($6,95\text{g.mL}^{-1}$), atemóia ($6,49\text{g.mL}^{-1}$) e jujuba ($5,59\text{g.mL}^{-1}$), apresentaram os maiores teores de açúcares totais. As amostras de fruta que apresentam maiores concentrações de açúcar redutor foram: atemóia ($6,16\text{g.mL}^{-1}$), sapota-preta ($5,77\text{g.mL}^{-1}$), jujuba ($5,29\text{g.mL}^{-1}$), ameixa-de-Madagascar ($4,80\text{g.mL}^{-1}$), jambo-vermelho ($4,28\text{g.mL}^{-1}$), cajá-manga ($3,73\text{g.mL}^{-1}$) e bunchosia ($3,63\text{g.mL}^{-1}$). Aquelas que apresentaram maior teor de açúcares redutores em relação ao teor de açúcares totais foram: casca de kiwano, casca de cacau, abriçó-do-Pará, kiwano e ameixa-de-Madagascar.

O conhecimento dessas concentrações e proporções é muito importante, pois pode ser determinante na avaliação do padrão de qualidade de uma matéria-prima e no preparo de uma formulação, além da indicação para um determinado público alvo.

5.6. EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PROTEÍNAS QUANTO AO VALOR DA MASSA MOLECULAR E IDENTIFICAÇÃO DE PME

Foi realizada a extração de proteínas de acordo com o item 4.2.6. e as amostras obtidas foram armazenadas e após analisadas quanto ao teor de proteína. A proteína total foi determinada pelo método Hartree (1972), utilizando-se soroalbumina bovina como padrão. A Figura 27 mostra os resultados dos teores protéicos obtidos.

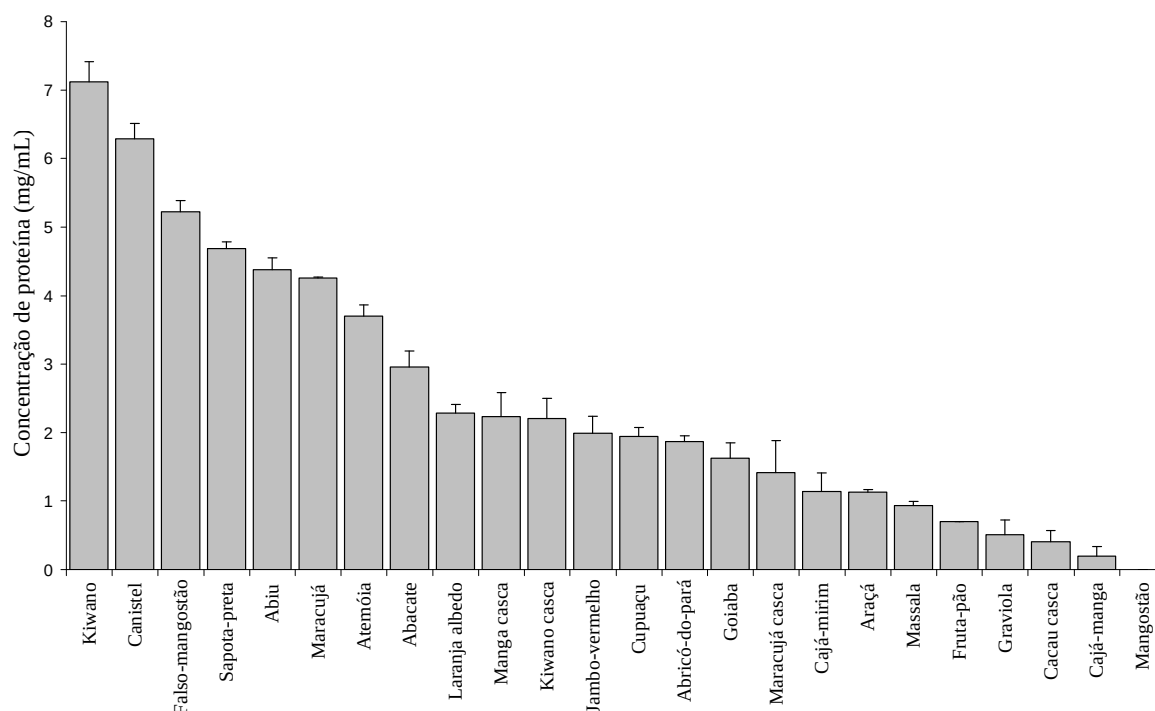


Figura 27. Teor de proteína em mg.mL^{-1} de amostra

A partir da concentração de proteína foram selecionadas 16 amostras de frutas para a determinação da massa molecular. As amostras selecionadas foram kiwano ($7,12\text{mg.mL}^{-1}$), canistel ($6,28\text{mg.mL}^{-1}$), falso-mangostão ($5,22\text{mg.mL}^{-1}$), sapota-preta ($4,68\text{mg.mL}^{-1}$), abiu ($4,37\text{mg.mL}^{-1}$), maracujá ($4,25\text{mg.mL}^{-1}$), atemóia ($3,70\text{mg.mL}^{-1}$), abacate ($2,96\text{mg.mL}^{-1}$), albedo de laranja ($2,29\text{mg.mL}^{-1}$), casca de manga ($2,23\text{mg.mL}^{-1}$), casca de kiwano ($2,20\text{mg.mL}^{-1}$), jambo-vermelho ($1,99\text{mg.mL}^{-1}$), cupuaçu ($1,94\text{mg.mL}^{-1}$), abrió-do-Pará ($1,87\text{mg.mL}^{-1}$), goiaba ($1,63\text{mg.mL}^{-1}$) e casca de maracujá ($1,42\text{mg.mL}^{-1}$).

Após dessalinização em coluna Sephadex G-25, a massa molecular das proteínas foi determinada através de eluição em coluna Sephadex G-100, previamente calibrada

com os padrões protéicos soroalbumina bovina, quimiotripsinogênio A, ribonuclease A e ácido tânico. A Figura 28 ilustra a relação entre o volume de eluição e a massa molecular das proteínas padrões. Os eluatos foram monitorados através da leitura da absorbância em 280nm, para detecção de proteínas.

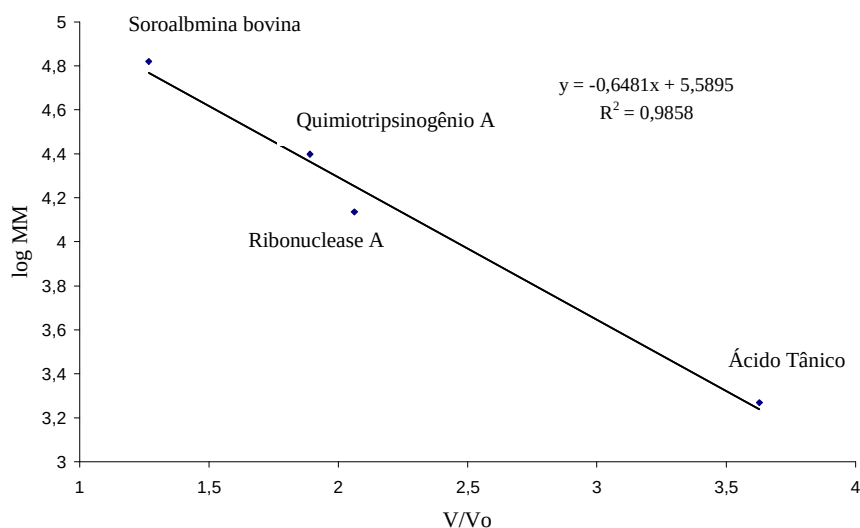


Figura 28. Curva analítica de massa molecular, padrões protéicos eluídos em coluna de cromatografia Sephadex G-100

Através da curva analítica, em cromatografia Sephadex G-100, calculou-se a massa molecular das amostras protéicas. A seguir estão apresentados os perfis de eluição e a massa molecular das proteínas das 16 frutas selecionadas para estudo. Os picos contendo proteína foram analisados quanto à atividade da enzima PME.

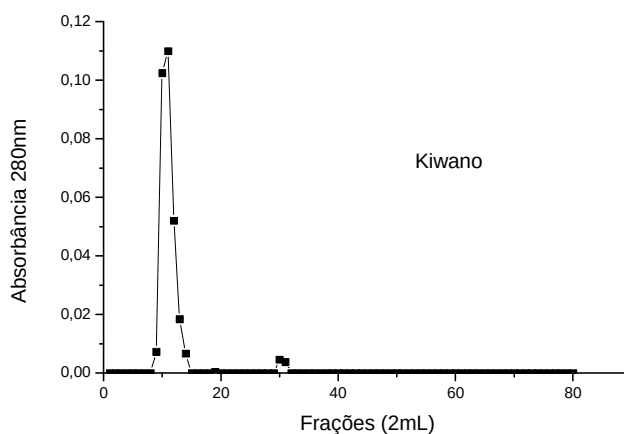


Figura 29. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de kiwano

As massas moleculares dos picos 1 e 2 foram estimadas em 84239Da e 6322Da. A atividade da PME foi detectada no pico 2.

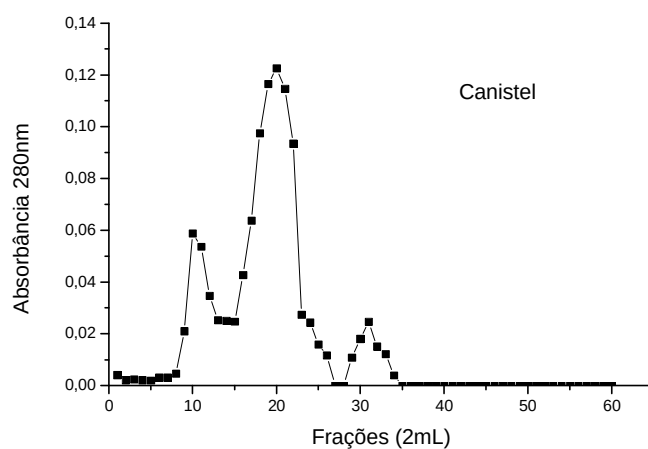


Figura 30. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de canistel

As massas moleculares dos picos 1, 2 e 3 foram estimadas em 97511Da, 26134Da e 5833Da. A atividade da PME foi detectada nos picos 1, 2 e 3.

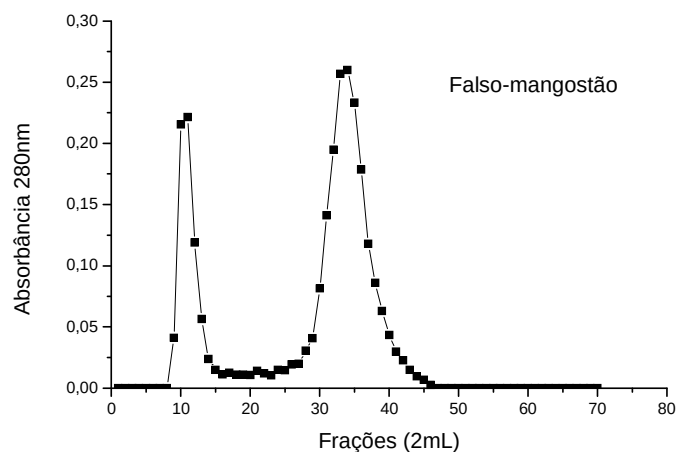


Figura 31. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de falso-mangostão

As massas moleculares dos picos 1 e 2 foram estimadas em 90633Da e 4894Da. A atividade da PME foi detectada no pico 1.

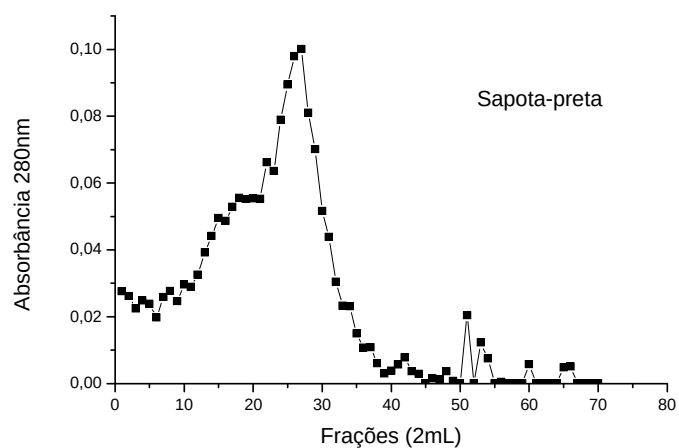


Figura 32. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de sapota-preta

As massas moleculares dos picos 1, 2 e 3 foram estimadas em 5205Da, 469Da e 111Da. A atividade da PME foi detectada no pico 1.

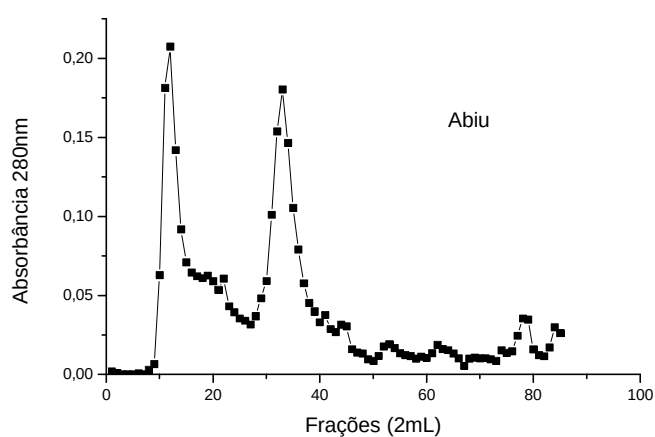


Figura 33. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de abiu

As massas moleculares dos picos 1, 2, 3 e 4 foram estimadas em 91298Da, 26326Da, 5502Da e 1015Da. A atividade da PME foi detectada nos pico 1, 2, 3 e 4.

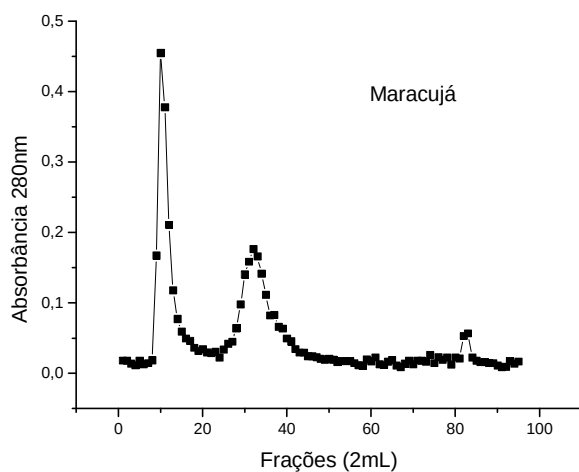


Figura 34. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de maracujá

As massas moleculares dos picos 1 e 2 foram estimadas em 95093Da e 4317Da. A atividade da PME foi detectada nos picos 1 e 2.

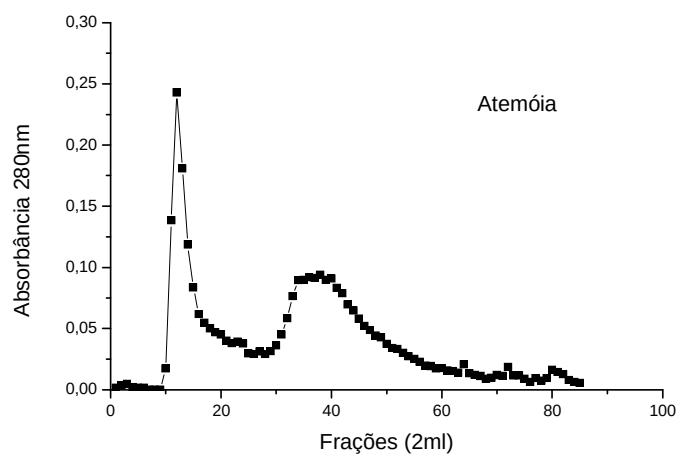


Figura 35. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de atemóia

As massas moleculares dos picos 1 e 2 foram estimadas em 91298Da e 3600Da. Não foi detectada atividade da PME na atemóia.

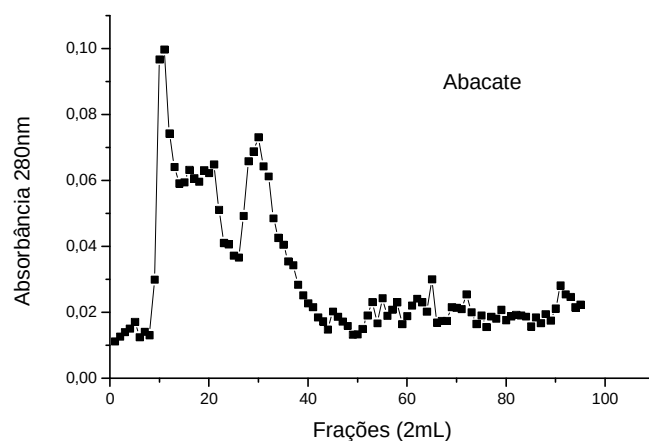


Figura 36. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de abacate

As massas moleculares dos picos 1, 2, 3 e 4 foram estimadas em 77259Da, 36918Da, 17777Da e 4626Da. A atividade da PME foi detectada nos pico 2, 3 e 4.

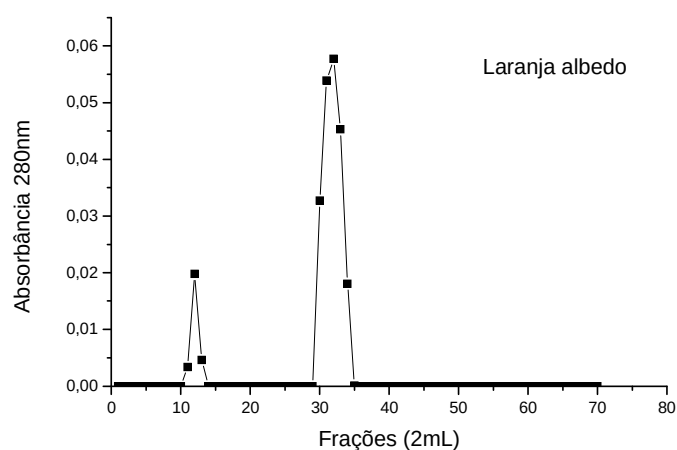


Figura 37. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de albedo da laranja

As massas moleculares dos picos 1 e 2 foram estimadas em 74344Da e 4521Da. A atividade da PME foi detectada no pico 2.

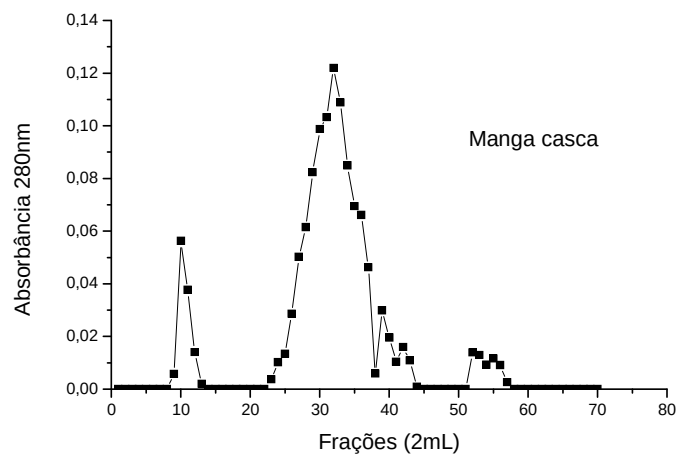


Figura 38. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de casca da manga

As massas moleculares dos picos 1, 2, 3 e 4 foram estimadas em 90859Da, 3808Da, 1347Da e 863Da. A atividade da PME foi detectada nos picos 1, 2, 3 e 4.

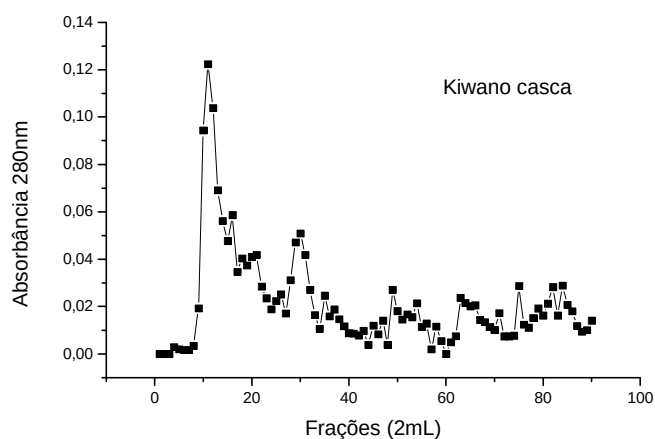


Figura 39. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de casca do kiwano

As massas moleculares dos picos 1, 2, 3, 4 e 5 foram estimadas em 76667Da, 36076Da, 4734Da, 2228Da e 138Da. A atividade da PME foi detectada nos pico 2, 3, 4 e 5.

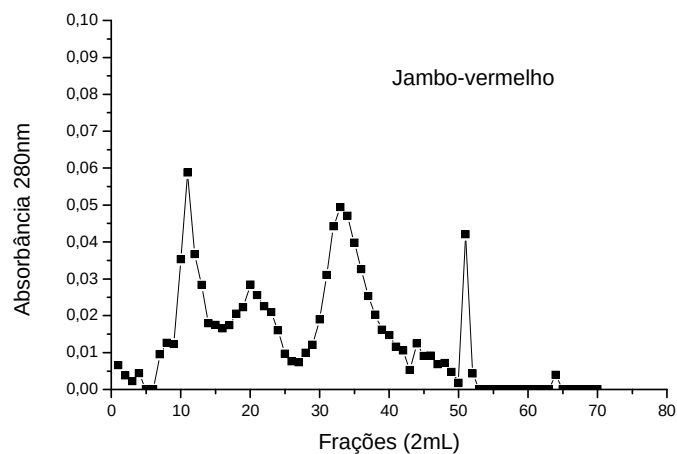


Figura 40. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de jambo-vermelho

As massas moleculares dos picos 1, 2, 3, 4 e 5 foram estimadas em 97511Da, 31149Da, 6095Da, 1518Da e 627Da. A atividade da PME foi detectada nos picos 1, 2, 3, 4 e 5.

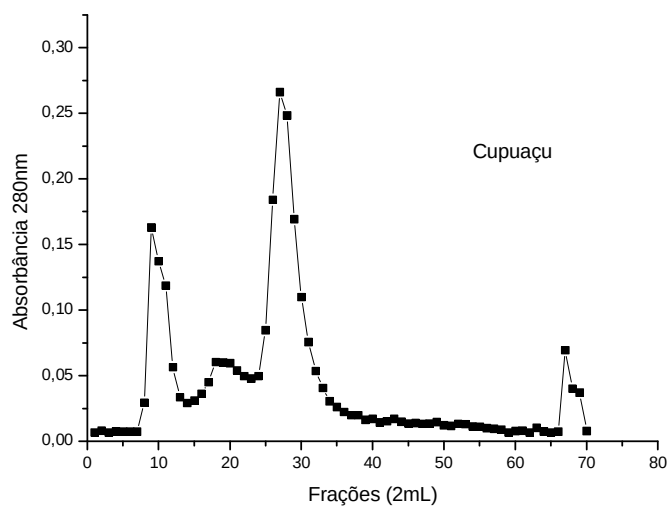


Figura 41. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de cupuaçu

As massas moleculares dos picos 1, 2 e 3 foram estimadas em 95093Da, 22392Da e 5074Da. A atividade da PME foi detectada no pico 2 e 3.

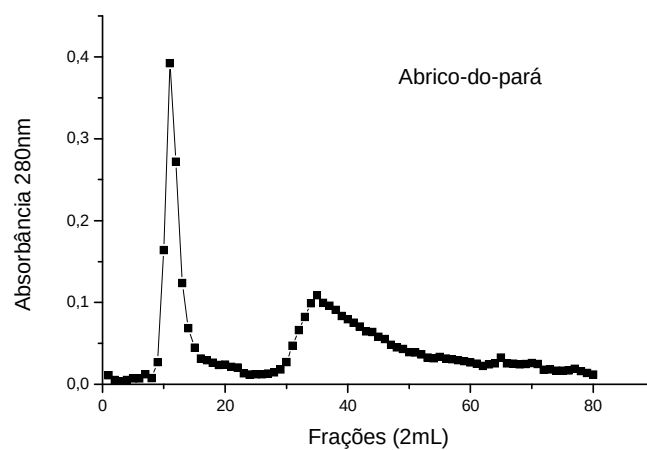


Figura 42. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de abricó-do-Pará

As massas moleculares dos picos 1 e 2 foram estimadas em 94699Da e 4650Da. A atividade da PME foi detectada nos picos 1 e 2.

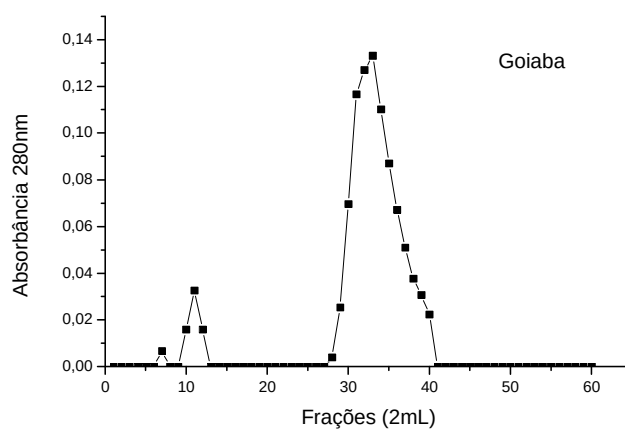


Figura 43. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de goiaba

As massas moleculares dos picos 1 e 2 foram estimadas em 88732Da e 4154Da. A atividade da PME foi detectada no pico 2.

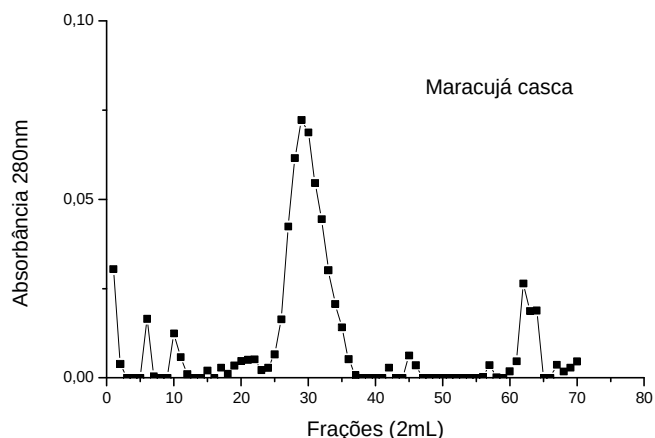


Figura 44. Cromatografia em coluna Sephadex G-100 do extrato de casca do maracujá

As massas moleculares dos picos 1, 2, 3 e 4 foram estimadas em 338351Da, 162929Da, 90108Da e 4882Da. A atividade da PME foi detectada no pico 4.

Em frutos, a PME normalmente ocorre em duas ou mais isoformas, cada uma possuindo uma única cadeia polipeptídica com massas moleculares variando de 10000Da a 60000Da (MARKOVIC; JORNVALL, 1975; GIOVANE et al., 1990; ALLONSO et al., 1997).

Cameron & Grahmann (1996), a partir de toranja vermelha isolaram 4 isoenzimas de PME, com massas moleculares variando de 16200Da a 37700Da.

Estudos de purificação parcial e caracterização de PME em feijões verdes (*Phseolus vulgares* L.), encontrou duas isoenzimas com massas moleculares de 45000Da e 29000Da (LAATS et al., 1997).

Alonso et al. (1996) encontraram 4 isoformas de PME em cerejas doces (*Prunus avium* L.), com massas moleculares variando de 27200Da a 55900Da.

6 – CONCLUSÕES

6.1. TEOR DE PECTINA DAS FRUTAS

Mangostão (10,50%), cupuaçu (9,28%), casca de maracujá (7,18%), falso-mangostão (6,72%), fruta-pão (5,23%), polpa de maracujá (4,91%) e araçá (4,61%) apresentaram os maiores teores de pectina na fruta *in natura*. Não foi detectada quantidade significativa de pectina na amostra de massala.

6.2. EXTRAÇÃO DE PECTINA

A diluição da amostra em água, o pH da diluição e a temperatura da extração, foram determinados os efeitos principais sobre a extração em estudo.

Os maiores rendimentos da extração foram alcançados nas condições de pH, temperatura e diluição mais elevadas. Elevadas temperaturas e diluições foram favoráveis à obtenção de extratos com elevado teor de pectina, contudo o aumento do pH se mostrou desfavorável à qualidade do extrato. Quanto maiores os valores do pH, menores os teores de pectina nos extratos.

Em pH 1,6; diluição da amostra em água de 1:9 e temperatura de extração de 90°C obteve-se um rendimento de extração próximo de 30%, resultando em um extrato com 9% de pectina.

O modelo desenvolvido e proposto para extração de pectina da casca do maracujá respondeu de forma semelhante para o canistel, cajá-manga, goiaba, albedo de laranja, abacate, azeitona-do-Ceilão, casca de manga, fruta-pão e casca de maracujá e foi possível melhorar a qualidade do extrato, mantendo um bom rendimento de extração.

6.3. GRAU DE METOXILAÇÃO E CAPACIDADE DE FORMAÇÃO DE GEL DOS EXTRATOS

Abrió-do-Pará (4,83%), cajá-mirim (4,54%), ameixa-de-Madagascar (4,54%) e cajá-manga (4,51%), jujuba (4,48%), sapota-preta (4,40%), casca de maracujá (4,31%), casca de kiwano (4,27%), falso-mangostão (4,25%) e azeitona-do-Ceirão (4,17%), apresentam grau de metoxilação muito próximos do grau de metoxilação da fonte padrão, albedo de laranja (4,49%).

O método de extração desenvolvido forneceu extratos com maior capacidade de formação de gel na maioria dos casos. Os extratos da casca de manga, da casca de maracujá e da goiaba produziram géis com viscosidades bastante elevadas e comparáveis à viscosidade do gel do albedo da laranja.

Os extratos de abacate e araçá obtidos pelo método de extração padrão apresentaram géis com viscosidade bastante superior a dos géis obtidos pelo método desenvolvido.

6.4. AÇÚCARES REDUTORES E TOTAIS

Bunchosia, sapota-preta, atemóia e jujuba, apresentaram os maiores teores de açúcares totais.

As amostras de fruta que apresentam maiores concentrações de açúcar redutor foram: atemóia, sapota-preta, jujuba, ameixa-de-Madagascar, jambo-vermelho, cajá-manga e bunchosia.

As frutas que apresentaram maior teor de açúcares redutores em relação ao teor de açúcares totais foram: casca de kiwano, casca de cacau, abrió-do-Pará, kiwano e ameixa-de-Madagascar.

6.5. EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PROTEÍNAS QUANTO AO VALOR DA MASSA MOLECULAR E IDENTIFICAÇÃO DE PME

As amostras que apresentaram maior teor protéico foram: kiwano, canistel, falso-mangostão, sapota-preta, abiu, maracujá, atemóia, abacate, albedo de laranja, casca de

manga, casca de kiwano, jambo-vermelho, cupuaçu, abricó-do-Pará, goiaba e casca de maracujá.

As frutas estudadas apresentaram entre dois e cinco picos protéicos, com massas moleculares variando de 97511Da a 111Da.

A atividade da PME foi identificada em todas as amostras com exceção da polpa de atemóia. Na maioria dos casos a PME foi encontrada na forma de duas ou mais isoformas, com massas moleculares variando de 97511Da a 1015Da.

REFERÊNCIAS

AGROFORESTRYTREE DATABASE. **Flacourtia Indica**. Disponível em: <<http://www.worldagroforestrycentre.org/sea/products/AFDbases/AF/asp/SpeciesInfo.asp?SpID=872>>. Acesso em: 22 jan. 2009.

AHMAD, F. B.; ISMAIL, G. Medicinal plants used by kadazandusun communities around crocker range. 2003. **ASEAN Review of Biodiversity and Environmental Conservation (ARBEC)**. Disponível em: <<http://www.arbec.com.my/pdf/art1janmar03.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2009.

ALLONSO, J.; HOWELL, N.; CANET, W. Purification and characterization of two pectinmethylesterase from persimmon (*Diospyros kaki*). **Journal of Agriculture and Food Sciences**, v. 75, p. 352-358, 1997.

ALLONSO, J.; RODRIGUEZ, T.; CANET, W. Purification and characterization of four pectinesterase from sweet cherry (*Prunus avium* L.). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 44, p. 3416-3422, 1996.

ALMEIDA, N. M. S. **Frutos nativos do cerrado**. Disponível em: <<http://professoraneusa.files.wordpress.com/2008/04/frutos-do-cerrado.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2009.

ALVES, P. R. B.; MELO, B. **Cultura do maracujazeiro**. Núcleo de Estudo em Fruticultura no Cerrado, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/maracuja2.html>>. Acesso em: 20 out. 2009.

ANDREWS, P. The gel-filtration behaviour of proteins related to their molecular weights over wide range. **Biochemistry Journal**, v. 98, p. 595-605, 1965.

ASSIS, S. A. **Enzima pectinametilesterase de acerola (*Malpighia glabra* L.): estabilidade térmica e imobilização**. 2000. 103 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2000.

BAHIA. Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. **Começou a safra da falsa azeitona:** azeitona do Ceilão não serve, porém, para fazer conservas. Disponível em:
<<http://www.seagri.ba.gov.Br/noticias.asp?qact=view&exibir=clipping¬id=7523>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

BENZIONI, A. **Kiwano**. Disponível em:
<<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/cropfactsheets/kiwano.html>>. Acesso em: 25 abr. 2007.

BETTIOL NETO, J. E. **Híbrida:** porém saborosa. Disponível em:
<http://revistagloborural.globo.com/EditoraGlobo/componentes/article/edg_article_print/1,3916,1027192-4529-1,00.html>. Acesso em: 26 jan. 2009.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992. 222 p.

BORGES, M. H. C.; MELO, B. **Cultura do abacateiro**. Núcleo de Estudo em Fruticultura no Cerrado, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/abacate.html>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

BOX, G. E. P.; HUNTER, W. G.; HUNTER, J. S. **Statistics for experimenters:** an introduction to design, data analysis and model building. New York: John Wiley & Sons, 1978. 653 p.

CALIFORNIA RARE FRUIT GROWERS. **Jujube**. Disponível em:
<<http://www.crfg.org/pubs/ff/jujube.html>>. Acesso em: 8 jul. 2008.

CAMERON, R. G.; GROHMANN, K. Purification and characterization of a thermally tolerant pectin methylesterase from a commercial fresh frozen orange juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, p. 458-462, 1996.

CARVALHO NETO, W. **A vegetação natural do Brasil e suas frutas comestíveis**. Disponível em: <<http://143.107.240.36/porta1/Result2000/neto/frutas.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2009.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: INPA, 1976. 166 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós colheita de frutos e hortaliças:** glossário. Lavras: Ed. UFL, 2006. 256 p.

CHO, Y. J.; HWANG, J. K. Modeling the yield and intrinsic viscosity of pectin in acidic solubilization of apple pomace. **Journal of Food Engineering**, v. 44, p. 85-89, 2000.

CLEMENTE, E.; PASTORE, G. M. Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n. 2, p. 167-171, 1998.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. **Cacau:** história e evolução. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/radar_cacau.htm>. Acesso em: 2 jul. 2008.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Abricó**. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/Cati/_produtos/SementesMudas/nativas/abricao.php>. Acesso em: 21 jan. 2009a.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Ameixa**. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/Cati/_produtos/SementesMudas/nativas/ameixa.php>. Acesso em: 22 jan. 2009b.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Araçá**. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/Cati/_produtos/SementesMudas/nativas/araca.php>. Acesso em: 28 jan. 2009c.

CP KELCO. **Product information:** pectin. Disponível em: <www.cpkelco.com>. Acesso em: 14 maio 2007.

DEMIATE, I. M.; WOSIACKI, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. Determinação de açúcares redutores e totais em alimentos: comparação entre método colorimétrico e titulométrico. **Publicatio UEPG Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharia**, v.8, n.1 p. 65-78, 2002.

DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRIES AND FISHERIES. **The abiu**. 2005. Disponível em: <<http://www2.dpi.qld.gov.au/horticulture/5321.html>>. Acesso em: 21 jan. 2009.

DEVEL, H.; STUTZ, E. Pectic substances and pectic enzymes. **Advances in Enzymology**, v. 20, p. 341-82, 1958.

DIXON, M.; WEBB, E. L. Enzyme kinetic. In: _____. **Enzymes**. 3rd ed. New York: Academic Press, 1979. Cap. 4, p. 47-206.

DONADIO, L. C.; NACHTIGAL, J. C.; SACRAMENTO, C. K. **Frutas exóticas**. Jaboticabal: Funep, 1998. 279 p.

DUCKWORTH, R. B. **Fruit and vegetables**. Oxford: Pergamon Press, 1966. 306 p.

EMAGA, T. H.; RONKART, S. N.; ROBERT, C.; BERNARD, W.; PAQUOT, M. Characterization of pectins extracted from banana peels (*Musa AAA*) under different conditions using an experimental design. **Food Chemistry**, v. 108, p. 463-471, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Cupuaçu: o sabor da Amazônia**. Disponível em:
<<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/1997/abril/bn.2004-11-25.8393562724/>>.
Acesso em: 10 de abril de 2007.

EPSTEIN, L. Carambola e fruta-pão. **Revista Bahia Agrícola On Line**, v. 4, n. 1, 2000. SEAGRI. Disponível em:
<http://www.seagri.ba.gov.br/RevBaAgr/rev_112000/carampao.htm>. Acesso em: 11 fev. 2008.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 652 p.

FERREIRA, V. Abacate melhorado. **Revista Viva Saúde**, n. 48, 2007. Disponível em:
<<http://revistavivasaude.uol.com.br/Edicoes/48/artigo51751-1.asp>>. Acesso em: 2 jul. 2008.

FERTONANI, H. C. R. **Estabelecimento de um modelo de extração ácida de pectina de bagaço de maçã**. 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

FLETCHER, A. **An economic alternative to pure pectin?** Disponível em:
<www.foodnavigator.com/news/ng.asp?n=73691-caragum-pectin-confectionery>.
Acesso em: 12 mar. 2007.

FRAIFE FILHO, G. A. **A cultura do cupuaçu nos estados**. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=7904>. Acesso em: 12 abr. 2007a.

FRAIFE FILHO, G. A. **Cupuaçu**. CECLAP. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/cupuacu.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2007b.

FRAIFE FILHO, G. A.; LEITE, J. B. V.; RAMOS, J. V. **Maracujá**. CECLAP. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/maracuja.htm>>. Acesso em: 26 fev. 2008.

FRANZÃO, A. A.; MELO, B. **Cultura das anonáceas: gravioleira**. Núcleo de Estudo em Fruticultura no Cerrado, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/anonaceas.html>>. Acesso em: 20 out. 2008.

FREISE, F. W. Plantas medicinais brasileiras. **Boletim de Agricultura**, v. 34, p. 252-494, 1933.

FURTADO, M. Aditivos de alimentos. **Química e Derivados**, n. 430, 2004. Disponível em: <<http://www.quimicaederivados.com.br/revista/qd430/aditivos1.htm>>. Acesso em: 26 fev. 2008.

GIOVANE, A.; QUAGLIUOLO, L.; CASTALDO, D.; SERVILLO, L.; BALESTRIERI, C. Pectinmethylesterase from *Actinidia chinensis* fruits. **Phytochemistry**, v. 29, p. 2821-28823, 1990.

GNANASAMBANDAM, R.; PROCTOR, A. Preparation of soy hull pectin. **Food Chemistry**, v. 65, p. 461-467, 1998.

HAMINIUK, C. W. I. **Comportamento reológico e fracionamento péctico das polpas integrais de araçá (*Psidium cattleianum sabine*) e amora-preta (*Rubus spp*)**. 2005. 85 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

HARTREE, E. F. Determination of protein: a modification of the Lowry method that gives a linear photometric response. **Analytical Biochemistry**, v. 48, p. 422-427, 1972.

HEBBEL, H. S. **Aditivos y contaminantes de alimentos: reglamentacion de alimentos**. Santiago: Fundación Chile, 1979. p. 143.

HERRON, S. R.; BENEN, J. A. E.; SCAVETTA, R. D.; VISSER, J.; JURNAK, F. Structure and function of pectic enzymes: virulence factors of plant pathogens. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, v. 97, n. 16, p. 8762–8769, 2000.

HOEFLER, A. C. Other pectin food products. In: WALTER, R. H. **The chemistry and technology of pectin**. San Diego: Academic Press, 1991. Cap. 3, p. 51-66.

IASI, V. **A prima do Ceilão**. Disponível em: <www.zoonews.com.br/noticias2/noticia.php?idnoticia=48777>. Acesso em: 15 mar. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Estrutura da produção brasileira**. Disponível em: <http://www.brazilianfruit.org.br/Informacoes_para_o_Trade/Estrutura_Trade/estrutura_Trade.asp>. Acesso em: 20 jan. 2009.

JOYE, D. D.; LUZIO, G. A. Process for selective extraction of pectins from plant material by differential pH. **Carbohydrate Polymers**, v. 43, p. 337-342, 2000.

JOYNER, G. **The carissa**. Disponível em: <<http://www.quisqualis.com/08natpljoy.html>>. Acesso em: 3 jul. 2008.

KAVATI, R. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **As cultivares de atemóia**. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/Cati/_tecnologias/plantas_frutiferas/cultiv_atem.php>. Acesso em: 26 jan. 2009.

KERTESZ, Z. I. **The pectin substances**. New York: Interscience, 1951. 628 p.

KERTESZ, Z. I. Pectic enzymes. In: COLOWICK, S. P.; KAPLAN, N. O. **Methods in enzymology**. New York: Academic Press, 1955. v. 1, cap. 18, p. 158-166.

KOUBALA, B. B.; KANSCI, G.; MBOME, L. I.; CRÉPEAU, M. J. THIBAUT, J. F.; RALET, M. C. Effect of extraction conditions on some physicochemical characteristics of pectins from “Améliorée” and “Mango” mango peels. **Food Hydrocolloids**, v. 22, p. 1345-1351, 2008.

KRATCHANOVA, M.; PAVLOVA, E.; PANCHEV, I. The effect of microwave heating of fresh orange peels on the fruit tissue and quality on extracted pectin. **Carbohydrate Polymers**, v. 56, p. 181-185, 2004.

KUROZAWA, C. **Quino**. Disponível em:
<<http://globoruraltv.globo.com/GRural/0,27062,LTP0-4373-0-L-Q,00.html>>. Acesso em: 8 jul. 2008.

LAATS, M. M. Partial purification and characterization of pectinmethylesterase from green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 572-577, 1997.

LEITE, K. M. S. C. **A pectinametilesterase (EC: 3.1.1.11) da goiaba “Paluma”:** parâmetros cinéticos e termoestabilidade. 2001. 85 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001.

LEVIGNE, S.; RALET, M. C.; THIBAUT, J. F. Characterization of pectins extracted from fresh sugar beet under different conditions using an experimental design. **Carbohydrate Polymers**, v. 49, p. 145-153, 2002.

LEUNG, W. W.; FLORES, M. **Food composition table for use in Latin America**. Washington: INCAP-ICNND, 1961. 158 p.

LIMA, A. A.; FANCELLI, M. **Maracujá:** uso medicinal. Disponível em:
<http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=11269>. Acesso em: 26 fev. 2008.

LIMA, M. A. C. O cultivo da gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 385-566. 2004.

LINEWEAVER, H.; JANSEN, E. Pectic enzymes. **Advances in Enzymology**, v. 11, p. 267-295, 1951.

LIU, H.; XU, X. M.; GUO, S. D. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. **LWT Food Science and Technology**, v. 40, p. 946-954, 2007.

LORENZI, H.; SARTORI, S. F.; BACHER, L. B.; LACERDA, M. T. C. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas:** (de consumo *in natura*). São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 640 p.

MARKOVIC, O.; JORNVALL, H. Disulfite bridges in tomato pectinaesterase: variations from pectinaesterase of other species; conservation of possible active site segments. **Protein Science**, v. 1, p. 1288-1292, 1975.

MARTINS, L.; COUTINHO, E. L.; PANZANI, C. R.; XAVIER, N. J. D. **Frutíferas nativas do Brasil e exóticas**. Campinas: CATI, 2002. 112 p.

MARTINS, S. T.; MELO, B. **Spondias**. 2003. Núcleo de Estudo em Fruticultura no Cerrado, Instituto de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/caja.html>>. Acesso em: 28 mar. 2009.

MATISSEK, R.; SCHENEPEL, F. M.; STEINER, G. **Análisis de los alimentos**: fundamentos, métodos, aplicaciones. Zaragoza: Acribia, 1998. 416 p.

McCREADY, R. M. Pectin. In: JOSLYN, M. A. **Methods in food analysis**. 2nd ed. New York: Academic Press, 1970. Cap. 19, p. 565-599.

MESBAHI, G.; JAMALIAN, J.; FARAHNAKY, A. A comparative study on functional properties of beet and citrus pectins in food systems. **Food Hydrocolloids**, v. 19, p. 731-738, 2005.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

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

MONTOSO GARDENS. **Mammea americana**. Acesso em: <http://www.montosogardens.com/mammea_americana.htm>. Acesso em: 21 jan. 2009.

MORTON, J. F. **Fruits of warm climates**. Miami: Creative Resource Systems, 1987. 505 p.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 2. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006. 113 p.

NUSSINOVITCH, A. **Hydrocolloid applications**: gum technology in the food and other industries. London: Blackie Academic and Professional, 1997. 345 p.

O'DONOGHUE, E. M.; SOMERFIELD, S. D. Biochemical and rheological properties of gelling pectic isolates from buttercup squash fruit. **Food Hydrocolloids**, v. 22, p. 1326-1336, 2008.

OLIVEIRA, A. F.; VIEIRA NETO, J.; GONÇALVES, E. D. **Oliveira ou azeitona do Ceilão: quem é quem**. EPAMIG. **Circular técnica**, n. 29, 2008. Disponível em: <http://www.epamig.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=396>. Acesso em: 8 jul. 2008.

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

PEREIRA, F. M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: Funep, 1995. 47 p.

PÉREZ, S.; MAZEAU, K.; PENHOAT, C. H. The three-dimensional structures of the pectic polysaccharides. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 38, n. 1/2, p. 37-55, 2000.

PINTO, A. C. Q. A produção, o consumo e a qualidade da manga no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 1, 2002.

PTICHKINA, N. M.; MARKINA, O. A.; RUMYANTSEVA, G. N. Pectin extraction from pumpkin with the aid of microbial enzymes. **Food Hydrocolloids**, v. 22, p. 192-195, 2008.

REYES, A. E. L. **Falso mangostão**. Disponível em: <<http://www.esalq.usp/trilhas/fruti/fr.htm>>. Acesso em: 3 jul. 2008.

REYES, A. E. L. **Goiabeira**. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/trilhas/fruti/fr15.php>>. Acesso em: 5 abr. 2009.

RIBEIRO, G. D.; COSTA, R. S. C.; FERREIRA, M. G. R.; NASCENTE, A. S.; NUNES, A. M. L.; TEIXEIRA, C. A. D.; BENTES-GAMA, M. M. **O cultivo do cupuaçu em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cupuacu/CultivodoCupuacuRO/index.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2007.

ROGEZ, H.; BUXANT, R.; MIGNOLET, E.; SOUZA, J. N. S.; SILVA, E. M.; LARONDELLE, Y. Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: araçá-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri (*Platonia insignis*) and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **European Food Research and Technology**, v. 218, p. 380-384, 2004.

ROLIN, C. Commercial pectin preparations. In: SEYMOUR, G. B.; KNOX, J. P. **Pectin and their manipulation**. Oxford: Blackwell Publishing, 2002. p. 222-241.

SACRAMENTO, C. K. **Mangostanzeiro (*Garcinia mangostana* L.)**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 66 p. (Frutas Potenciais).

SACRAMENTO, C. K.; COELHO JÚNIOR, E.; CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H.; NASCIMENTO, W. M. O. Cultivo do mangostão no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 195-203, 2007.

SAHARI, M. A.; AKBARIAN, A.; HAMED, M. Effect of variety and acid washing method on extraction yield and quality of sunflower head pectin. **Food Chemistry**, v. 83, p. 43-47, 2003.

SANCHES, J. **Entrevista com produtor de abacate**. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=6913>. Acesso em: 15 mar. 2009.

SANTOS, R. R.; MELETTI, L. M. M.; QUAGGIO, J. A. Goiaba. In: FAHL, J. I. et al. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. p. 124-126. (Boletim, 200).

SCHIEBER, A.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds: recent developments. **Trends in Food Science & Technology**, v. 12, p. 401-413, 2001.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Cultura: graviola**. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/Graviola.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2007.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Cultura: goiaba**. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/Goiaba.htm>>. Acesso em: 5 abr. 2009a.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA.
Cultura: maracujá. Disponível em: < <http://www.seagri.ba.gov.br/Maracuja.htm>>.
Acesso em: 20 abr. 2009b.

SHELUKHINA, N. P.; FEDICHKINA, L. G. A rapid method for quantitative determination of pectic substances. **Acta Botanica Neerlandica**, v. 43, n. 2, p. 205-207, 1994.

SHINOHARA, N. K. S.; SIQUEIRA, L. P.; LIMA, R. M. T.; ANDRADE, S. A. C.; LIMA FILHO, J. L.; PAIVA, J. E.; CARVALHO, P. M. Caracterização físico-química do mangostão amarelo (*Garcinia cochinchinensis*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA TROPICAL, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: INCAPER, 2008. Disponível em:
<http://200.137.78.15/cd_XXCBF/paginas/FrutasExoticas/20080731_093531.pdf>.
Acesso em: 1 abr. 2009.

SILVA, R. N.; MONTEIRO, V. N.; ALCANFOR, J. D. X.; ASSIS, E. M.; ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 337-341, 2003.

SILVA JUNIOR, J. F.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E. **Recursos genéticos e melhoramento de fruteiras nativas e exóticas em Pernambuco**. Disponível em:
<www.cpatas.embrapa.br/catalogo/livrorg/fruteirasnativas.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2008.

SIZARET, F.; JARDIN, C. **Estudo nacional da despesa familiar**: tabelas de composição de alimentos. 5.ed. Rio de Janeiro: Varela, 1999. 137 p.

SOARES, E. B.; GOMES, R. L. F.; CARNEIRO, J. G. M.; NASCIMENTO, F. N.; SILVA, I. C. V.; COSTA, J. C. L. Caracterização física e química de frutos de cajazeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 518-519, 2006.

SOUZA, A. G. C.; SOUSA, N. R.; SILVA, S. E. L.; NUNES, C. D. M.; CANTO, A. C.; CRUZ, L. A. A. **Fruteiras da Amazônia**. Brasília: EMBRAPA, 1996. v. 1, 204 p.

SOUZA, J. S. I.; PEIXOTO, A. M.; TOLEDO, F. F. **Enciclopédia agrícola brasileira**. ESALQ. Piracicaba: Ed. USP, 1995. 508 p.

THAKUR, B. R.; SINGH, R. K.; HANDA, A. K. Chemistry and uses of pectin: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 37, n. 1, p. 47-73, 1997.

TODA FRUTA. **Atemóia**: pinha com sabor um pouco ácido. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=4080>. Acesso em: 23 abr. 2007.

TURQUOIS, T.; RINAUDO, M.; TARAVEL, F. R.; HEYRAUD, A. Extraction of highly gelling pectic substances from sugar beet pulp and potato pulp: influence of extrinsic parameters on their gelling properties. **Food Hydrocolloids**, v. 13, p. 255-262, 1999.

VALE, P. L. **Cacau**. Disponível em: <http://performance.clix.pt/html/fitoterapia_desc.asp?id=369&page=1>. Acesso em: 18 mar. 2009.

VIDAL, S.; DOCO, T.; WILLIAMS, P.; PELLERIN, P.; YORK, W. S.; O'NEILL, M. A.; GLUSHKA, J.; DARVILL, A. G.; ALBERHEIM, P. Structural characterization of the pectic polysaccharide rhamnogalacturonan II: evidence for the backbone location of the aceric acid-containing oligoglycosyl side chain. **Carbohydrate Research**, v. 326, p. 277-294, 2000.

VIEIRA, F. C. Panorama da fruticultura brasileira. **Preços Agrícolas**, n. 165, p. 42, 2000.

VORAGEN, A. G. J.; PILNIK, W.; THINBAULT, J. F.; AXELOS, M. A. V.; RENARD, C. M. G. C. Pectins. In: STEPHAN, A. M. **Food polysaccharides and their applications**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 287-339.

WHITAKER, J. R. Determination of molecular weight of proteins by gel filtration on Sephadex. **Analytical Chemistry**, v. 35, n. 12, p. 1950-1953, 1963.

WHITAKER, J. R. Pectic substances, pectic enzymes and haze formation in fruit juices. **Enzyme Microbiology and Technology**, v. 6, p. 341-349, 1984.

WILLIAMS, W. G. T.; KNOX, J. P.; MIKKELSEN, J. D. Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, p. 97-104, 2006.

ZUGAIB, A. C. C.; SANTOS, A. M.; SANTOS FILHO, L. P. **Mercado do cacau**. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/mercado_cacau.htm>. Acesso em: 18 mar. 2009.