



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**QUALIDADE E POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE
CARNAUBEIRA (*Copernicia prunifera*) ORIUNDOS DO ESTADO DO CEARÁ**

DIJAUMA HONORIO NOGUEIRA

AREIA – PB

2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**QUALIDADE E POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE
CARNAUBEIRA (*Copernicia prunifera*) NO ESTADO DO CEARÁ**

DIJAUMA HONORIO NOGUEIRA

AREIA – PB

2009

DIJAUMA HONORIO NOGUEIRA

**QUALIDADE E POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE
CARNAUBEIRA (*Copernicia prunifera*) ORIUNDOS DO ESTADO DO CEARÁ**

Tese apresentada à Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de Concentração - Agricultura Tropical – Fisiologia Pós-colheita de Frutos e Hortaliças.

ORIENTADOR: Ricardo Elesbão Alves, D.Sc.

CO-ORIENTAÇÃO : Silvanda de Melo Silva

Janice Ribeiro de Lima

AREIA – PB

2009

DIJAUMA HONÓRIO NOGUEIRA

**QUALIDADE E POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE FRUTOS DE CARNAUBEIRA
(*Copernicia prunifera*) DO ESTADO DO CEARÁ**

APROVADA EM: 26/02/2009

BANCA EXAMINADORA

Ricardo Elesbão Alves, D. Sc
- Orientador -
Embrapa Agroindústria Tropical/UFPB

Silvanda de Melo Silva, Ph.D.
- Co-Orientadora -
UFPB

Ebenézer de Oliveira Silva, D. Sc.
- Examinador -
Embrapa Agroindústria Tropical

Rejane Maria Nunes Mendonça, D. Sc.
- Examinadora -
UFPB

Marlos Alves Bezerra, D. Sc.
- Examinador -
Embrapa Agroindústria Tropical

AREIA – PB

2009

.....Abriu-se a flor da monguba, Cheirosa e de cor;
Nas palmas da carnaúba, O vento fala de amor...

(Nas palmas da carnaúba, canção regional cearense, letra de Pierre Luz)

Á Deus, por sua existência em minha vida

A minha Mãe Izabel Nogueira Lucas

Ao meu pai Antonio Honório da Silva (*in memoriam*).

Ao Abassá Ogum Onirê

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da Paraíba - UFPB, pela minha formação desde a graduação, em particular ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade concedida para a realização do curso de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo financiamento do projeto de pesquisa.

À Embrapa Agroindústria Tropical, por ter permitido o desenvolvimento dos meus estudos e por disponibilizar a infra-estrutura do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita para a realização do experimento.

A Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE, hoje Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Iguatu.

Ao meu orientador Dr. Ricardo Elesbão Alves, por ter me aceitado como orientando e ter torcido pelo meu sucesso, pela valiosa orientação e amizade durante todo o curso, pelos conhecimentos e ensinamentos e pela sua elevada competência.

À minha co-orientadora professora Dra. Silvanda de Melo Silva, por ter me dado todo apoio necessário para a realização dos estudos e orientação, pela amizade, pelo exemplo de competência e extrema dedicação e por querer ver crescerem todas as pessoas que dela precisam.

Ao Professor M.S.c Ivam Holanda de Souza, pela amizade e dedicação incansável a qualificação dos servidores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias - UFPB, pelos ensinamentos durante o curso de doutorado.

A todos os moradores, em especial os agricultores das cidades do interior do estado do Ceará por onde passei a procura de frutos de carnaúba, pelos ensinamentos, simpatia e presteza a nós dispensados. Obrigado.

Aos colegas da Embrapa Agroindústria Tropical Dr. Ebenézer de Oliveira, Dr. José Luiz Mosca, Dr. Levi de Barros Moura, Dr. Carlos Farley Herbster de Moura, Dr. Francisco Xavier de Souza e a Francisca que me auxiliaram de alguma forma no decorrer do curso.

Aos estagiários Denise, e Eliardo por toda sua dedicação, responsabilidade e disponibilidade aos trabalhos do experimento.

Aos colegas Fernando Nunes, Expedito Danúzio e Antonia Barbosa pela ótima convivência e solidariedade durante todo o curso.

Aos amigos bolsistas e estagiários do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical: Adriana, Adriano, Carol, Delane, Elizângela, Railene Hérica, Isabel, Jalmi, Jozekitty, Juliana, Kellina, Marcela, Mário, Melissa, Ovídio, Rafaela, Rafaele Preta, Robson, Socorro Rufino, Suelane, Thiago, Vlayrton e Dona Maria, pela convivência, pela disponibilidade de ajuda e pelo excelente ambiente de trabalho proporcionado.

A secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Cícera Eliane, por sua dedicação e paciência no decorrer do curso.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta, para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xv
ABSTRACT	vxii
1. INTRODUÇÃO	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Fruteiras Nativas	4
2.1.1 Aspectos gerais sobre a geografia do Ceará	5
2.1.2 Espécies Nativas da Região Nordeste	5
2.1.3 Carnaúba	7
2.1.3.1 Descrição Botânica	9
2.1.3.2 Aproveitamento da Carnaúba	13
2.2 ATRIBUTOS DE QUALIDADE	17
2.2.1 Características Físicas	17
2.2.1.1 Peso	17
2.2.1.2 Comprimento e Diâmetro	17
2.2.1.3 Rendimento	17
2.2.2 Características físico-químicos e Químicas	18
2.2.2.1 Sólidos Solúveis	18
2.2.2.2 Acidez Titulável e pH	19
2.2.2.3 Relação Sólidos Solúveis / Acidez Titulável	20
2.2.2.4 Açúcares Solúveis Totais e Açúcares Redutores	20
2.2.2.5 Amido	21
2.2.2.6 Pectina (Total e Solúvel)	22
2.2.3 Compostos com Propriedades Funcionais	23
2.2.3.1 Vitamina C	24
2.2.3.2 Carotenóides	25
2.2.3.3 Flavonóides Amarelos e Antocianinas	26
2.3 Geléia de Frutas	27

2.3.1 Frutas	28
2.3.2 Açúcar	29
2.3.3 Pectina	29
2.3.4 Acido	30
2.3.5 Embalagens	31
2.3.6 Armazenamento	32
2.3.6.1 Alterações Microbiológicas	32
2.3.6.2 Alimentos Perecíveis, Semi-perecíveis e Não perecíveis	33
2.3.6.3 Alterações Físicas	34
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	35
CAPÍTULO II	
RESUMO	44
ABSTRACT	45
1. INTRODUÇÃO	46
2. MATERIAL E MÉTODOS	48
2.1. Procedência dos Frutos, Colheita e Preparo das Amostras	48
2.2. Avaliações de Qualidade	51
2.2.1. Físicas	51
2.2.2. Físico-químicos e Químicas	51
3. RESULTADOS E DISCURÇÃO	55
3.1 Características Físicas	55
3.1.1 Peso do Fruto	56
3.1.2 Comprimento e Diâmetro dos Frutos	57
3.1.3 Percentagem de Sementes	59
3.1.4 Rendimento	59
3.1.5 Correlações	60
3.1.6 Repetibilidade	61
3.1.7 Análises Multivariadas	63
3.2 Características Físico-químicos	65
3.2.1 Sólidos Solúveis	66

3.2.2 pH e Acidez Titular	67
3.2.3 Relação SS/AT	68
3.2.4 Vitamina C Total	69
3.2.5 Açúcares Solúveis Totais	71
3.2.6 Teor de Amido	72
3.2.7 Pectina Solúvel e Pectina Total	73
3.2.8 Carotenóides Totais	75
3.2.9 Flavonóides e Antocianinas	76
3.2.10 Correlação	77
3.2.11 Repetibilidade	79
3.2.12 Análises Multivariadas	80
4. CONCLUSÕES	82
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
CAPÍTULO III	
RESUMO	88
ABSTRACT	89
1. INTRODUÇÃO	90
2. MATERIAL E MÉTODOS	92
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	98
3.1. Caracterização inicial das geléias de frutos de carnaubeira	98
3.2. Estabilidade durante armazenamento da geléia de frutos de carnaubeira	99
3.2.1. Sólidos solúveis	100
3.2.2. pH e Acidez Titulável	101
3.2.3. Vitamina C	103
3.2.4. Antocianina	104
3.2.5. Carotenóides	105
3.2.6. Aceitação sensorial	106
3.2.7. Análise Micro Biológica	107
4. CONCLUSÕES	109
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

LISTA DE TABELAS

Tabela	CAPITULO II	Página
1	Médias gerais intervalo de confiança, amplitude e coeficiente de variação das características físicas de frutos de diferentes genótipos de carnaubeira.	55
2	Correlações fenotípicas entre as características físicas avaliadas em frutos de carnaubeiras	61
3	Estimativas da variância residual, da variância genética entre plantas, coeficiente de repetibilidade, coeficiente de determinação e do número de medições necessárias para obtenção dos níveis de certeza de 90 e 95%, para as características físicas avaliadas.	62
4	Formação de grupos com base na análise de agrupamento feito por meio da otimização de Tocher, envolvendo as características físicas avaliadas nos frutos da carnaubeira.	63
5	Médias gerais, intervalos de confiança, amplitudes e coeficientes de variação das características físico-químicas avaliadas nos frutos de diferentes genótipos de carnaubeira.	65

6	Correlações fenotípicas entre as características físico-químicas avaliadas em frutos de carnaubeiras.	78
7	Estimativas da variância residual, da variância genética entre plantas, coeficiente de repetibilidade, coeficiente de determinação e do número de medições necessárias para obtenção dos níveis de certeza de 90 e 95%, para as características físico-químicas avaliadas.	79
8	Formação de grupos com base na análise de agrupamento feito por meio da Otimização de Tocher, envolvendo as características físico-químicas avaliadas nos frutos da carnaubeira.	80
Tabela	CAPITULO III	Página
1	Caracterização inicial da geléia de frutos de carnaubeira.	98
2	Intenção de compra de geléia de carnaúba (escala de 9 pontos)	99
3	Análises físico-químicas realizadas durante o armazenamento de geléia de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina.	100

LISTA DE FIGURAS

Figura	CAPITULO I	Página
1	Carnaubeiras (Região de Iguatu-CE) (A); Cachos de frutos (verdes) de carnaubeira (B e C).	12
2	Aproveitamento da Carnaúba: (A) Palha colorida; (B) Palha para confecção de chapéu; (C) Chapéu colorido; (D) Descanso de prato; (E) Fruteiras, Porta pães etc.; (F) Fita para esteiras de animais; (G) Lixeira; (H) Tronco de carnaúba – Barracas; (I) Palha para cobertura de Barracas; (J) Polidores, batons e pulseiras; (L) Cera em pó e cestos artesanais.	16
3	Influência dos constituintes básicos de uma geléia na sua consistência.	30
Figura	CAPÍTULO II	Página
1	Localização dos Genótipos de Carnaubeiras Nativas Oriundas de Diferentes Cidades do Estado do Ceará	48
2	Frutos de genótipos de carnaubeira do estado do Ceará/2006.	50
3	Peso de frutos (g) de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).	56
4	Comprimento de frutos (mm) de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do	57

	Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).	
5	Diâmetro de frutos (mm) de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).	58
6	Porcentagem da semente (%) de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).	59
7	Rendimento (%) de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).	60
8	Dispersão gráfica (2D) da análise de componentes principais das características físicas dos frutos da carnaubeira, ilustrada pela formação de grupos da Tabela 4	64
9	Dendograma de dissimilaridade dos genótipos por meio do método da ligação média entre grupo (UPGMA), envolvendo as características físicas avaliadas nos frutos da carnaubeira.	64
10	Sólidos Solúveis (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).	66
11	pH em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).	67
12	Acidez Titulável (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).	68
13	Relação SS/AT em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).	69

- 14 Vitamina C ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009). 70
- 15 Açúcares Solúveis Totais (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009). 71
- 16 Teor de Amido (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009). 72
- 17 Pectina Solúvel (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009). 73
- 18 Pectina Total (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009). 74
- 19 Carotenóides Totais ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009). 75
- 20 Flavonóides ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009). 76

21	Antocianinas (mg. 100 g ⁻¹) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).	77
22	Dispersão gráfica (2D) da análise de componentes principais das características físico-químicas dos frutos da carnaubeira, ilustrada pela formação de grupos da Tabela 9.	80
23	Dendograma de dissimilaridade dos genótipos por meio do método da ligação média entre grupo (UPGMA), envolvendo as características físico-químicas avaliadas nos frutos da carnaubeira.	81
Figura	CAPÍTULO III	
01	Ficha utilizada para avaliar a aceitação sensorial da geléia de frutos de carnaubeira.	95
02	Fluxograma de elaboração de geléia a partir de frutos de carnaubeira durante 120 dias de armazenamento a temperatura ambiente 27°C± 2.	96
03	Processo de produção da geléia de carnaúba A - Parte comestível; B - Processamento da polpa; C – Peneira; D – Peso polpa; E – Peso açúcar; F e G – cozimento; H – Geléia de carnaúba.	97
04	Histograma de freqüência de notas de intenção de compra da geléia de frutos de carnaubeira no início do armazenamento.	99
05	Sólidos Solúveis (° Brix) de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente 27°C± 2. Fortaleza-CE (2009).	101
06	pH de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente 27°C± 2. Fortaleza-CE (2009).	102
07	Acidez Titulável (% de ácido cítrico) de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente 27°C± 2. Fortaleza-CE (2009).	103
08	Vitamina C (mg.100 g ⁻¹) de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente 27°C± 2. Fortaleza-CE (2009).	104
09	Antocianina (mg.100 g ⁻¹) de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente 27°C± 2. Fortaleza-CE (2009).	105
10	Carotenóides (mg.100 g ⁻¹) de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente 27°C± 2. Fortaleza-CE (2009).	106
11	Aceitação sensorial de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente 27°C± 2. Fortaleza-CE (2009).	107

LISTA DE QUADROS

Quadro	CAPITULO I	Página
1	Composição Química dos Frutos de Carnaubeira.	11
2	Composição da Cinza das Raízes da Carnaubeira: Dados em Percentagem.	14

NOGUEIRA, D. H. QUALIDADE E POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE CARNAUBEIRA (*Copernicia prunifera*) ORIUNDOS DO ESTADO DO CEARÁ. Areia: UFPB, 2009. 112 p. (Tese – Doutorado em Agronomia)*

RESUMO

A carnaubeira é uma planta nativa do Nordeste brasileiro de grande importância econômica, social e ecológica para o semi-árido nordestino. A cera de carnaúba é o produto que tem mais importância econômica no nordeste. Na forma de cacho e com aparência preta (quando maduro) e esverdeada (quando ainda não atingiu a maturação), o fruto da carnaubeira é composto por casca mais polpa e o caroço. Nesse trabalho de pesquisa foram realizados dois experimentos, onde no primeiro se estudou a qualidade e o potencial de utilização de frutos de genótipos de carnaubeira oriundos do estado do Ceará. Os frutos foram provenientes de plantios não comerciais das regiões de Maracanaú, Morada Nova, Caucaia, Russas, Limoeiro do Norte, Tabuleiro do Norte, Jaguaribe, Jaguaribara, Iguatu, Várzea Alegre e Quixadá. Foram colhidos retirando-se os cachos da planta com auxílio de um gancho, sendo o indicativo de maturidade a coloração escura do epicarpo. Foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical. Foram avaliados peso, comprimento e diâmetro do fruto, % de polpa, % de semente e rendimento, para a parte física. Para as análises físico-químicas foram avaliados: pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, amido, teor de vitamina C, pectina total, pectina solúvel, flavonóides amarelos, antocianinas e carotenóides totais. Foi verificado que existe entre os genótipos avaliados grande variabilidade, demonstrada pela variância genética. Para consumo in natura e/ou processamento se destacam os genótipos oriundos das regiões de Maracanaú, Morada Nova, Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte, por apresentarem alta percentagem de polpa, e alta relação SS/AT. O fruto da carnaubeira é rico em vitamina C, com conteúdo variando entre 73 mg.100g⁻¹ a 121 mg.100g⁻¹ de polpa. Para as características físicas é necessário um número bem menor de observações para um maior nível de certeza, comparado às características físico-químicas. No segundo experimento, objetivou-se utilizar

frutos da carnaubeira para obtenção de geléia, bem como a aceitação sensorial e a intenção de compra do produto. Os frutos foram obtidos de uma coleção de plantas da Universidade Federal do Ceará – UFC, localizada em Maracanaú – RMF. Os mesmos foram raspados manualmente com auxílio de faca de aço inoxidável. A matéria prima foi liquidificada na proporção de duas partes de fruto para três de água, e peneirados. Duas formulações de geléias foram elaboradas. A primeira consistiu de 40% de açúcar e 60% de polpa e 0,3% de ácido cítrico. Na segunda adicionou-se 1% de pectina. Esses produtos foram cozidos, após a fervura, de 10 a 12 minutos. A geléia foi transferida para potes de vidro sendo fechados, invertidos, resfriados e armazenados sob condições ambiente por 120 dias, com cinco períodos de avaliação (0, 30, 60, 90 e 120 dias). As geléias foram analisadas através do pH, acidez titulável, sólidos solúveis, vitamina C, antocianinas e carotenóides. Realizaram-se também, contagem de bolores e leveduras, aceitação sensorial e a intenção de compra. Os testes realizados indicam que é possível se produzir geléia a partir do fruto de carnaubeira, ocorrendo mínima diferença entre o produto com ou sem adição de pectina. A geléia apresentou boa estabilidade durante os 120 dias armazenamento, boa aceitação sensorial e de consumo, como também boa estabilidade microbiológica. A produção de geléia de frutos de carnaubeira representa uma opção ao pequeno produtor e a fruticultura brasileira.

Palavras chave: Carnaúba, Caracterização, *Copernicia prunifera*, Geléia.

* Orientador: Dr. Ricardo Elesbão Alves – Embrapa Agroindústria Tropical.

ABSTRACT

NOGUEIRA, D.H. QUALITY AND POTENTIAL OF UTILIZATION OF GENOTYPES FRUITS CARNAUBA TREE (*Copernicia prunifera*) PROCEEDINGS CEARA STATE. Areia: UFPB, 2009. 112 p. (Tesis – Doctor Program in Agronomy)*

*Advisor: Dr. Ricardo Elesbão Alves – Embrapa Agroindústria Tropical

**QUALIDADE E POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE
CARNAUBEIRA (*Copernicia prunifera*) ORIUNDOS DO ESTADO DO CEARÁ**

1 INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro apresenta condições climáticas favoráveis à ocorrência e cultivo de diversas espécies frutíferas de origem tropical, o que se pode verificar pela expressiva diversidade de espécies nativas encontradas na região. A exploração de fruteiras nativas no Nordeste do Brasil, ocorre na grande maioria de forma extrativista, em consequência da falta de conhecimento com relação aos recursos genéticos e da importância da conservação do germoplasma.

As fruteiras nativas ocupam lugar de destaque nos diversos ecossistemas e de um modo geral seus frutos são comercializados no mercado regional com grande aceitação popular. Algumas espécies desempenham papel importante na nutrição do nordestino, principalmente como fonte de sais minerais e vitaminas. Algumas vezes, se tornam a única fonte alimentícia para os animais nativos (MENDES, 1997; ÁVIDOS e FERREIRA, 2003). As tecnologias de cultivo e produção para a maioria das espécies nativas inexistem ou são ainda muito incipientes.

As perdas de variabilidade genética causadas pela atividade humana são significativas e se devem, principalmente, à destruição de habitats naturais de populações de plantas. Entretanto, apesar da importância que se revestem as fruteiras tropicais e do seu elevado potencial sócio-econômico, muitos materiais que se encontram em estado selvagem ou não domesticado, apresentam forte tendência ao desaparecimento, devido à exploração irracional dos ecossistemas em que ocorrem, e pouco tem sido feito para o conhecimento e uso das mesmas (GIACOMETTI, 1993; VIEIRA, 1996).

A fruticultura nacional, no entanto, tem ainda grande potencial de expansão, pois há uma grande variedade de frutas nativas e exóticas muito pouco exploradas economicamente, cujos estudos para transformá-las em culturas racionais, na sua maioria, estão em andamento, como por exemplo, atemóia, maná, canistel, mirtilo, lichia, physalis, carambola, entre outras (LIMA et al., 2002.; SILVA et al., 2001).

Dentre as frutas nativas do Nordeste, a carnaúba (*Copernicia prunifera*), árvore símbolo do estado do Ceará, adaptada principalmente às secas dessa região, possui fruto em forma de uma baga arredondada em torno de dois centímetros de comprimento, glabra, esverdeada, passando a roxo-escuro ou quase preta na maturação, de epicarpo carnoso, envolvendo um caroço muito duro, provido de albumem branco, duro e oleoso. Os frutos, desde que começam a pintar, adquirem sabor ligeiramente adocicado, pois quando verdes são travosos e provocam abundante salivação (BRAGA, 2001).

O principal aproveitamento econômico da carnaúba dá-se pelo corte das folhas, que pode chegar a produzir 60 folhas por árvore. Segundo dados do IBGE (2007), o produto de maior representatividade no Brasil é o pó (em torno de 220 mil toneladas). Da Carnaubeira tudo se aproveita. Sem esquecer que a planta é também utilizada na arborização urbana e no paisagismo de praças e jardins, dela se aproveita da raiz ao broto terminal. A polpa quando maduro o fruto, tem sabor adocicado e é bastante apreciada por crianças. Daí se extraem uma espécie de farinha e um leite que, à semelhança do leite extraído do babaçu, pode substituir o leite do coco-da-baía na alimentação humana. O óleo extraído da amêndoa é comestível e pode ser utilizado na alimentação humana (RISCH NETO, 2004).

No entanto, a insuficiência de conhecimentos, tecnologias e práticas agronômicas tem inviabilizado os cultivos organizados em pomares domésticos, notadamente, de espécies nativas. A seleção e clonagem de plantas produtivas e com características de qualidade tais como: firmeza, altos conteúdos de açúcares e vitaminas, é importante para definição de padrões para a comercialização da fruta como consumo in natura e/ou industrialização e exploração da variedade genética no seu habitat com vistas à manutenção da biodiversidade. Sendo assim objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade e potencial de utilização do fruto da carnaubeira com aptidão para o comércio in natura e/ou processamento industrial.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FRUTEIRAS NATIVAS

A América Tropical é considerada como um centro de origem de muitas frutíferas, algumas das quais foram domesticadas há longo tempo pelos os povos nativos. A sua riqueza se dá também pela sua situação geográfica, devido a heterogeneidade e à mistura das duas floras: a da América do Norte e a da Amazônia, as quais vão até as áreas baixas da América Central com algumas espécies indo em ambas as direções (DONADIO, 1993).

Estima-se que 250 mil espécies de plantas já foram descritas em âmbito mundial, sendo o Brasil considerado como um dos mais ricos, com cerca de 55 a 60 mil espécies, correspondente a 22% do total (ARAGÃO et al., 2002).

Quando procuram as informações sobre frutíferas não ou pouco comerciais, nos deparamos com um número muito grande de espécies, considerando-se aquelas de origem nos vários continentes. Somente das Américas, Donadio et al., (1998) citam cerca de mil espécies nativas, distribuídas em 80 famílias, sendo que pelo menos 400 são de origem ou ocorrem no Brasil.

O Brasil, devido as suas dimensões continentais, reúne uma imensa diversidade florística, que se encontra distribuída pelos mais diferentes ecossistemas. Dentre as categorias existentes, as espécies frutíferas destacam-se pelo elevado valor econômico, tanto para o mercado de frutas frescas, quanto na produção de matérias-primas para a agroindústria. Além disso, muitas dessas frutas são importantes fontes de alimento e de sustento para as populações de baixa renda em várias partes do país. Mesmo suprimindo carências nutricionais das famílias rurais, pouco se sabe sobre as formas de manejo e potencial de mercado das frutas nativas, embora o processamento e a conservação pós-colheita sejam prioridades de investimento dessas frutas (GAMARRA-ROJAS e GAMARR-ROJAS 2002).

As frutas nativas brasileiras estão entre as mais saborosas e nutritivas do mundo. Algumas espécies de frutas brasileiras como o caju, o abacaxi e o maracujá amarelo, conseguiram galgar status entre as principais frutas cultivadas e conhecidas em todo o mundo. Todavia, muitas outras espécies nativas de grande potencial econômico ainda estão restritas apenas aos mercados local e regional e aguardam pela descoberta. As tecnologias de cultivo e produção para a maioria dessas espécies inexistem ou são ainda muito incipientes. Somente na região Nordeste do Brasil são conhecidas mais de 100 espécies de fruteiras nativas com potencial para a exploração econômica ou ecológica (SAMPAIO et al., 2005).

2.1.1 Aspectos gerais sobre a geografia do Ceará

O Ceará está situado na região Nordeste e tem por limites o Oceano Atlântico a norte e nordeste, o Rio Grande do Norte e a Paraíba a leste, Pernambuco ao Sul e o Piauí a Oeste.

O Ceará está no domínio da caatinga, um bioma semi-árido exclusivamente brasileiro, caracterizado por ter seu período chuvoso restrito a três ou quatro meses do ano (fevereiro a junho) e alta biodiversidade. A forte sazonalidade do Bioma faz com que existam fauna e flora adaptada a tais condições ambientais.

Dependendo do local, de acordo com o solo e o regime de chuvas que pode variar entre menos de 500 mm (região dos Inhamuns) até perto de 1000 mm anuais (região do cariri e cidades relativamente próximas ao litoral) são formados vários padrões distintos de caatinga, desde arbustiva até arbórea, com paisagem e flora distintas. Em especial no norte cearense, são comuns vastas áreas de carnaubais próximas a vegetação predominante de caatinga, o que caracteriza essa região por apresentar extensas faixas de mata dos cocais.

O clima predominantemente semi-árido, com média térmicas elevadas, variando de 26° C a 29° C, e a amplitude térmica da região é muito grande, com dias muito quentes e noites amenas. No litoral, o clima é tropical semi-úmido, com pluviosidades normalmente entre 1000 mm e 1300 mm. As temperaturas são bastantes elevadas, com médias de 26° C a 28° C, mas a amplitude térmica é bastante pequena. No geral, as temperaturas variam, durante o dia, de 23° C - 24° C até máximas de 30° C – 31° C. É raro as temperaturas ultrapassarem os 35° C na região litorânea, ao contrário do que ocorre no sertão cearense.

2.1.2 Espécies Nativas da Região Nordeste

O Nordeste brasileiro apresenta condições climáticas favoráveis ao cultivo de diversas espécies frutíferas de clima tropical, o que é evidenciado pela expressiva diversidade de espécies nativas encontradas na região, ao lado de outras, exóticas, introduzidas de ecossistemas equivalentes e que se adaptaram bem, e se comportam de modo semelhante ao material nativo. As fruteiras nativas do Nordeste do Brasil são exploradas na sua grande maioria de forma extrativista, em razão principalmente da falta de conhecimento de quem as utiliza, pois muitos não sabem a importância dos recursos genéticos e da conservação de germoplasma (CARVALHO, et al., 2002).

De acordo com Pinto (1992) ocorre uma diversificação ecológica na região Nordeste, com flora rica, variada e com valioso potencial genético de espécies nativas produtoras de

frutos édulos, necessitando de domesticação e melhoramento. O número de espécies nativas integradas aos diversos ecossistemas da região é elevado. Poucas já sofrem um processo de domesticação incipiente, onde a variação individual de caracteres é ponderável, no porte, na produtividade de frutos, na suculência, no sabor e no tamanho das sementes. As Anacardiaceas, Passifloraceas, Myrtaceas, Sapotaceas e Annonaceas são as mais promissoras. No entanto, as mais variadas famílias oferecem também valiosos germoplasmas para serem trabalhados e potencializados.

Ferreira et al., (2005) relatam que na região Nordeste do Brasil são conhecidas mais de 100 espécies frutíferas nativas com potencial para exploração econômica ou ecológica e que a sobrevivência da sua riquíssima fauna regional está atrelada à distribuição de muitas fruteiras nativas. De acordo com Aragão et al., (2002), poucas dessas fruteiras já sofreram um processo de domesticação incipiente, como o caju, a mangaba, o maracujá, o jenipapo e o pequi.

Muitas espécies frutíferas encontradas no Nordeste, notadamente aquelas exploradas de forma extrativista, dentre as quais se tem o umbuzeiro, umbu cajazeira, jenipapeiro, jaqueira, cajazeira, grumixameira, guabirobeira, jabuticabeira, cagaiteira, diversos araticuns, palmeiras e várias outras mirtáceas, apresentam grande escassez ou mesmo ausência de dados relativos a sua morfologia, produção, características fisiológicas e fenologia. Estas informações são importantes para a caracterização de genótipos de diversas frutíferas, possibilitando a incorporação de muitas espécies aos sistemas produtivos comerciais, também contribuindo, desta forma, para a conservação dos recursos genéticos (CARVALHO et al., 2002).

Arruda e Nolasco (1996) consideram que a existência de um grande número de espécies frutíferas vegetando no Brasil, principalmente no Nordeste, sem as informações necessárias sobre o seu desenvolvimento vegetativo, início de produção, época de floração, incidência de pragas e doenças, além da descrição botânica, constitui uma lacuna importante que deve ser preenchida imediatamente.

No que diz respeito ao Ceará, a carnaúba aparece em todo o Estado e é encontrada em grandes quantidades, formando matas no curso inferior dos principais rios. As maiores concentrações ocorrem nos vales do Jaguaribe, Acaraú e Coreaú, mas também há carnaubais nos vales do Racatiaçu, Curu, Ceará, Pacoti, Choro e Pirangi (D'ALVA, 2007).

2.1.3 CARNAÚBA

A carnaubeira (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) é uma palmeira nativa do semi-árido do Nordeste brasileiro. O nome comum carnaúba é derivado do Tupi e significa árvore que arranha, em razão da camada espinhosa que cobre a parte mais baixa do tronco. Podendo-se encontrar outros nomes tais como: “carnaíba”, “carandaúba”, “carnaba”, “carnahyba” e “carnaúva”. Também conhecida “Árvore da Vida” devido aos muitos benefícios que ela supre (LIMA, 2006).

Os carnaubais localizam-se tanto no litoral quanto no interior do Ceará, são encontrados em grandes quantidades, formando matas no curso inferior dos principais rios. As maiores concentrações ocorrem nos vales do Jaguaribe, Acaraú e Coreaú, mas também há carnaubais nos vales do Racatiaçu, Curu, Ceará, Pacoti, Choro e Pirangi (D’ALVA, 2007).

É uma planta de crescimento lento que se propaga facilmente por dispersão de sementes. Muito resistente, praticamente não é atacada por pragas e doenças. Uma das principais ameaças aos carnaubais e a biodiversidade das planícies aluviais é a trepadeira de origem africana (*Cryptostegia grandiflora* R, Br.), conhecida como boca-de-leão, unha-de-moça, viúva-alegre ou banana-baba, dependendo da região. Esta trepadeira pode chegar a matar a planta ao tornar-se sua hospedeira (ALVES, 2008).

O Brasil é o único país do mundo que se produz e exporta cera de carnaúba, embora a árvore cresça com facilidade em qualquer clima tropical. Existem palmeiras da carnaúba, na África Equatorial, no Ceilão, no Equador, na Tailândia e na Colômbia, porém é apenas no ambiente seco das caatingas do Nordeste, que ela se encontra em condições de exploração econômica, gerando, cerca de 400 mil empregos (PONTES, 2001).

No ano de 2004 por ocasião da Festa Anual das Árvores, que é comemorada anualmente pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE foi assinado pelo Governador Lúcio Gonçalo de Alcântara o Decreto nº 27.413 de 30 de março de 2004 que dispõe sobre a instituição da carnaúba como árvore símbolo do Estado do Ceará: Art 1º. Fica instituída como árvore símbolo do Estado do Ceará, a Carnaúba (*Copernicia prunifera*), Art. 2º Ficam, a derrubada e o corte da árvore Carnaúba, condicionada à autorização dos órgãos e entidades estaduais competentes. No Ceará, são encontrados carnaubais em diversas regiões, tanto no sertão quanto no litoral. No litoral, em virtude da implantação dos perímetros irrigados às margens dos rios, bem como do desenvolvimento da carnicultura, perderam-se grandes quantidades, conforme explícito no documento da SDE (2003).

A carnaúba é considerada uma árvore sagrada pelos indígenas. Todos os anos, os índios tapebas da região de Caucaia, no Estado do Ceará, realizam uma festa em homenagem a carnaúba. No ritual da oração, os índios pedem pela terra. A carnaúba é símbolo de luta pra povos indígenas do Nordeste.

A carnaubeira é uma planta xerófila, adaptada ao clima quente e seco. Em toda a região semi-árida nordestina, prefere o aluvião argiloso, das várzeas onde se adensa em palmeirais cerrados, prolongando os rios temporários por dezenas de quilômetros. A densidade dos carnaubais está diretamente relacionada com o teor de argila no solo. Nos solos aluvionares com teores mais altos, há maior ocorrência da carnaubeira, enquanto nos tabuleiros, fora da calha do rio, o teor de argila no solo é menor, em razão disso, os carnaubais são mais escassos e menos densos (ALBUQUERQUE e CESTARO, 1995). Suporta alagamento prolongado durante a época de chuvas, resistindo também a um elevado teor de salinidade, o que é comum nos solos aluviais da região da caatinga. Apresenta também elevada capacidade de adaptação ao calor, suportando 3.000 horas de insolação por ano. Segundo Duque (2004), a idade das palmeiras, o tipo de solo, o clima e proximidade com o mar são fatores que influenciam na produção de cera. Geralmente ocorre em comunidades quase puras, principalmente nos pontos mais próximos dos rios. Margeando essas comunidades, com frequência ocorrem outras espécies como oiticica (*Licania rigida*), marizeiro (*Geoffroea striata*).

Entre as espécies que compõem a vegetação brasileira, a carnaúba merece destaque por ser considerada uma das plantas de valor econômico e resistente à seca ou inundações tão comuns no Nordeste. A carnaúba tem importante valor social para as populações do Nordeste, pois se estima que mais de 200 mil trabalhadores rurais estejam envolvidos economicamente com a extração de cera durante o segundo semestre do ano, época na qual a ausência de chuvas inviabiliza as atividades agrícolas e as fontes de renda são mais escassas.

A cultura é a principal alternativa para geração de emprego e renda das comunidades rurais, principalmente no período de estiagem, quando na verdade não há grande possibilidade de emprego. O período de corte das folhas dos carnaubais é feito no período seco (verão), variando, portanto, de julho a dezembro, dependendo da região e da extensão do período sem chuvas (MESQUITA, 2005), época em que a mão-de-obra agrícola encontra-se, em grande parte, ociosa com referência aos plantios de feijão, milho e arroz. Por outro lado, sendo esta palmeira resistente a falta de chuvas, a sua existência em uma propriedade assegura emprego e renda para a população rural no período seco, sendo um fator de fixação do homem no campo e um sustentáculo seguro para a promoção de atividades agro-pastoris consorciadas.

Conforme o SINDICARNAÚBA, a safra dessa palmeira no Ceará produz aproximadamente 16 mil toneladas de cera, empregando pelo menos 100 mil pessoas no período mais seco do ano.

Os estados do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte são seus maiores produtores, concorrendo com 86,2% do total produzido no Brasil (SUDENE, 1967), sendo encontrada também na Bahia, em Alagoas e em Sergipe (LORENZI et al., 1996). Na verdade, o extrativismo da carnaúba, ao longo da história, tem dado grande contribuição para a geração de riquezas e ocupação de parcela da população rural do Nordeste, principalmente dos vales dos rios Jaguaribe, Acaraú e do Cauípe (no estado do Ceará), Parnaíba e seus afluentes (no Piauí) e Apodi (no Rio Grande do Norte) e do médio São Francisco. Também pode ser encontrada nos estados do Pará, Tocantins, Maranhão e Goiás, no entanto, sem produção de pó cerífero nas folhas (ALVES, 2008). O mercado para cera, principal produto da carnaubeira, é vasto e sempre teve grande importância como produto de exportação (ALVES E COELHO, 2006). Segundo Duque (2004), a idade das palmeiras, o tipo de solo, o clima e a proximidade com o mar são fatores que influenciam na produção da cera.

2.1.3.1 - DESCRIÇÃO BOTÂNICA

Em 1963, Moore restaurou o nome *prunifera* dado por Miller, intitulado-a *Copernicia prunifera*. Os nomes científicos hoje utilizados são *Copernicia cerifera* ou *Copernicia prunifera* (JOHNSON, 1982) de acordo com a classificação científica abaixo:

Reino: Plantae

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Liliopsida

Ordem: Arecales

Família: Arecaceae

Gênero: *Copernicia*

Espécie: *C. prunifera*

A carnaúba, portanto, *Copernicia prunifera* (Miller) H.E.Moore é uma palmeira que atinge 10 a 15 metros de altura e 15 a 25 cm de diâmetro (HENDERSON et al., 1995). Cresce em média, cerca de 30 cm por ano, atingindo a maturidade botânica (primeira floração) entre 12 e 15 anos de idade. Apesar disso não houve avanços quanto ao melhoramento genético de forma a torná-la precoce, de menor porte. Não se registram, também, estudos sobre as possibilidades de consorciamento com culturas agrícolas e pastagens, ou mesmo o seu

potencial na realização de reflorestamento e recuperação de áreas salinizadas pelo processo de irrigação.

As folhas da carnaubeira são longamente pecioladas, abrindo-se em limbo orbicular ou suborbicular, de cor verde-azulada, são amplas e, dispostas no alto da palmeira. Os restos curtos e duros das hastes das folhas antigas ficam dispostos em espiral ao redor do estipe (BRAGA, 2001). As folhas da palmeira carnaúba são revestidas externamente por uma cobertura cerífera. A presença de cera nas folhas é possivelmente consequência de sua adaptação a regiões secas, uma vez que esta camada cerífera dificulta a perda de água por transpiração e protege a planta contra o ataque de fungos (MESQUITA, 2005). A lâmina da folha é afixada ao tronco por pecíolos rígidos de até dois metros de comprimento, recobertos parcialmente, principalmente nos bordos, de espinhos rígidos em forma de unha-de-gato (RISCH NETO, 2004). Os leques formados à roda do topo da palmeira, ao atingirem o seu completo desenvolvimento, inclinam-se com as aspas de um chapéu de sol, depois amarelecem e se abatem em direção ao caule (BRAGA, 2001). De acordo com ETENE (1972), uma carnaubeira produz de 45 a 60 folhas durante o ano, incluindo olho e palha.

As flores em grande quantidade são extremamente pequenas, campanuladas, dispostas em espádice, paniculada, até 2 m de comprimento, protegidas por espata tubulosa, seca, membranácea. Ovário ligeiramente piloso, estilo relativamente espesso e estigma 3-lobado, estames formando anel carnoso 6-dentado, os dentes correspondendo ovóide-globosa, de 2 cm, glabra, lúzida, amarelo-esverdeada, roxo-escura na maturação, com albúmen branco e duro, adocicado, adstringente (CARVALHO, 1982).

Na forma de cacho, o fruto da carnaubeira é uma baga ovóide em torno de dois centímetros de comprimento, glabra, esverdeada (Figura 1C) passando a roxo-escura ou quase preta na maturação, de epicarpo carnoso, envolvendo um caroço muito duro, provido de albúmen branco, duro e oleoso, além de uma grande quantidade de carboidratos na polpa (64,32 %) e (63,29 %) na amêndoa (Quadro 1). As bagas aglomeram-se às centenas, em grandes cachos pendentes (Figura 1B). Os frutos, desde que começam a pintar, adquirem sabor ligeiramente adocicado que atraem as crianças, as aves, os morcegos. Os frutos quando verdes, são travosos e provocam abundante salivação (BRAGA, 2001).

Quadro 1 Composição Química dos Frutos de Carnaubeira

Água	12,85 %	
Óleo	8,000 %	
Matéria extrativa de cor vermelha	5,143 %	
Substâncias albuminóides e celulose	67,828 %	
Substâncias resinosas	6,172 %	
	Polpa (%)	Amêndoa (%)
Água	15,04	10,55
Proteína	5,46	6,89
Gordura	6,25	13,65
Carboidratos	64,32	63,39
Celulose	5,81	4,07
Cinzas	2,95	1,55

Fonte: Braga (1976)

As raízes são compridas, finas, pardacento-avermelhadas por fora, acinzentadas e ligeiramente fibrosas por dentro. Apresenta pequenos cristais de cor levemente amarelada, sabor fracamente alcalino, solúvel em água. São depurativas e diuréticas, usadas tanto no tratamento de úlceras, erupções cutâneas e outras manifestações secundárias da sífilis quanto no do reumatismo e artrismo (CARVALHO, 1982).

A carnaubeira possui caule reto e sem divisões, o estipe fornece madeira para a construção civil e marcenaria, quer inteiro, quer dividido (Figura 1A). Para efeito de construção, a parte inferior do caule chama-se tronco, a superior cabeça, e garganta aos dois últimos metros. Dá-se o nome de meio à porção média do caule, com peso específico de 0,929 e a resistência ao esmagamento de 578 kg por cm², preferida como madeira de lei e para trabalhos de marcenaria e torno, sendo dura, de coloração amarelo-avermelhada. A durabilidade da madeira está condicionada à sua maturação e ao local em que é utilizada. Se colhida madura e empregada à sombra ou mergulhada na água salgada ou em terreno salino, tem grande durabilidade, desde que seus extremos não fiquem sujeitos a penetração de chuva (BRAGA, 2001).



Figura 1 – Carnaubeiras (Região de Iguatu-CE)(A); Cachos de frutos (verdes) de carnaubeira (B e C).

2.1.3.2. - APROVEITAMENTO DA CARNAÚBA

Pouco se sabe sobre a inter-relação entre as espécies e sobre o impacto sobre as populações de plantas e animais causado pelo extrativismo de recursos da biodiversidade nativa ou pelo uso de espécies exóticas. Se o conhecimento do tamanho da diversidade ainda é exíguo, o potencial do seu uso pode ser considerado quase que totalmente ignorado. Portanto, as espécies frutíferas nativas constituem uma preciosa fonte de riqueza e de alimentos para o país, as quais precisam ser adequadamente preservadas, estudadas e utilizadas (MARCELINO, 2003).

O aproveitamento da carnaúba é múltiplo e integral. Além de elegante vem sendo amplamente utilizada no paisagismo nas cidades nordestinas (praças e jardins) e na arborização urbana (ALVES e COELHO, 2006) Suas folhas secas são utilizadas como cobertura de casas, confecção de chapéus, bolsas, esteiras, cordas, cestos, colchões e tapetes comercializados no país e no exterior, como também tarrafas e escovas. Por se tratar de uma planta adaptada ao clima semi-árido, a carnaúba oferece possibilidades econômicas mesmo durante a época de estiagem, seu fruto serve de alimento tanto para o consumo humano como animal, tornando-se uma importante alternativa na composição da renda familiar das comunidades rurais.

Os frutos da carnaúba, inteiros, são basicamente aproveitados pelos animais de criação; de sua polpa, extrai-se uma espécie de farinha e um leite que se assemelha ao leite extraído do babaçu. Um exemplo da adaptação do homem às condições de subsistência, a amêndoa da carnaúba, quando torrada e moída pode ser utilizado na composição de mingaus, costuma até mesmo ser aproveitada localmente em substituição ao pó de café. O óleo extraído da amêndoa é comestível e pode ser utilizado na alimentação humana (LORENZI, 1996). Na secas passadas, aproveitava-se o palmito das plantas novas na alimentação do homem e dos gados. A esse tipo de comida deve-se acrescentar a farinha e a goma de carnaúba, obtidas do palmito pisado e submetido a diversas lavagens. Essa fécula segundo Braga (2001) possui a seguinte composição: água - 8,5 %, amido-89,83 %, sais inorgânicos - 0,75 % e celulose - 0,913 %.

Quanto a utilidade da raiz, destaca-se sua qualidade medicinal como depurativo. Esta é a única parte do vegetal empregada na medicina, e que faz parte da farmacopéia brasileira. Os indígenas e caboclos a usavam frequentemente para a cura de feridas, tratamento da sífilis e reumatismo (CARVALHO, 1982). Segundo Souza et al., (2007) o extrato etanólico da raiz apresenta baixo conteúdo de compostos fenólicos e baixa atividade antioxidante, quando

comparada a outras espécies. Das cinzas das raízes, é possível extrair o sal, o que pode substituir o sal-de-cozinha (Quadro 2), o qual certamente seria utilizado pelos indígenas e sertanejos em áreas de ocorrência da palmeira.

Quadro 2 Composição da Cinza das Raízes da Carnaubeira: dados em percentuais

Componentes	Proporção %
Água	18,539
Ácido carbônico	1,109
Cloro	37,666
Ácido sulfúrico	6,456
Magnésia	0,142
Cal	0,032
Potassa	13,679
Soda	21,511
Sílica, substâncias orgânicas etc.	0,850

Fonte: Carvalho (1982, p.22)

No Nordeste brasileiro, habitações inteiras são construídas com materiais retirados da carnaúba, da mesma forma como se retiram materiais do babaçu e do buriti.

O tronco é bastante utilizado desde o Brasil colonial como madeira para a construção civil e marcenaria. As qualidades que a tornaram madeira procurada são o tronco reto e pouco exigente em trabalho, a resistência ao cupim e outros insetos e a sua durabilidade. Essas qualidades, somadas à abundância dos carnaubais e à facilidade da coleta, fizeram do caule da carnaúba, o material por excelência das primeiras construções coloniais, fossem civis ou militares, no estado do Ceará (BRAGA, 1976). O caule da carnaúba é também utilizado na construção de casas para o sertanejo, vigamentos, caibros e ripas, currais e porteiras, postes e mourões de cerca.

Considerando o ponto de vista econômico, a cera é o principal produto extraído da carnaúba. Entre o final do século XVIII e século XIX, foi bastante utilizada para a confecção de velas, e posteriormente, com o advento da Revolução Industrial, passou a ser produto de exportação, utilizado para as mais diversas finalidades industriais: fabricação de cosméticos, produtos de limpeza, filmes plásticos, e, atualmente, contribui para o avanço tecnológico, sendo usada no revestimento de chips de computadores. Com a vasta aplicação industrial, a cera de carnaúba também é aproveitada na embalagem de medicamentos (revestimento de

cápsulas), cera dental, produtos de tratamento de cabelo e pele, como cera polidora de automóveis, adesivos, calçados, vernizes, tintas, esmaltes, lubrificantes, sabonetes, fósforos, isolantes, graxas de sapato, laqueadores e impermeabilizantes, filmes fotográficos. Na papelaria, é componente para fabricação de papel-carbono, lápis de cera, cola e grafite. Na indústria alimentícia é utilizada como polimento de frutas e queijos, goma de mascar, doces e refrigerantes, embalagens de papelão para produtos alimentícios e revestimento de latas, frutas e flores artificiais, vegetais desidratados (DIARIO DO NORDESTE, 2003; MACHADO, 2004). Os usos econômicos principais são a extração do pó cerífero para beneficiamento da cera e a bagana (palha triturada) que tem elevado valor para a proteção e resfriamento dos solos na agricultura (OLIVEIRA et al., 2004). O aproveitamento da bagana de carnaúba, além do uso para cobertura do solo, possui em torno de 7 % de proteína, o que torna um bom alimento para ruminantes, além de manter seu valor protéico com o tempo e dispensar silagem (ARRUDA, 2007).

A exploração da carnaubeira para a produção de pó cerífero ocorre, predominantemente, nos estados do Piauí e do Ceará. Em 2005, a quantidade obtida no País somou 19 143 toneladas (IBGE, 2005).

A palha (folha seca), depois da cera, é o produto da carnaúba que tem mais importância econômica no Nordeste, principalmente na produção artesanal (Figura 2A). Também com suas folhas fazem-se telhados e coberturas de casas, abrigos e barracas. Na Praia do Futuro, na cidade de Fortaleza-CE, têm em toda sua extensão barracas com esse tipo de cobertura (Figura 2H). Na produção artesanal, são empregados principalmente os olhos com os quais são confeccionados cordas, sacos, esteiras, chapéus, balaios, cestos, redes, mantas e vassouras (ALVES, 2008). No Ceará existem arranjos produtivos de artesanato de carnaúba nos municípios de Palhano (conhecida pela alcunha de terra da palha) e Itaiçaba. Os referidos municípios possuem tradição na atividade, produzindo artigos como fruteiras, jogos americanos, cestas para café da manhã, porta-copos, travessas, bolsas e cestas, descansos de prato e até luminárias (Figura 2D). Na cidade de Sobral, ainda no Ceará, existem uma concentração de fábricas de chapéus de palha, as quais exportam para São Paulo, Amazonas, e para os países como Argentina, Venezuela e Espanha (ALVES, 2008). Outra utilização que pode ter a palha de carnaúba é na indústria de papel (CARVALHO, 1982), podendo-se ainda, extrair um sal e um álcali (empregado na fabricação de sabão), sobre os quais pouco se sabe, por falta de estudos específicos (GICO, 1995).

A carnaúba é mais alta do que o Babaçu e economicamente mais rentável do que o buriti. Isto porque, além dos frutos, das amêndoas, do estipe, das folhas e das fibras de

utilidades variadas, das folhas da carnaúba obtém-se uma cera de grande importância industrial químico (LORENZI et al., 1996). Além do pó cerífero, do qual se produz a cera de carnaúba, que tem grande aplicação caseira e industrial, como todo o produto que serve a um setor de conteúdo tecnológico, o seu emprego evolui para outras aplicações.

A carnaúba *Copernicia prunifera* (Miller) fornece além da cera de carnaúba um material fibroso que pode ser utilizado como reforço para outros materiais, como compósitos (CARVALHO, 2002).



FIGURA 2 – Aproveitamento da Carnaúba: (A) Palha colorida; (B) Palha para confecção de chapéu; (C) Chapéu colorido; (D) Descanso de prato; (E) Fruteiras, Porta pães etc.; (F) Fita para esteiras de animais; (G) Lixeira; (H) Tronco de carnaúba – Barracas; (I) Palha para cobertura de Barracas; (J) Polidores, batons e pulseiras; (L) Cera em pó e cestos artesanais.

2.2 ATRIBUTOS DE QUALIDADE

2.2.1 – Características físicas

Na literatura não foram encontradas referências sobre atributos físicos de frutos de carnaubeira. As características externas de qualidade, percebidas pelo tato e pela visão, são importantes na diferenciação do produto, particularmente na decisão de compra.

2.2.1.1 – Peso

O peso e o tamanho são características físicas inerentes às espécies ou cultivares, no entanto são utilizados como atributos de qualidade para a seleção e classificação dos produtos de acordo com a conveniência do mercado consumidor (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O peso de fruto inteiro está relacionado linearmente com o seu grau de desenvolvimento e/ou amadurecimento exceto no estágio em que o fruto encontra-se em estado avançado de maturação, quando apresenta tendência a perder massa fresca em decorrência do maior teor de umidade e maior permeabilidade da casca (Kays, 1997).

2.2.1.2 – Comprimento e Diâmetro

O tamanho e a forma são atributos importantes, pois a variação entre as unidades individuais de um produto pode afetar a escolha desse produto pelo consumidor; as práticas de manuseio; a seleção de mercado e o destino final. O diâmetro longitudinal (ou comprimento) e o transversal representam, em conjunto, o tamanho, e a sua relação da ideia de forma do produto. Sua medição é importante para produtos destinados ao consumo in natura e, apenas em alguns casos, é de utilidade nos produtos para processamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

2.2.1.3 – Rendimento

A proporção entre o epicarpo (casca), o mesocarpo (polpa) e o endocarpo (Caroço) é de interesse em algumas frutas, podendo ser utilizada, em conjunto com outras características, como coeficiente de maturação ou como indicativo de rendimento da matéria-prima (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O rendimento de polpa é um parâmetro de qualidade importante para a indústria de produtos concentrados, e variedades cujas frutas tem alto rendimento de polpa, apresentam maiores rendimentos no processamento dos produtos finais (concentrados) o que pode representar maior lucratividade para as indústrias (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

De acordo com Neves e Carvalho (2005) há correlação simples e positiva entre casca x polpa e caroço x polpa. Ou seja, plantas em que os frutos apresentam maior caroço, também apresentam maiores rendimentos de polpa e de casca. Entretanto, esse é um comportamento generalizado e existem exceções, tornando o trabalho de seleção mais difícil. Apesar das dificuldades, tem se conseguido grandes avanços na seleção de plantas com alta produtividade e relação caroço/polpa interessante economicamente.

2.2.2 – Características Físico-químicas e Químicas

Na literatura não foram encontradas referências sobre atributos químicos e físicos - químicos de frutos de carnaubeira. As características internas percebidas pelo sabor, aroma e tato, combinados com a aparência do produto, são importantes na determinação da aceitação do produto pelo consumidor.

2.2.2.1 – Sólidos Solúveis

Os Sólidos Solúveis presentes no fruto representam os compostos que são solúveis em água. Sua determinação é feita com o objetivo de se estimar a quantidade de açúcares nos frutos, embora, medidos através de refratômetro, incluam principalmente açúcares solúveis, além das pectinas, fenólicos, vitaminas, sais, ácidos, aminoácidos e algumas proteínas. É expressa em (^oBrix), podendo-se converter em percentagem (HOBSON e GRIERSON, 1993.; COCOZZA, 2003). De acordo com Chitarra e Chitarra (1990) o teor de açúcares normalmente constitui 65 a 85 % do teor de sólidos solúveis.

Os SS indicam a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa. São comumente expressos em ^o Brix, e tem tendência de aumento com a maturação (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Este acréscimo é atribuído, principalmente a hidrólise de carboidratos de reserva acumulados durante o crescimento do fruto na planta, resultando na produção de açúcares (KAYS, 1991).

2.2.2.2 – Acidez Titulável e pH

A concentração de íons de hidrogênio (pH) é um fator de grande influência na qualidade e segurança dos alimentos. De um modo geral, fornece uma indicação do seu grau de deterioração, atestado pela acidez desenvolvida (GOMES, 1996., GAVA, 1999). O pH associado com acidez total titulável são os principais métodos usados para medir a acidez de frutos e hortaliças. O pH mede a quantidade de íons hidrogênio no suco, enquanto a acidez mede a porcentagem de ácidos orgânicos (MENEZES e ALVES, 1995).

A acidez em vegetais é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais de ésteres, glicosídeos. Os mais abundantes em frutas são o cítrico e o málico, havendo predominância desses ou de outros, de acordo com a espécie (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os métodos mais visados para medir a acidez de frutos são a acidez total titulável e potencial hidrogeniônico (KRAMER, 1973), sendo que o primeiro representa o total de agrupamentos ácidos encontrados, enquanto que o segundo determina a concentração hidrogeniônico da solução.

O teor de ácidos orgânicos diminui com a maturação, e constitui excelentes reservas energéticas do fruto, através de sua oxidação no ciclo de Krebs (CHITARRA E CHITARRA, 1990). Desta forma, a relação açúcares/ácidos aumenta durante a maturação na maioria dos frutos. Com o amadurecimento, a acidez diminui até atingir um conteúdo tal que, juntamente com os açúcares dá a fruta o seu sabor característico, que varia com a espécie (BLEINROTH, 1981).

Com base nos valores de pH dos alimentos é possível avaliar o potencial contaminante microbiológico e a provável natureza do processo de deterioração que eles sofrerão. Tem se estabelecido que a maioria dos microrganismos se desenvolva melhor em valores de pH próximos a 7,0 (6,5 – 7,0), enquanto poucos crescem em pH abaixo de 4,0. Bactérias tendem a ser mais exigentes em relação ao pH que mofos e leveduras, sendo as bactérias patogênicas as mais exigentes (JAY, 2005).

De acordo com o pH, os alimentos são subdivididos em três grandes grupos: os alimentos de baixa acidez, que tem pH superior a 4,5; os alimentos ácidos, que tem pH entre 4,0 e 4,5; e os alimentos muito ácidos que tem pH inferior a 4,0. Essa classificação está baseada no pH mínimo para multiplicação e produção de toxina de *Clostridium botulinum*

(4,5) e no pH mínimo para multiplicação da grande maioria das bactérias (4,0). Sendo assim, alimentos de baixa acidez ($\text{pH} > 4,5$) são os mais sujeitos a multiplicação microbiana, tanto de espécies patogênicas quanto de espécies deteriorantes. Por outro lado, nos alimentos ácidos (pH entre 4,0 e 4,5), há predominância de leveduras, bolores e de algumas poucas espécies bacterianas, principalmente bactérias lácticas e algumas espécies de *Bacillus*. Nos alimentos muito ácidos ($\text{pH} < 4,0$), o desenvolvimento fica restrito quase que exclusivamente a bolores e leveduras (SOUZA NETO e SOUSA, 2008).

2.2.2.3 – Relação sólidos solúveis/acidez titulável

Esta relação SST/ATT, indica o grau de doçura de um determinado material, sendo um dos índices mais utilizados para avaliar a maturação dos frutos e conseqüentemente o sabor dos mesmos.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), essa relação é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor, sendo mais representativo que a medição isolada de açúcares ou da acidez. Essa relação dá uma boa idéia do equilíbrio entre esses dois componentes.

2.2.2.4 – Açúcares Solúveis Totais e Açúcares Redutores

Um importante atributo de qualidade associado aos frutos é o teor de açúcares, que tem papel fundamental no sabor e aroma, e também tem sido utilizado como indicador do estágio de maturação mais adequado para a colheita dos frutos (ARRIOLA et al., 1980), uma vez que durante a maturação, umas das principais características é o acúmulo de açúcares, o que ocorre simultaneamente com a redução da acidez, na maioria dos frutos. Este teor de açúcares atinge o máximo no final da maturação, conferindo excelência de qualidade ao produto (CHITARRA e ALVES, 2001). Na maturidade fisiológica da maioria dos frutos, a sacarose é o açúcar predominante (WHITING, 1970).

A glicose e a frutose constituem os principais açúcares redutores, havendo, na maioria dos frutos, predomínio do primeiro. Durante o crescimento e a maturação, os teores de açúcares redutores tendem a aumentar tanto em frutos climatérios quanto nos não-climatérios (WHITING, 1970).

O teor médio de açúcares simples no fruto maduro varia de 5% a 10%. No entanto, nos frutos de uma mesma espécie, pode variar de acordo com a cultivar, com o tipo de solo, condições climáticas e região de cultivo. A proporção entre os açúcares é responsável pelo grau de doçura dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

2.2.2.5 – Amido

O amido é um polissacarídeo de armazenamento que ocorre intracelularmente como grânulos, parcialmente cristalinos, e é altamente hidratado. É constituído por dois tipos de polímeros: a amilose e amilopectina. A amilose é uma macromolécula constituída de 250 a 300 resíduos de D-glicopiranoose, unidas por ligações glicosídicas α -1,4, que conferem a molécula uma estrutura helicoidal; amilopectina é uma macromolécula, menos hidrossolúvel que a amilose, constituída de aproximadamente, 1.400 resíduos de D-glicopiranoose unidas por ligações glicosídicas α -1,4, ocorrendo também ligações α -1,6 (NELSON e COX, 2002). As cadeias de amilopectina são ramificadas e da amilose retas. A amilose forma anéis firmes após o resfriamento e tem grande tendência a precipitar, enquanto que a amilopectina apresenta geleificação lenta ou inexistente, precipitação lenta, e textura gomosa e coesiva (FENNEMA, 1993).

O amido é o principal material de reserva energética nos vegetais. A principal transformação quantitativa que ocorre na maturação de frutas é a decomposição de carboidratos, notadamente a conversão de amido em açúcares solúveis. Essa transformação tem efeito no sabor e na textura. Em algumas frutas maduras, os teores de amido permanecem elevados, os que as tornam insípida, com grau de doçura inadequado para o consumo ao natural (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O amido não é doce, não é solúvel em água fria, e representa de 70 a 80% das calorias ingeridas na dieta humana (PROCESSO DE GELEIFICAÇÃO EM ALIMENTOS, 2007)

De acordo com Cereda et al., (2001) o amido é a principal substância de reserva nas plantas superiores e fornece de 70 a 80% das calorias consumidas pelo homem. Depois dos açúcares mais simples (sacarose, glicose, frutose, maltose), é o principal carboidrato que os vegetais superiores sintetizam a partir da fotossíntese.

O grânulo de amido é insolúvel em água fria. Entretanto, o aquecimento promove a gelatinização, que consiste em expansão ou mesmo dos grânulos (FORD et al., 2002). O amido perde cristalinidade e passa a um estado desordenado (KARIM, et al 2000). A

temperatura exata em que se inicia a gelatinização, assim como a faixa de temperatura em que os grânulos se expandem totalmente, depende do tipo de amido (FOOD RESOURCE, 2002).

2.2.2.6 – Pectina (Total e Solúvel)

As pectinas ou substâncias pécticas estão presentes nas frutas e são, de modo geral, as principais responsáveis pela manutenção da estrutura da parede celular. Sua concentração é variável entre espécies e o teor diminui na medida em que a maturação avança. De modo geral a concentração de pectinas é maior na casca do que na polpa ou no suco das frutas (WILDMAN, 2001).

As pectinas são complexos coloidais de polissacarídeos estruturais ácidos, que são encontrados na lamela média da parede celular dos vegetais (KASHIAP et al., 2001). Estruturalmente, as moléculas de pectina são constituídas de uma cadeia principal linear de unidades repetidas de (1-4)-a-D-ácido galacturônico, sendo que parte destas unidades apresenta-se esterificada, como éster metílico (HWANG et al., 1993).

De acordo com Kashiap et al., (2001), as substâncias pécticas são classificadas em protopectina, ácido pectínico e ácido péctico, dependendo da proporção de grupos carboxílicos esterificados por grupamentos metil-éster, da presença de cadeias laterais glicosídicas e solubilidade.

As pectinas possuem grande capacidade de formar géis e são utilizadas, na indústria de alimentos, como geleificantes (WILDMAN, 2001). A capacidade de geleificação é fortemente influenciada pelo grau de metoxilação. Sendo as pectinas subdivididas, em função do grau de esterificação ou metoxilação (GM), definido como 100 vezes a razão entre o número de resíduos de ácido galacturônico esterificados e o número total de resíduos de ácido galacturônico (FENNEMA, 1993). De acordo com esta classificação tem-se: pectinas com alto teor de metoxilas (ATM) – possuem GM >50 % e pectinas com baixo teor de metoxilas (BTM) – possuem GM < 50 % (SBRT, 2007). Pectinas com ATM podem formar geléia na presença de quantidade relativamente alta de açúcar e acidez. As pectinas BTM podem formar géis estáveis, na ausência de açúcares, mas requerem a presença de íons bivalentes, como cálcio, este tipo de gel é adequado em produtos com baixa concentração de açúcar e dietéticos. A pectina BTM é menos sensível ao pH que a ATM, pode formar géis na faixa de pH de 2,5 a 6,5; géis adequados são obtidos na faixa de 2,7 a 3,5(FENNEMA, 1993; SBRT, 2007). Pectinas com ATM podem formar geléia na presença de quantidade relativamente alta

de açúcar e acidez. As pectinas BTM podem formar géis estáveis, na ausência de açúcares, mas requerem a presença de íons bivalentes, como cálcio, esse tipo de gel é adequado em produtos com baixa concentração de açúcar e dietéticos. A pectina BTM é menos sensível ao pH que a ATM, pode formar géis na faixa de pH 2,5 a 6,5; géis adequados são obtidos na faixa de pH 2,7 a 3,5 (FENNEMA, 1993; GAVA, 1999; SBRT, 2007).

O teor de pectina está relacionado com a consistência ou textura dos frutos e com sua conservação, sendo importante na matéria-prima destinada à indústria, principalmente para elaboração de geléias, pois constitui um dos seus elementos básicos e fundamentais, responsáveis por conferir ao produto aspecto agradável e palatabilidade (CHITARRA E CHITARRA, 1990), EVANGELISTA, 1994).

Algumas frutas tidas como ricas em pectinas tiveram teores citados em: uva (0,81 %), maçã (0,71 %), amora (0,59 %) e groselha vermelha (0,58 %) (PROCESSO DE GELEIFICAÇÃO EM ALIMENTOS, 2007). Outra fruta que pode ser considerada rica em pectina é o bacuri, com percentual médio determinado por Aguiar (2006) de 1,32 % de pectina total e 0,81 % de pectina solúvel.

2.2.3 – Compostos com propriedades funcionais

Em todo o mundo se observa um aumento destacado no consumo de frutos tropicais. A diversidade das frutas no mercado é cada vez maior e, a cada dia, se introduz uma nova fruta tropical, cujas propriedades e características ainda não foram totalmente estudadas (KUSKOSKI et al., 2005). O Brasil é detentor de uma enorme biodiversidade de frutas tropicais e neste sentido um dos países com maior potencial para ocupar este enorme nicho de mercado atual, que é a de alimentos funcionais (MONTE, 2006), considerados promotores de saúde por estarem associados à diminuição dos riscos de algumas doenças crônicas, uma vez que são encontrados em alimentos naturais ou preparados, contendo uma ou mais substâncias funcionais (MORAES e COLLA, 2006).

Inúmeros fatores afetam a qualidade da vida moderna, de forma que a população deve conscientizar-se da importância de alimentos contendo substâncias biologicamente ativas que auxiliam a promoção da saúde, trazendo com isso uma melhora no estado nutricional. Várias classes de substâncias, naturalmente presentes nos alimentos, apresentam propriedades funcionais fisiológicas como: pigmentos, carotenóides, vitaminas, compostos fenólicos, minerais (MORAES e COLLA, 2006).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1999) a alegação de propriedade funcional é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, no desenvolvimento, na manutenção e em outras funções normais do organismo humano.

2.2.3.1 – Vitamina C

A vitamina C encontra-se na natureza sob duas formas: reduzida ou oxidada (ácido deidroascórbico); ambas são igualmente ativas (WELCH et al., 1995). É uma substância cristalina, com sabor ácido, insolúvel na maior parte dos solventes orgânicos e solúvel em água. O calor, a exposição ao ar e o meio alcalino aceleram a oxidação dessa vitamina, especialmente quando o alimento está em contato com o cobre, o ferro ou enzimas oxidativas (GUILLAND e LEQUEU, 1995).

As vitaminas C e E são consideradas excelentes antioxidantes, capazes de sequestrar os radicais livres com grande eficiência. A vitamina C é o antioxidante mais abundante no organismo. O efeito antioxidante da vitamina C está relacionado com sua capacidade para eliminar as espécies reativas de oxigênio, podendo reagir com o radical superóxido, o peridóxido de hidrogênio, o radical hidroxil e o oxigênio singlet (WEBER et al., 1996).

Segundo Aldrigue et al. (2002) o ácido ascórbico (vitamina C) tem função muito importante devido a sua ação fortemente redutora. É largamente empregado como agente antioxidante para estabilizar a cor e o aroma do alimento. Além do emprego como conservante, o ácido ascórbico é utilizado pelo enriquecimento de alimentos ou restauração, a níveis normais, do valor nutricional perdido durante o processamento.

Ao consultar tabelas de composição vitamínica de alimentos procedentes de todas as partes do mundo, verifica-se para cada uma mesma fruta ou hortaliça, há uma variação enorme quanto ao teor das vitaminas (FALADE, 1981). Isto significa dizer que as condições de solo, clima, fotoperiodismo, regime pluvial, grau de maturação, etc. influem na composição vitamínica dos alimentos (FONSECA et al., 1969).

As frutas são as principais fontes de vitamina C, destacando-se: camu-camu (1950 mg/100g), acerola (1374 mg/100g), caju (270 mg/100g), goiaba (218 mg/100g). (BUENO et al., 2002; SILVA e NAVAES, 2001; YUYAMA et al., 2002).

O teor de ácido ascórbico pode ser utilizado como um índice de qualidade dos alimentos, porque varia no produto de acordo com as condições de cultivo, armazenamento e processamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

2.2.3.2 – Carotenóides

Os carotenóides são pigmentos naturais, derivados dos terpenóides e estão associados em plantas com membranas fotossintéticas, fotoproteção e assimilação de energia luminosa (BURN et al., 2003). Estão presentes naturalmente nas frutas e vegetais, sendo que na sua estrutura química é composta por ligações duplas conjugadas, que são responsáveis por sua cor e por algumas de suas funções biológicas

(STAHL e SIES, 1999). Centenas de carotenóides estão presentes na natureza, mas poucos são encontrados nos tecidos humanos, sendo os principais: β -caroteno, luteína, α -caroteno e β -criptoxantina (THURNHAM, 1994; ROCH et al., 1996). Os carotenóides são precursores de Vitamina A. Sendo que o maior mérito é o β -caroteno e seus isômeros, tendo em vista a sua maior atividade de vitamina A, em relação aos demais (RODRIGUEZ-AMAYA, 1989).

Os carotenóides formam um dos grupos de pigmentos naturais mais largamente encontrados na natureza. São em geral responsáveis pelas colorações do amarelo ao laranja, na forma de carotenos ou como ésteres de xantofilas, cuja intensidade de coloração depende da quantidade e tipo de pigmento presente (MATOO et al., 1975; WILLS et al., 1982).

Os carotenóides, nas plantas, se encontram nos cloroplastos, sempre acompanhando as clorofilas. A mudança de cor no amadurecimento dos frutos é causada pelo desaparecimento das clorofilas, que enquanto presente mascara a cor dos outros pigmentos. No amadurecimento dos frutos, os carotenóides associados com a clorofila podem ou não serem degradados, ou terem sua concentração mantida ou mesmo aumentada. Esta mudança está correlacionada com a degeneração do cloroplasto que se transforma em cromoplastos, e a síntese ‘de novo’ de carotenóides é estimulada e induzida pela interação de diferentes fito hormônios, como o etileno (MINGUEZ-MOSQUEIRA e GALLARDO-GUERREIRO 1995; BRASIL e GUIMARÃES 1998).

2.2.3.3 – Flavonóides Amarelos e Antocianinas

Os compostos flavonóides são representados por diferentes classes de substâncias, entre os quais os flavonóis (quercetina), flavonóis (catequina), flavonas (luteolina), flavononas (miricetina) e antocianinas (antocianinas, malvidinas) (CHU et al., 2002).

Os flavonóides constituem uma das classes mais características de compostos nas plantas superiores. Muitos flavonóides são facilmente reconhecidos como pigmentos de flores na maioria das famílias das angiospermas. De acordo com Hahlbrock, (1991) os frutos geralmente contêm quantidades consideráveis de alguns tipos de flavonóides, como as antocianinas, enquanto outras partes da mesma planta, folhas ou cascas, têm muito pouco ou nada.

A distribuição dos flavonóides nos vegetais depende de diversos fatores de acordo com filo/ordem/família do vegetal, bem como da variação das espécies. São formados da combinação de derivados sintetizados da fenilalanina (via metabólica do ácido chiquímico) e ácido acético. Os padrões de distribuição dependem do grau de acesso a luminosidade, especialmente raios ultravioleta B, pois a formação dos flavonóides é acelerada pela luz (FENNEMA, 1993).

Sob o ponto de vista nutricional, os flavonóides são reconhecidamente agentes antioxidantes capazes de inibir a oxidação de lipoproteínas de baixa densidade LDL, além de reduzirem significativamente as tendências a doenças trombóticas (RAUHA et al., 2000).

Os flavonóides atuam como antioxidantes na inativação dos radicais livres, em ambos os compartimentos celulares lipofílicos e hidrofílicos. Esses compostos têm a capacidade de doar átomos de hidrogênio e, portanto, inibir as reações em cadeia provocadas pelos radicais livres (HARTMAN e SHANKEL, 1990; ARORA et al., 1998).

A cor determina a vida útil de muitos alimentos, já que afeta muito a aceitação do produto pelo consumidor, passando a ter importante papel mercadológico.

As antocianinas constituem-se numa classe de pigmentos amplamente distribuídos em plantas e são responsáveis pelas colorações que variam da vermelha à azul passando por todas as cores intermediárias (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 1984). São pigmentos muito instáveis depois de extraídos de suas fontes e altamente dependente do pH (UNIVERSITY Of BRITISH COLUMBIA, 2003).

As antocianinas podem sofrer degradação durante a estocagem pela presença de alguns metais como Fe^{+3} e Al^{+3} que formam complexos escuros com os pigmentos, prejudicando a aceitação do produto (SCAMAM, 2002).

Além de serem responsáveis pela coloração de certos vegetais, as antocianinas possuem propriedades antioxidantes. Sem dúvida, as atividades antioxidantes das antocianinas podem responder por alguns dos efeitos benéficos derivados do consumo de frutas e hortaliças ricas em antocianinas contra doenças cardiovasculares e outras doenças (OLUKEMI e OLUKEMI, 2005).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as antocianinas são consideradas como excelentes antioxidantes por doarem hidrogênio aos radicais livres altamente reativos, prevenindo a formação de novos radicais. Possuem eficiência antiinflamatória, e o seu consumo tem mostrado ação farmacológica em artrites e gotas (WANG et al., 1999)

2.3 GELÉIA DE FRUTAS

Segundo a Legislação Brasileira de Alimentos, geléia é o produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpas ou sucos de frutas, com açúcar, água e concentrado, até a consistência gelatinosa (ANVISA, 1978). As geléias de frutas podem ser consideradas como o segundo produto em importância industrial para a indústria de conservas de frutas. Nos países principalmente europeus, como é o caso da Inglaterra, assume papel de destaque tanto no consumo quanto na qualidade.

As geléias são classificadas em geléias comuns e geléias extras. As comuns apresentam uma proporção de 40 partes de frutas frescas, ou seu equivalente, para 60 partes de açúcar. As geléias de marmelo, laranja e maçã podem ser preparadas com 35 partes de frutas, ou seu equivalente à fruta fresca, e 65 partes de açúcar. Geléias extras são as preparadas numa proporção de 50 partes de frutas frescas, ou seu equivalente, para 50 partes de açúcar (EMBRAPA, 2003).

São considerados elementos básicos para a elaboração de uma geléia, os seguintes componentes: frutas, pectina, ácido, açúcar e água. A combinação adequada destes elementos, tanto na qualidade como no processamento, garantem um produto de qualidade. A concentração ideal de açúcar é de 67,5%, mas é possível fazer geléia com alto teor de pectina e ácido com menos de 60% de açúcar. Quanto a pectina, 1% é suficiente para fabricar uma geléia firme. O teor de acidez deve permanecer em torno de 0,5 a 0,8 (RAUCH, 1965). Para geléia comum, o teor de sólidos solúveis totais mínimos deve ser de 62% e para a geléia extra, de 65%.

O limite de adição de conservantes é determinado em 0,1% em peso para ácido sórbico e seus sais de sódio, potássio e cálcio e, para acidulantes (%p/p), os ácidos cítricos e

láticos (quantidade desejada), fumárico (0,2%), tartárico (0,2%) e fosfórico (0,1%). Não é permitido o uso de corantes ou aromatizantes artificiais (RAUCH, 1965).

De acordo com Lubiana (2002), a maior causa de fracasso no preparo de geléias é o uso de açúcar em demasia. Um excesso causa uma geléia mole; um grande excesso produz um xarope. Causas de dificuldades no processamento de geléias:

Geléia mole – pode ser o resultado de cocção insuficiente; ácido demais ou de menos; falta de pectina; fervura prolongada com subsequente hidrólise da pectina (não dá ponto); mexedura em excesso; retirada da geléia antes do ponto final.

Geléia dura – pode ser causada pelo uso de pouco açúcar; excesso de pectina; e cocção demasiada (passar do ponto).

Geléia turva – às vezes, a fruta verde produz geléia turva por causa do amido presente. A não retirada da espuma durante o processo de fabricação também pode resultar geléia turva.

A boa geléia – não se fermenta ou embolora.

Cristalização da geléia – é mais freqüente quando a concentração do açúcar é muito alta. Geralmente ocorre em uma geléia que tem pouco ácido e frequentemente quando o açúcar é adicionado perto do fim do período de cocção, resultando em pouca ou nenhuma inversão.

Para fabricar geléias é necessário fruta, pectina, ácido, açúcar e água. A qualidade do produto depende da qualidade desses elementos e de sua combinação adequada, bem como sua ordem de adição durante o processamento.

2.3.1 Frutas

As frutas destinadas à fabricação de geléias devem encontrar-se em seu estado de maturação ótimo, quando apresentam seu melhor sabor, cor, aroma e, são ricas em açúcar e pectina. As frutas verdes apresentam deficiência nas qualidades anteriores, e podem desenvolver cor escura no produto final. As frutas com maturação avançada, além de sofrerem perdas de pectinas, são suscetíveis a maior contaminação de fungos e leveduras. Às vezes, o descarte do processamento de frutas em calda, pedaços, fatias ou recortes, que mesmo de boa qualidade não podem ser utilizadas para elaboração de frutas em caldas, são aproveitados para elaboração de geléia. Ainda podem ser utilizada polpa de frutas ou frutas pré-processadas, congeladas ou conservadas quimicamente. Geralmente, aproveita-se a época de safra das frutas para preservá-las em forma de polpa para posterior utilização na produção de geléias (EMBRAPA, 2003).

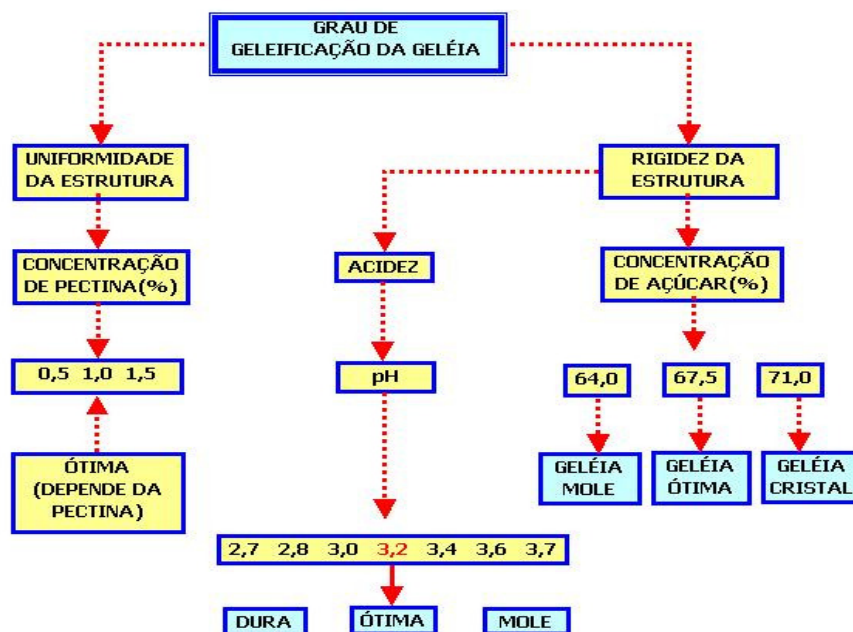
2.3.2. Açúcar

No Brasil, o açúcar mais usado na fabricação de geléias é a sacarose de cana-de-açúcar. Na cocção, a sacarose é invertida, sendo parcialmente transformada para glicose e frutose. Esta inversão é necessária para evitar a cristalização que por acaso possa ocorrer durante o armazenamento. Para uma concentração final acima de 65% de sólidos solúveis totais sem cristalizar, recomenda-se substituir parte da sacarose por glicose de milho ou açúcar invertido (mistura de glicose, frutose e sacarose). Um tempo prolongado de cocção pode degradar ou mesmo destruir a capacidade de geleificação da pectina, isto sem falar na perda de cor, sabor e aroma do produto. Essa substituição, de até 15% dos açúcares totais, é recomendável no processamento a vácuo ou quando se pretende diminuir o doce ou melhorar a cor do produto. O açúcar deve ser acrescentado em pó e peneirado. A adição de açúcar (máximo de 20%) só deverá acontecer quando as frutas necessitarem de um cozimento prévio ou para facilitar a dissolução do açúcar. A quantidade de açúcar empregado numa geléia depende da quantidade e qualidade da pectina (LUBIANA, 2002).

2.3.3 Pectina

O termo pectina designa aqueles ácidos pectínicos capazes de formar geléias ou combinar açúcar e ácidos. É um polissacarídeo constituído principalmente do metil éster de ácido poligalacturônico, que contém uma proporção variável de grupos metoxila. Essa substância é que confere o efeito gel desejável ao produto industrial. As pectinas estão disponíveis no mercado em pó ou em forma de concentrados. A pectina é uma substância presente nas sementes, na casca branca interna (albedo) das frutas cítricas e nas polpas da maioria das frutas (LUBIANA, 2002).

Para compensar deficiências de pectina natural ou acidez da fruta, é permitida por lei, a adição de acidulantes e de pectina. A concentração ideal de açúcar é de 67,5%, mas é possível fazer geléia com alto teor de pectina e ácido com menos de 60% de açúcar. Geralmente 1% de pectina é suficiente para fabricar uma geléia firme. A geléia deve ter acidez total em torno de 0,5 a 0,8 (Figura 3).



Fonte: Rauch (1965)

Figura 3 – Influência dos constituintes básicos de uma geléia na sua consistência.

O grau de esterificação, graduação, e o intervalo ótimo de pH, são as principais características que definem uma pectina. A graduação é a medida do poder de geleificação expressa em graus sag. Ou seja, uma pectina com 150 sag, geleifica 150 g de sacarose com apenas um grama, formando um gel de 65°Brix finais em pH = 3,0. O grau de esterificação determina a temperatura de formação do gel durante o resfriamento. De acordo com a temperatura e a velocidade de geleificação, a pectina de alto teor de metoxilação é conhecida comercialmente como de geleificação rápida, média e lenta. As de geleificação rápida são utilizadas em produtos que incluem pedaços de fruta ou tiras de casca. As de geleificação lenta são aplicadas nas geléias normais e nas envasadas em grandes recipientes. As pectinas de baixa metoxilação são utilizadas em produtos dietéticos (EMBRAPA, 2003).

2.3.4 Ácido

Para se alcançar o p^H ideal de uma geléia, entre 3,0 e 3,2 são adicionados acidulantes, ácidos orgânicos tais como o cítrico, o mais usado na fabricação de geléias pelo seu sabor agradável, tartárico e o málico. A adição do ácido deve ser feita ao final da fabricação da geléia, imediatamente antes do envase, principalmente no processamento a pressão atmosférica. Na concentração a vácuo, a adição do ácido poderá ocorrer em qualquer etapa do processamento. Os ácidos orgânicos constituem a classe de conservantes mais utilizada em

alimentos. São compostos que inibem o crescimento tanto de bactérias quanto de fungos (BRUL & COOTE, 1999).

Os ácidos orgânicos são geralmente fracos. Sua atividade antimicrobiana depende não apenas da concentração de íons de H^+ , mas também do efeito inibitório do ácido não dissociado, o que geralmente é um hidrofóbico, o que favorece sua penetração através das membranas plasmáticas (BROWN & BOOT, 1991).

A maior vantagem do uso de ácidos orgânicos como conservante em geléias, é a melhor aceitação, que pode resultar do aumento de acidez em alguns produtos. Sua principal limitação é serem efetivos apenas a baixos valores de pH, o que compromete sua aplicação em alimentos de baixa acidez. Na maioria das aplicações, os ácidos orgânicos são predominantemente biostáticos e não biocidas. São utilizados, principalmente, para inibir o crescimento de bolores e leveduras, embora possam, também, apresentar alguma atividade contra bactérias (KABARA & EKLUND, 1991).

Os ácidos orgânicos de maior atividade antimicrobiana são o propiônico, o sórbico e o benzóico, sendo, geralmente, aplicados a alimentos em níveis de centenas a milhares de mg/kg. O ácido acético é bem menos efetivo, sendo geralmente aplicado em concentrações muito maiores. Os ácidos cítrico e láctico, ainda menos efetivos, são geralmente usados mais com a função de acidulantes ou aromatizantes do que propriamente como conservantes (KABARA & EKLUND, 1991).

2.3.5 Embalagens

Para embalagem de geléias, os recipientes de vidro são os mais utilizados, existindo ainda as embalagens de plástico e as latas estanhadas com revestimento de verniz. Os vidros devem ser lavados com detergente, enxaguados com água quente, transportados invertidos e virados para inspeção final. Um dos sistemas mais simples de fechamento é o de aplicação da tampa ao frasco enquanto o espaço livre é preenchido por um jato de vapor (EMBRAPA, 2003.; LUBIANA,2002).

Os sistemas de embalagem desempenham várias funções. Entre as principais destacamos a **Contenção**, em que a embalagem tem a função primária de conter uma determinada quantidade de alimento, formando assim uma unidade do produto, o que facilita seu transporte, estocagem, venda e utilização. Outra função importante é a **Proteção**, que constitui uma barreira, protegendo o alimento contra os fatores ambientais que poderiam acelerar sua deterioração (AZEREDO, et al, 2004).

A adequação de embalagem as geléias, minimiza as alterações indesejáveis, aumentando a estabilidade do alimento. No entanto, em função do tempo de contato do produto com a embalagem, ocorrem interações (exceção feita às embalagens de vidro que não interagem significativamente com o alimento). A adequação reduz as interações, mas não as evita (AZEREDO, et al., 2004).

Segundo Heath & Reineccius (1986), o vidro é o único material de embalagem que não transfere sabores estranhos ao alimento. Entretanto, na maioria das embalagens de vidro, os sistemas de fechamento são de material plástico ou metálico, o que pode resultar em algum tipo de migração.

2.3.6 Armazenamento

A geléia deverá ser estocada à temperatura ambiente, em local seco, higiênico, arejado e de fácil escoamento, protegido de insetos roedores ou outros animais.

Os doces e geléias conservam-se muito bem durante tempos longos porque qualquer bactéria que entre neste ambiente de alta concentração em açúcares (até 60-65%) morre rapidamente por desidratação. A água do citoplasma passa muito rapidamente para o exterior da parede celular por osmose.

2.3.6.1 Alterações Microbiológicas

Geléias, entre outros produtos, podem sofrer deterioração, mesmo quando a concentração de açúcares é de 70%. Tem sido relatado que o ajuste do BRIX, em geléias, a 70° – 72° na presença de 0,8 a 1% de ácidos remove completamente o risco de crescimento fúngico. Tem se observado o crescimento de bolores em geléias com concentração de açúcar até 67,5 % . A acidificação com p^H 3,0 inibe o crescimento de bolores e o tratamento térmico durante um minuto a 90° C destrói todos os tipos de bolores (LUBIANA, 2003). Ainda segundo a autora as geléias de frutas devem obedecer ao seguinte padrão:

- .Bactérias do grupo coliforme: máximo, 102/g;
- .Bactérias do grupo coliforme de origem fecal, ausência em 1g;
- .Salmonelas: ausência em 25g;
- .Bolores e leveduras: máximo, 103/g

Centenas de gêneros e espécies de microrganismos, provenientes do solo, da água, do ar, de utensílios, do trato intestinal do homem e de animais, dentre outros, podem contaminar os alimentos. Alimentos comercialmente esterilizados e acondicionados em embalagens metálicas ou de vidro podem sofrer deterioração microbiológica se o tratamento térmico for insuficiente ou quando ocorrerem falhas na hermeticidade da embalagem, de forma a permitir a entrada de microrganismos (AZEREDO et al., 2004).

2.3.6.2 Alimentos Perecíveis, Semi-Perecíveis e Não Perecíveis

De acordo com Frazier e Westhoff (1993), os alimentos podem ser classificados de acordo com sua estabilidade em: Perecíveis – os alimentos são alterados rapidamente, a menos que passem por processos de conservação. Neste tipo de alimento, as alterações microbiológicas no geral acontecem antes das demais, sendo na maioria das vezes perceptíveis sensorialmente pelo consumidor. Esses alimentos tem apenas poucos dias de vida útil quando refrigerados, e de alguns meses quando congelados. Semiperecíveis – a estabilidade pode acontecer de 30 a 90 dias, quando mantidos sob refrigeração. Não perecíveis – esses alimentos podem ficar por tempo prolongado, sem acontecer deterioração, como geléias, doces e compotas etc. Comercialmente, esses produtos podem sofrer prejuízos, principalmente devido às alterações físicas e químicas. Vários fatores podem afetar diretamente a sobrevivência ou crescimento dos microrganismos presentes no alimento. Os fatores intrínsecos, que são aqueles que se relacionam com as características do próprio alimento (água, pH, composição química, potencial redox), e os extrínsecos que são os fatores associados ao ambiente (temperatura, umidade relativa e composição gasosa do ambiente). Entre os fatores ambientais que afetam a estabilidade dos alimentos, o que mais se destaca é a temperatura. Isso se deve ao fato de sua influência sobre as taxas de reação, e por ser um fator totalmente imposto pelo ambiente ao alimento. Diferente de outros fatores que podem ser parcialmente controlados pela embalagem (TAOUKIS et al., 1997).

Os alimentos estão sujeitos a várias alterações simultâneas que contribuem para o fim da vida de prateleira. As várias alterações são diferentemente afetadas pela temperatura e outros fatores ambientais, com vários graus de impacto sobre a qualidade do produto. É importante que defina qual será a alteração limitante que determinará a estabilidade do referido produto sob as condições de estocagem. A estimativa da vida de prateleira será feita, primariamente, com base nessa alteração (AZEREDO et al., 2004).

2.3.6.3 Alterações Físicas

As alterações físicas de alimentos constituem a classe menos importante de mudanças que ocorrem durante a estocagem, no que se refere à segurança alimentar. Mas, no entanto, estão diretamente relacionadas as alterações sensoriais, em especial a textura, o que compromete a aceitação do produto (AZEREDO e BRITO, 2004).

Além das alterações microbiológicas e químicas, há também alterações físicas decorrentes de perda ou ganho de umidade pelo o alimento. A textura é altamente afetada pelo teor de umidade e atividade de água. A água é o principal plastificante de alimentos (JOHARI et al., 1987).

De acordo com Labuza, (2002) o teor de sólidos e a temperatura determinam em que estado estará o alimento. Assim se um alimento desidratado absorve umidade ou aumento de temperatura, ele sofre alterações na textura crocante (produtos sólidos), cristalização e aglomeração (produtos em pó).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, L. P. **Qualidade e potencial de utilização de bacuris (*Platonia insignis mart.*) oriundos da região meio-norte.** Fortaleza: UFC, 2006. 115 f. Dissertação de Mestrado.

ALBUQUERQUE, F. M.; CESTARO, L.A. Estudo comparativo das áreas de carnaubais no Baixo - Açu nos anos de 1966 a 1988, 1992. In: ARANHA, T. de Q. (Org). **Sesquicentenário da cidade do Assu: 1845-1995.** Natal: Departamento Estadual de Imprensa, 1995. p.205-212.

ALDRIGUE, M. L.; MADRUGA, M. S.; FIOREZE, R.; LIMA, A. W. O.; SOUSA, C. P. **Aspecto da ciência e tecnologia de alimentos.** Ed. UFPB, v.1, João Pessoa, 198p. 2002.

ALVES, M. O.; COELHO, J.D. **Tecnologia e relações sociais de produção no extrativismo da carnaúba no nordeste brasileiro.** Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER). Fortaleza-CE, julho/2006.

ALVES, M. O; COÊLHO, J. D. **Extrativismo da Carnaúba: relações de produção, tecnologia e mercados.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008. 214 p. (Serie documentos do ETENE, 20).

ALVES, R.E.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Postharvest physiology of acerola (*Malpighia emarginata* D. C) fruits; maturation changes, respiratory activity and refrigerated storage at ambient and modified atmosphere. **Acta Horticulturae**, leuven, v. 370, p.223-229, 1995.

ARAGÃO, W. M. et al., Recursos genéticos de fruteiras nativas e naturalizadas potenciais dos tabuleiros costeiros e da baixada litorânea nordestinos. In: VIEIRA NETO, R. D. **Frutíferas Potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 216p.

ARRIOLA, M. C. de; CALZADA, J. F. de; MENCHU, J. F.; ROLZ, C.; GARCIA, R.; CABRE, R. A. S de. Papaya. In: **Tropical and Subtropical Fruits.** Wesport: AVI, p. 316-340. 1980.

ARORA, A., MURALEEDHARAN, G.N., STRASBURG, G.M. Structure-activity relationships for antioxidant activities of a series of flavonoids in a liposomal system. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v.24, n.9, p.1355-1363, 1998.

ARRUDA, R.J.S.; NOLASCO, F. Pomar matriz. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, BA, v.6, n.1, p.63-70, 1986.

AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos de Cerrados – Preservação gera muitos frutos. In: **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, p. 36-41, 2003.

AVIDOS, M.F.D.; FERREIRA, L.T.; **Frutos do cerrados: preservação gera muitos frutos.** Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, n.15, p.36-41, 2000.

AZEREDO, H.M.C.de.; BRITO, E.S.de. Alterações Físicas Durante a Estocagem. In: AZEREDO, H. M.C.de. (Org). **Fundamentos de Estabilidade de Alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. p.65-76.

AZEREDO, H. M.de.; FARIA, J. de. A. F.; BRITO E. S. Embalagens e Estabilidade de Alimentos. In: AZEREDO, H. M. de. (ORG.) **Fundamentos de Estabilidade de Alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004.p. 151-166.

BLEINROTH, E. W. Matéria-prima. In: MEDINA, J. C. **Frutos tropicais, manga**. São Paulo: ITAL, 1981. p.243-292.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste Especialmente do Ceará**. Fundação Guimarães Duque. Coleção Mossoroense, Série C. v.1204, maio/2001.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. Mossoró: Universidade Superior de Agricultura de Mossoró, 1976.

BRASIL, I. M.; GUIMARÃES, A. C. L. Química e bioquímica do processamento. In. **Curso de Processamento de Sucos e Polpas Tropicais**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS / UFPB, 1998.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 19 de abril de 1999. Aprova Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem. Brasília, 1999.

BROWN, M.H.; BOOTH, I.R. Acidulants and low pH. In: RUSSEL, N.J.; GOULD,G.W. (Ed.) **Food preservatives**. New York: AVI, 1991.p.22-43.

BRUL, S.; COOTE, P. Preservative agents in foods: mode of action and microbial resistance mechanisms. **International Journal of Microbiology**, v.50, n. 1-2, p. 1-17, 1999.

BUENO, S. M.; LOPES, M. do R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; CRUZ, C. H. G. Avaliação da qualidade de Polpas de Frutas Congeladas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 62, n. 2, p. 121-126, 2002.

BURNS, J.; FRASER, P. D.; BRAMLEY, P. M. Identification and quantification of carotenoides, tocopherol and chlorophylls in commonly consumed fruits and vegetables. **Phytochemistry**, v. 62, p. 939-47, 2003.

CARVALHO, L.F.M. **Fibras da palha de carnaúba: caracterização térmica e aplicação em compósitos**. 1v. 58p. Mestrado. FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO PIAUÍ – QUÍMICA. 2002.

CARVALHO, J. B. de M. **Ensaio sobre a carnaubeira**. 2. ed. Natal: EMPARN,1982.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1994. 652p.

CEREDA, M. P.; FRANCO, E. R.; DEMIATE, I. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; VILPOUX, O. F.; SARMENTO, S. B. S. **Propriedades gerais do amido**. Campinas: Fundação Cargill, v.1, 224p. 2001.

CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**, Lavras: UFLA, 2º edição, 2005, 785p.

CHITARRA, A. B.; ALVES, R. E. **Tecnologia de pós-colheita para frutas tropicais**. Fortaleza: FRUTAL – SINDIFRUTA, 2001.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

CHU, Y. F.; SUN, J.; WU, X.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of vegetables. **J. Agri. Food Chem.**, 50, p. 6910-6916, 2002.

COCOZZA, F.D.M. **Maturação e conservação de manga ‘Tommy Atkins’ submetida à aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropeno**. 2003. 198f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) UNICAMP, Campinas, 2003.

D’ALVA, O. A. **O extrativismo da Carnaúba no Ceará**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. 172p. (Série BNB Teses e Dissertações, n. 04).

DIÁRIO DO NORDESTE. **Cera de Carnaúba: safra tem queda de 30 %** . Fortaleza, 28/12/2003.

DONADIO, L. C. Frutíferas Nativas da América tropical. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1, 1992, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 1993. p.9-12.

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

DUQUE, J. G. **Solo e água no polígono das secas**. 6.ed.Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

ETENE (Departamento de Estudos Econômicos do Nordeste). **A carnaubeira e seu papel como uma planta econômica**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil S.A. 1972.

FALADE, J.A. Vitamin C and other chemical substances in cashew apple. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.58, n.2, p.177-179, 1981.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. Editora Acribia, S. A. Zaragoza, Espanha, 1993, 1095p.

FERREIRA, E. G. et al. Frutíferas. In: SAMPAIO, E. V. S. B., et al. **Espécies da Flora Nordestina de Importância Econômica Potencial**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. p. 49-100.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p.181-207, 1982.

FONSECA, H et al., Teor de ácido ascórbico e beta-caroteno em frutas e hortaliças brasileiras. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.19, p.9-16, 1969.

FOOD RESOURCE. **Starch**. Disponível em: <http://www.orst.edu/food-resource/starch>. Acesso em: 21 maio 2002.

FORD, C.; MYERS, D.; LOVE, M. **Food and the consumer – FSNH 101**. Disponível em: http://www.public.iastate.edu/~cford/101_Food&Consumer.htm. Acesso em: 06 set. 2002.

FRAZIER, W. C. ; WESTHOFF, D.C. **Microbiología de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993. 681 p.

GAMARRA-ROJAS G.; GAMARRA-ROJAS C.F.L. Conservação e uso de frutíferas nativas de Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. da (Org). **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. SECTMA-PE. Recife, Brasil: Ed.Massangana, 2002.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1999. 284p.

GIACOMETTI, D.C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil, In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1., Cruz das Almas, BA. **Anais...** Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1993. p. 13-27.

GICO, V. A carnaúba. In: ARANHA, T. de Q. (Org). **Sesquicentenário da cidade do Assu: 1845-1995**. Natal: Departamento Estadual de Imprensa, 1995. p. 43-47. Resumo comentado do artigo de autoria de Luis da Câmara Cascudo.

GOMES, J. C. **Análise de alimentos**. Viçosa: UFV, 1996. 126p.

GUILLAND, J.C., LEQUEU, B. **As vitaminas do nutriente ao medicamento**. São Paulo: Santos, 1995. 375p.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. de. A.; FONSECA JÚNIOR, E. M. da. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*byrsonima verbascifolia* rich. ex a. juss.). *Cerne*, Lavras, v. 12, n. 1, p. 84-91, jan./mar. 2006. Nota Técnica.

HALHBROCK, K. Flavonoids. In: STUMPF, P. K.; CONN, E. E. **The biochemistry of plants: a comprehensive treatise**. New York: Academic Press, 1981. p.425-426. v.7.

HARTMAN, P.E., SHANKEL, D.M. Antimutagens and anticarcinogens: a survey of putative interceptor molecules. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, New York, v.15, n.3, p.145-182, 1990.

HARTMAN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES Jr, F.T. *Plant propagation: principles and practices*. 5. ed., New Jersey: Prentice-Hall, 1990. 647p.

HEATH, H.B.; REINECCIUS, G. **Flavor chemistry and technology**. New York: AVI, 1986. p. 112-141.

HENDERSON, A.; GALEANO, G. **Euterpe, prestoca, and neonicholsonia (Palmae: Euterpeinae)**. New York: New York Botanical Garden, 1996. 90p. (Flora Neotropica, 72).

HOBSON, G. E.; GRIERSON, D. Tomato. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Ed.). **Biochemistry of fruits ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. Cap.13, p. 405-442.

HWANG, J.; PYUN, Y. R.; KOKINI, J. L. Sidechains of pectin: some thoughts on their role in plant cell walls and foods. **Food Hydrocoll.**, v. 7, p. 39–53, 1993.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e Silvicultura**, v.20, 2005.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6.ed.São Paulo: Arned, 2005. 712 p.

JOHARI, G.P.; HALLBRUKER, A.; MAYER, E. The glass liquid transition of hyperquenched water. **Nature**, v. 330, p. 552-553, 1987.

KABARA, J.J.; EKLUND, T. Organic acid and esters. In: RUSSELL, N.J.; GOULD, G.W. (Ed.) **Food preservatives**. New York: AVI, 1991. p. 44-71.

KARIM, A.A.; NORZIAH, M.H.; SEOW, C.C. Methods for the study of starch retrogradation. **Food Chemistry**, v. 71, n.1, p.9-36, 2000.

KASHIAP, D. R.; VOHRA, P. K.; CHOPRA, S.; TEWARI, R. Applications of pectinases in the commercial sector: a review. **Bioresource Technology**, London, v. 77, n. 3, p. 215-227, May 2001.

KRAMER, A. Fruits and vegetables. In: NAGY, S.; SHAW, P.E. **Tropical and Subtropical Fruits**; Composition, Properties and uses. Westport; Avi, 1973, p.1-120.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Book, 1997. 532p.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Avi, 1991.531 p.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicacion de diversos métodos químicos para determinar atividade antioxidante em polpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p.726-732, 2005.

LABUZA, T.P. Literature review on water activity and glass transition. Disponível em: http://fscn.che.umn.edu/Ted_Labuza/PDF_files/Papers:AW_and_Glass_Trasition.PDF. Acesso em: 19 jun. 2002.

LIMA, G.A. de S. **Carnaúba**. CONAB/Ministério da Agricultura. Fortaleza, 2006.

LIMA, E.D.P.A. et al. Caracterização física e química dos frutos de umbu-cajazeira (*Spondias* spp) em cinco estádios de maturação, da polpa congelada e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p. 343-388, ago. 2002.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; COSTA, J.T.M.; SIQUEIRA, L.S.C. & VON BREHR, N. 1996. **Palmeiras do Brasil – Nativas e Exóticas**. Ed. Plantarum, Nova Odessa.

LUBIANA, E. B. **Geléia, Geleizadas e geleias Diet**. Vitória, ES: INCAPER, 2002. 56 p. (Documentos, 115).

MACHADO E CIA LTDA. **Produtos e Aplicações**. Disponível em: 2004

MARCELINO, A. M. T. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. In: **Base de dados Tropical**. Disponível em <http://www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/nordeste> . Acesso em 12 out.2003.

MATOO, A. K. et al., Chemical changes during ripening and senescence. In: PANTASTICO, E. B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport: AVI, 1975. p.103-127.

MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. **Fisiologia e tecnologia pós-colheita do pedúnculo do caju**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. 20p. (EMBRAPA-CNPAT. Documentos, 17).

MENDES, B. V. Importância social, econômica e ecológica da caatinga. In: Simpósio Brasileiro Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Semi-árido, 1., 1997, Mossoró, RN. **Anais...** Mossoró: Universidade regional do rio Grande do Norte/Fundação Vingt-Um Rosado, 1997. p.26-35. (Fundação Vingt-Um Rosado. Coleção Mossoroense. Série C, 948).

MESQUITA, R.C.M. **Seleção de genótipos superiores de carnaubeira (*copernícia sp*)**. Formulário de projeto de pesquisa apresentado ao FUNDECI-ETENE-BNB, jan. 2005, Fortaleza-CE.

MINGUEZ-MOSQUEIRA, I.; GALLARDO-GUERRERO, L. Disappearance of chlorophylls and carotenoids during the ripening of the olive. **Journal of food science and agricultural**, London, v.69, p.1-6, 1995

MONTE, D. C. Os desafios da nutrigenômica no desenvolvimento de alimentos funcionais. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos...** Cabo frio-RJ: SBF/UENF/UFRuralRJ. 2006. p. 45-53.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n.2, p. 109-122, 2006.

NELSON, D. L.; COX. M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 3. Ed.2002. cap. 9, p. 233.

NETO, O.A.R. **Carnaubeira**, Disponível em:ROCH, C. L.; JACOB, R. A.; BOWEN, P. E. Update on the biological characteristics of the antioxidant micronutrients: vitamin C, vitamin E and the carotenoids. **JADA**, v. 96, p. 693-702, 1996.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. de. **Tecnologia da produção do umbuzeiro (*Spondias tuberosa Arr. Cam.*)**. Universidade Federal de Lavras, Pró-Reitoria de Extensão, n. 127, 2005.

OLIVEIRA, M. do S.P. de; FARIAS NETO, J. T. **Cultivar BRS-Pará: Açaizeiro para Produção de Frutos em Terra Firme**. Belém, 2004. 3 p (Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica 114, on line).

OLUKEMI, O. I.; OLUKEMI, A. O. *Hibiscus Sabdarifa and Sorghum Bicolor* as natural colorants. **Agricultural and Food Chemistry**, v. 4, n. 1, p. 858 – 862, 2005.

PINTO, G. C. P. Recursos Genéticos de Fruteiras Nativas na Região Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1, 1992, CRUZ DAS Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 1993. p.81-83.

PONTES, A. Cera de Carnaúba retoma crescimento internacional. **Gazeta Mercantil**. Brasília-DF, 20 jun. 2001. Disponível em:
http://www.funbio.org.br/port/noticias/clip06c_2001.htm#cera. Acesso em: 02 nov.2002.

PROCESSO DE GELEIFICAÇÃO EM ALIMENTOS. Disponível em:
<http://br.geocities.com/abgalimtec/geleificacao.html>. Acesso em: 17 de Fev. 2007.

RAUCH, G. H. **Jam manufacture**. Londres, Leonard Hill Books, 1965. 191 p.

RAUHA, J.P. et. al. Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. **International Journal of Food Microbiology**. Amsterdam: v. 56, n. 1, p. 3-12, 2000.

ROCH, C. L.; JACOB, R. A.; BOWEN, P. E. Update on the biological characteristics of the antioxidant micronutrients: vitamin C, vitamin E and the carotenoids. **JADA**, v. 96, p. 693-702, 1996.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Critical review of provitamina A: determination in plants foods. **J. Macronutrients An.**, v.5, p.191-225, 1989.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Curso sobre pigmentos naturais**. Campinas: SBCTA, 1984. 56 p.

RISCH NETO, O. A. **Carnaubeira**. Disponível em:
<http://www.floresta.ufpr.br/~paisagem/plantas/carnaubeira.htm> Acesso em 19 fev. 2004.

SAMPAIO, E.V.S.B. (ed.); PAREYN, F.G.C.; FIGUEIRÔA, J.M.de.; SANTOS JR, A.G. **Espécies da Flora Nordestina de Importância Econômica Potencial**. Recife-PE, Associação Plantas do Nordeste, 2005. 331p.

SBRT. **Resposta técnica produzida pelo Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**. Disponível em: <http://www.sbrt.ibct.br>. Acesso em: 02 mar. 2007.

SCAMAN, C. Food 410 – Chemistry of food systems: course modules. Disponível em:<http://www.agsci.ubc.ca/courses/fnh/410/modules.htm> . \acesso em: 22 mar.2002.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Calda de abacaxi com uso de pectina. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br>. Acesso em: 17 fev.2007.

SDE (Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado do Ceará). **Cadeia produtiva da cera de carnaúba**. Fortaleza: SDE, 2003.

SILVA, C. R. de M.; NAVES, M. M. V. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. **Rev. Nutr.**, v.14, n. 2, p.135-143, 2001.

SUDENE. **Estudo dos principais extrativos vegetais do Nordeste**. Recife, 1967. 66p. (SUDENE. Agricultura, 1)

STAHL W, SIES H. Carotenoids: occurrence, biochemical activities, and bioavailability. In: Packer L, Hiramatsu M, Yoshikawa T. Antioxidant food supplements in human health. San Diego: **Academic Press**, p.183-98, 1999.

TAOUKIS, P.S. ; LABUZA, T.P.; SAGUY, I.S. Kinetics of food deterioration and shelf-life prediction. In: VALENTAS, K.J.; ROTSTEIN, E.; SINGH, R.P. (Ed.) **Hanbook of food engeneering practice**. Boca Raton: CRC Press, 1997. p. 361-403.

THURNHAM, D. I. Carotenoids: function and fallacies. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 53, p. 77-87, 1994.

UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA. Faculty of Agricultural Sciences. **Foode 410 – Chemistry of foode systems**. Disponível em: www.agsci.ubc.ca/corses/fnh/410/index.htm . Acesso em: 23 jul. 2003.

WANG, H.; NAIR, M. G.; STRASBURG, G. M.; CHANG, Y. C.; BOOREN, A. M.; GRAY, J.L.; DEWIT, D. L. Antioxidant and anti-inflammatory activities of anthocyanins and their aglycone, cyaniding from art cherries. **J Nat Prod.**, v, 62, p. 294-296, 1999.

WEBER, P.; BENDICH, A.; SCHALCH, W. Vitamin C and human health - a review of a recent data relevant to requeriments. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v. 66, p. 19-30, 1996.

WELCH, R. W.; WANG, Y. A.; CROSSMAN, J. B. J. R.; PARK, K.L. Accumulation of vitamin C (ascorbate) and its oxidized metabolite dehydroascorbic acid occurs by separate mechanisms. **J Biol Chem**, v. 270, n. 21, p. 12584-12592, 1995.

WILDMAN, R. E. C. **Handbook of nutraceuticals and Fuctional Foods**. Boca Raton: CRC Press, (2001).

WHITTING, G. C. Sugars. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, v.1, p.1-31. 1970.

WILLS, R. B. et al., Postharvest – **an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. Kensington: New South Wales University, 1982. 166p.

YUYAMA, L. K. O.; ROSA, R. D.; AGUIAR, J. P. L.; NAGAHAMA, D.; ALENCAR, F. H.; YUYAMA, K.; CORDEIRO, G. W. de O.; MARQUES, H. de O. Açáí (*Euterpe oleracea* Mart.) e camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) Mc Vaugh) possuem ação anti anêmica? **ACTA Amazônica**. v. 32, n. 4, p. 625-633, 2002.

CAPÍTULO II

QUALIDADE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE CARNAUBEIRA (*Copernicia prunifera*) ORIUNDOS DO CEARÀ

RESUMO

A carnaubeira é uma planta nativa do Nordeste brasileiro de grande importância econômica, social e ecológica para o semi-árido nordestino. A cera de carnaúba é o produto que tem mais importância econômica no nordeste. Na forma de cacho e com aparência preta (quando maduro) e esverdeada (quando ainda não atingiu a maturação), o fruto da carnaubeira é composto por casca mais polpa e o caroço. Nesse trabalho estudou-se a qualidade e o potencial de utilização de frutos de genótipos de carnaubeira oriundos do estado do Ceará. Os frutos foram provenientes de plantios não comerciais das regiões de Maracanaú, Morada Nova, Caucaia, Russas, Limoeiro do Norte, Tabuleiro do Norte, Jaguaribe, Jaguaribara, Iguatu, Várzea Alegre e Quixadá. Foram colhidos retirando-se os cachos da planta com auxílio de um gancho, sendo o indicativo de maturidade a coloração escura do epicarpo. Foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical. Foram avaliados peso, comprimento e diâmetro do fruto, % de polpa, % de semente e rendimento, para a parte física. Para as análises físico-químicas foram avaliados: pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, amido, teor de vitamina C, pectina total, pectina solúvel, flavonóides amarelos, antocianinas e carotenóides totais. Foi verificado que existe entre os genótipos avaliados grande variabilidade, demonstrada pela variância genética. Para consumo in natura e/ou processamento se destacam os genótipos oriundos das regiões de Maracanaú, Morada Nova, Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte, por apresentarem alta percentagem de polpa, e alta relação SS/AT. O fruto da carnaubeira é rico em vitamina C, com conteúdo variando entre 73 mg.100g⁻¹ a 121 mg.100g⁻¹ de polpa. Para as características físicas é necessário um número bem menor de observações para maior nível de certeza, comparado às características físico-químicas.

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO

As espécies frutíferas nativas e exóticas das diversas regiões brasileiras apresentam além de um grande potencial para exploração comercial racional, potencial para a exportação (BEZERRA et al., 1993). Existe uma grande diversidade de espécies frutíferas nativas e exóticas e que não são cultivadas comercialmente na região Nordeste (FERREIRA et al. 1987). A grande maioria das espécies frutíferas nativas tem a sua exploração baseada quase que exclusivamente em extrativismo nas áreas de ocorrência natural. A produção local ou regional, não é suficiente para suprir a demanda de consumo, principalmente, por falta de tecnologias de produção, pós-colheita e processamento.

Na fruticultura comercial as espécies nativas constituem importante fonte de riqueza e de alimentos, que necessitam serem preservadas e estudadas, visando sua utilização racional, com vistas a sua inserção no mercado de frutas.

Outro aspecto favorável é a riqueza nutricional. A análise química das propriedades dos frutos brasileiros, realizada pelo estudo Nacional da Despesa Alimentar Familiar (Endef), ligado ao Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE), comprovou que muitas espécies têm alto teor de Vitamina C, fósforo, cálcio e carboidrato, entre outras propriedades nutricionais, realidade que pode ser exemplificada com o camu-camu, fruto da região amazônica (DOCES e GELÉIAS, 2007).

As frutas desempenham papel fundamental na dieta da população dos trópicos, fornecendo vitaminas, carboidratos e minerais essenciais, além de apresentarem outras características (cor agradável, aroma e sabor exóticos), representando considerável fonte para a nutrição humana (AGUILERA et al., 1992).

A variabilidade genética encontrada nas espécies frutíferas nativas é um grande instrumento para enfrentar o aumento cada vez maior da demanda por alimentos. De acordo com Leon (1987) e Giacometti, (1990) são necessários estudos relacionados ao aproveitamento econômico de fruteiras nativas, como também, a oferta de novas alternativas de frutas frescas e/ou processadas somente terá chance de ser bem sucedida se houver suporte tecnológico.

Dentre as espécies frutíferas nativas do Nordeste brasileiro destaca-se a carnaubeira (*Copernicia prunifera*), com potencialidades para consumo e notadamente para utilização de produtos derivados como, óleos, geléia e doce em massa. A carnaubeira é uma planta típica do nordeste brasileiro, pertencente à família Arecaceae predominando nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, na forma de cacho possui centenas de frutos ovóides a globosos,

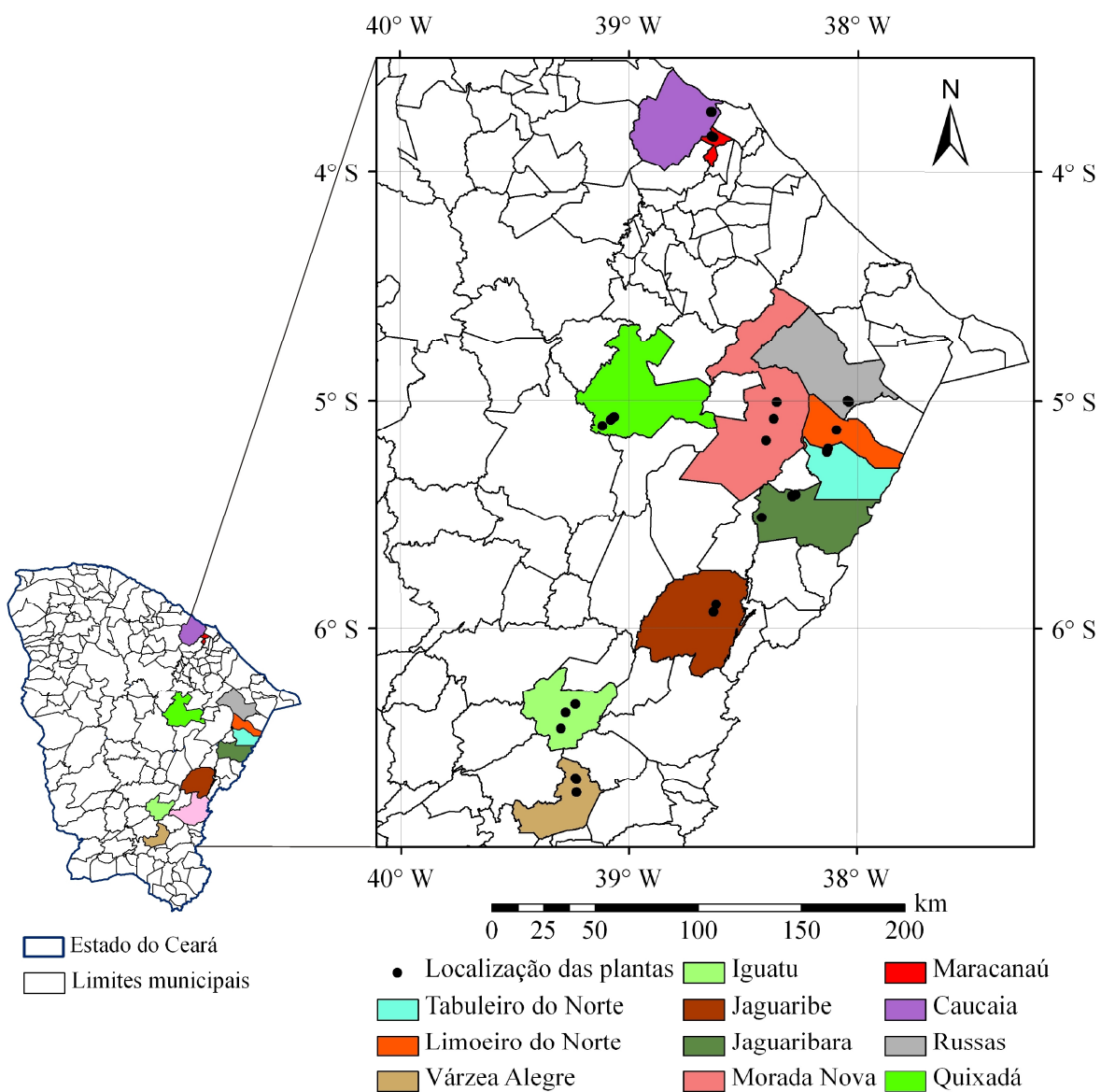
brilhantes, esverdeados quando jovens e roxos quando maduro. Os frutos são basicamente aproveitados por animais de criação, e de sua polpa extrai-se uma espécie de farinha e um leite que se assemelha ao leite do babaçu (HENDERSON et al., 1995). Além disso, dispondo do conhecimento da qualidade e do potencial de utilização dos frutos pode-se selecionar genótipos de acordo com sua aptidão, seja para industrialização e ou/ consumo in natura.

Pensando então na exploração racional da carnaúba, o objetivo deste trabalho foi estudar as características físicas, físico-químicas e químicas dos frutos de genótipos de carnaubeira, de diversas regiões do estado do Ceará.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Procedência dos Frutos, Colheita e Preparo das Amostras

O trabalho foi realizado com frutos de 34 genótipos de carnaubeiras nativas provenientes de 11 (onze) cidades do estado do Ceará (Maracanaú-M, Caucaia-C, Morada Nova-MN, Russas-R, Limoeiro do Norte-L, Tabuleiro do Norte-T Jaguaribe-JI, Jaguaribara-JA, Iguatu-IG, Várzea Alegre-V, Quixadá-Q). (Figura 1).



Os genótipos de carnaubeira foram localizados através de GPS (etrex garmin). Os pontos, com latitude e longitude foram transferidos para planilhas de Excel, e mapa confeccionado através do programa ArcMap 9.2, no Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Ceará-UFC.

Os frutos foram colhidos retirando-se os cachos da planta com auxílio de um gancho, sendo o indicativo de maturidade a coloração escura do epicarpo (Figura 2). Em seguida, foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical localizado em Fortaleza-CE.

Foram caracterizados fisicamente 20 (vinte) frutos de cada genótipo quanto ao peso do fruto, peso da semente, diâmetro, comprimento e rendimento da polpa + casca. Para o peso da polpa considerou-se a diferença entre o peso do fruto e o peso da semente. Após esta caracterização física inicial, os frutos foram mantidos congelados em freezer doméstico até o momento do despulpamento. A despulpa foi realizada manualmente com auxílio de uma faca de aço inoxidável onde se retirou as partes comestíveis (polpa + casca) do fruto, e pesou-se em balança semi-analítica (MARK 3100). As partes comestíveis foram acrescidas de água destilada na proporção de 1:1 (p/p), e em seguida, foram homogeneizadas utilizando-se de homogeneizador de tecidos tipo “Turrax”. As polpas obtidas foram acondicionadas em potes plásticos escuros e mantidas sob congelamento em freezer doméstico para posterior avaliação das características físico-químicas e químicas. Para estas análises foram utilizados 34 tratamentos (genótipos) com três repetições. As parcelas experimentais foram compostas de 500g de polpa para cada repetição.



Figura 2 – Frutos de alguns genótipos de carnaubeira colhidos em diferentes cidades do estado do Ceará/2006.

2.2 Avaliações de Qualidade

2.2.1 Físicas

Peso do Fruto - determinou-se o peso pesando-se os frutos individualmente em balança semi-analítica (MARK 3100). Os resultados foram expressos em gramas (g).

Comprimento e Diâmetro - foram medidos comprimento e diâmetro de cada fruto com auxílio de um paquímetro digital (Sylvac Fowler). Os resultados foram expressos em mm.

Rendimento - o rendimento do epicarpo + exocarpo foi obtido pela diferença entre a massa total do fruto (g) e a massa da semente (g), dividindo-se pela massa total do fruto (g). O resultado multiplicado por 100 foi expresso em percentagem.

2.2.2 Físico-Químicas e Químicas

Vitamina C – a determinação do teor de Vitamina C (mg/100g) foi realizada por titulometria com solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol 0,02 %) até a coloração levemente rósea, utilizando-se uma alíquota de 5 mL proveniente de 1 g de polpa diluída em 50 mL de ácido oxálico 0,5 % de acordo com Strohecker e Henning (1967).

Acidez Total Titulável - determinada através da diluição de 1g de polpa para 50 mL de água destilada titulando com solução de NaOH (0,1 N) até pH 8,1 em titulador automático (Mettler modelo DL 12). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico, conforme o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985).

pH - determinou-se diretamente na polpa, utilizando-se um potenciômetro (Mettler modelo DL 12) com membrana de vidro ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC, 1992).

Sólidos Solúveis Totais - após filtração da polpa em algodão, foi efetuada a leitura em refratômetro digital de marca ATAGO PR-101 com escala variando de 0 a 45 °Brix, de acordo com a metodologia recomendada pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC, 1992).

Flavonóides Amarelos e Antocianinas - as determinações seguiram a metodologia de Francis (1982). Tomou-se 1 g da polpa em recipiente de aço inox, adicionando-se aproximadamente 30 mL de solução extratora de etanol 95 % mais HCL 1,5 N na proporção de 85:15 (v/v) respectivamente. A amostra foi triturada em homogeneizador de tecidos tipo “turrax” por dois minutos e transferida para o balão volumétrico (cor âmbar) de 50 mL, sendo o volume completado com solução extratora. Deixou-se descansando por uma noite na geladeira sob ausência de luz. Em seguida filtrou-se para um Becker, envolto em alumínio. Imediatamente, procedeu-se a leitura no espectrofotômetro. Para a determinação de antocianinas a leitura foi realizada em comprimento de onda a 535 nm, calculados através da fórmula: fator de diluição x absorvância/98,2. Já para os flavonóides amarelos realizou-se leitura a 374 nm, calculado através da fórmula: fator de diluição x absorvância/76,6. Os resultados para ambas as análises foram expressos em mg/100 g de polpa.

Carotenóides - determinados pelo método de Higby (1962). Em recipiente de aço inox, foram colocados 5 g de polpa, 15 mL de álcool isopropílico e 5,0 mL de hexano, seguido de agitação por 1 min. O conteúdo foi transferido para funil de separação de 125 mL de cor âmbar, onde se completou o volume com água. Deixou-se em repouso por 30 minutos, seguindo-se a lavagem do material. Repetiu-se esta operação por mais duas vezes, Filtrou-se o conteúdo com algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro para um balão volumétrico de 25 mL envolto com alumínio, onde foram adicionados 2,5 mL de acetona e completado o volume com hexano. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 450 nm e os resultados expressos em mg/100 g, calculados através da formula: $(A \times 100)/(250 \times L \times W)$, onde:

A = absorvância; L = comprimento de onda em nm e W = quantidade da amostra original no volume final da diluição.

Açúcares Solúveis Totais - determinados pelo método de antrona segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954). Utilizou-se 1 g de polpa, que foi diluída em etanol a 80 % (devido à presença de amido) em balão volumétrico de 50 mL deixando durante 15 minutos, em seguida foi filtrada e realizada uma nova diluição retirando uma alíquota de 10 mL diluindo em água destilada em um balão volumétrico de 50 mL. Pipetou-se uma alíquota de 1,0 mL do conteúdo do balão em tubos de ensaio para reação com antrona. Os tubos de ensaio contendo a amostra foram colocados em banho de gelo e após receberem o reativo, foram agitados e colocados em banho-maria a 100 °C por 8 minutos e imediatamente devolvidos ao

banho de gelo. Em seguida, efetuou-se a leitura em espectrofotômetro (Spectronic Genesys 2) com comprimento de onda a 620 nm e o resultado expresso em %.

Amido – a extração foi feita por hidrólise ácida, conforme método descrito pela (AOAC, 1992), com algumas adaptações. Utilizou-se amostra de 2,5g de polpa diluída em 50 mL de água destilada. Esta foi centrifugada, durante 10 min, por três vezes, a 15.000 rpm, com o descarte do sobrenadante. Ao resíduo, foram adicionados 150 mL de água destilada e 2,5 mL de ácido clorídrico p.a. O preparo foi deixado em fervura durante 2 h, sob refluxo. Em seguida, foi resfriado e neutralizado com solução de carbonato de sódio a 20%. O volume foi completado para 100 mL, com água destilada e filtrado. A partir do filtrado, determinou-se os açúcares redutores pelo método do DNS, obedecendo-se à metodologia de MILLER (1959). Transferiu-se alíquota de 0,5 mL do extrato para tubos de ensaio, adicionando-se, em cada, 1 mL de água destilada e 1 mL de solução de ácido dinitrosalicílico (DNS), seguido da homogeneização e colocados em banho-maria a 100 °C por cinco minutos e imediatamente colocados em banho de gelo. Em seguida, efetuou-se a leitura em espectrofotômetro (Spectronic Genesys 2) com comprimento de onda de 540 nm. Os resultados obtidos foram multiplicados pelo fator 0,90 para a determinação do amido em percentagem.

Pectina Total e Solúvel - a extração foi realizada pelo método do m-hidroxidifenil segundo procedimento descrito por McCREADY e McCOMB (1952). Foram utilizados 2,5 g de polpa, adicionando 12,5 mL de etanol 95 % e homogeneizado (Turrax), deixando em repouso por 30 minutos em geladeira e após foram centrifugados. Em seguida, foram lavadas duas vezes o resíduo com \pm 5 mL de etanol 75 % cada vez. Transferiu-se o resíduo para um béquer com água (+/- 40 mL). Para a Pectina Total acertou-se o pH para 11,50 com NaOH 1,0 N e logo após foram deixados em repouso em geladeira por 30 minutos, ajustando o pH para 5,0 - 5,5 com ácido acético glacial diluído (15 mL / 50 mL). Foram adicionados a amostra 0,1g de pectinase, agitando-se em Shaker por uma hora. Filtrou-se a vácuo e diluiu-se o sobrenadante para 50 mL com água destilada em um balão volumétrico. Tomou-se uma alíquota do filtrado de 0,1 mL para reação com solução de ácido sulfúrico/tetraborato de sódio. Para Pectina Solúvel agitou-se em Shaker por uma hora. Filtrou-se a vácuo e diluiu-se o sobrenadante para 50 mL com água destilada em um balão volumétrico. Tomou-se uma alíquota do filtrado de 0,4 mL para reação com solução de ácido sulfúrico/tetraborato de sódio. Para as duas avaliações os tubos de ensaio contendo a amostra foram colocados em banho de gelo e após receberem o reativo, foram agitados e colocados em banho-maria a 100 °C por cinco minutos

e imediatamente devolvidos ao banho de gelo. Em seguida, adicionou-se 0,06 mL de m-hidroxidifenil para desenvolvimento de cor. Manteve-se em repouso por 10 minutos e após esse tempo realizou-se a leitura em espectrofotômetro (Spectronic Genesys 2) com comprimento de onda de 520 nm e o resultado expresso em %.

Análise Estatística – o experimento foi realizado com 34 tratamentos (genótipos), sendo 20 repetições para as características físicas e 3 repetições para as físico-químicas. Para a caracterização física, os frutos de carnaúba foram considerados individualmente, enquanto para as análises físico-químicas e químicas as parcelas experimentais foram compostas pela polpa de cada tratamento (genótipo).

A disposição geográfica das plantas e coleta dos frutos, neste trabalho, não se adequam a um desenho experimental que permita o uso da Análise de Variância, todavia, foram adotadas análises estatísticas uni e multivariadas apropriadas ao estudo do potencial das plantas de carnaubeiras avaliadas. Para tanto, foram estimadas as seguintes estatísticas: variância residual (dentre plantas) e da variância genética (entre plantas), correlações fenotípicas, coeficiente de variação, coeficiente de repetibilidade, coeficiente de determinação e o número de medições necessárias para obtenção dos níveis de certeza de 95 e 99%.

As correlações fenotípicas foram estimadas entre todas as variáveis, tanto para as características físicas quanto para as características físico-químicas e químicas. Posteriormente, foi aplicado o teste t para determinação do nível de significância das respectivas correlações estimadas.

Adicionalmente, análises multivariadas foram realizadas, tais como: agrupamento de genótipos por meio da otimização de Tocher, análise de componentes principais e a análise da dissimilaridade dos genótipos, expressa em um dendograma, com base no método do vizinho mais próximo. Estas estimativas foram calculadas utilizando a matriz de distância euclidiana média. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa GENES (CRUZ, 2001) seguindo modelos ilustrados por Cruz e Regazzi (1994).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características Físicas - Observa-se para as características físicas, grande amplitude nos valores obtidos, principalmente para o peso do fruto, rendimento e percentagem de semente (Tabela 1).

Tabela 1. Médias gerais, intervalo de confiança, amplitude e coeficiente de variação das características físicas de frutos de diferentes genótipos de carnaubeira.

GENÓTIPO	Peso do Fruto (g)	% Semente	Rendimento %	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)
M1	5,90	54,86	45,14	20,46	28,20
M2	6,02	56,52	43,48	20,44	27,42
M3	5,18	55,73	44,27	19,86	27,29
MN1	2,67	60,65	39,35	16,59	17,30
MN2	2,85	61,94	38,06	16,53	17,86
MN3	2,88	60,20	39,80	16,90	18,04
C1	6,87	56,27	43,73	21,79	27,80
C2	7,06	47,42	52,58	20,29	27,41
C3	6,61	54,48	45,52	20,92	27,06
R1	5,53	56,79	43,21	21,41	24,80
R2	5,48	56,84	43,16	21,42	24,75
R3	5,45	58,69	41,31	21,42	24,74
R4	7,36	46,89	53,11	20,65	26,72
L1	8,47	42,64	57,36	20,77	28,74
L2	8,78	43,67	56,33	20,89	28,91
L3	8,50	41,60	58,40	20,64	28,65
JA1	6,61	52,31	47,69	20,10	26,24
JA2	6,58	52,91	47,09	20,21	26,22
JA3	6,12	54,98	45,02	19,67	25,55
T1	8,10	43,26	56,74	20,53	27,88
T2	7,94	45,55	54,45	20,48	28,54
T3	8,19	44,21	55,79	20,63	28,42
JI1	6,91	52,89	47,11	19,91	27,42
JI2	7,36	52,82	47,18	20,81	27,56
JI3	7,42	53,24	46,76	19,46	26,94
Q1	7,98	51,35	48,65	20,93	27,83
Q2	7,58	52,88	47,12	20,65	28,92
Q3	6,91	52,89	47,11	19,91	27,42
V1	5,81	52,18	47,82	20,48	24,73
V2	5,71	61,82	36,48	20,49	24,78
V3	6,06	53,54	46,46	20,46	25,30
IG1	6,27	53,13	46,87	20,34	25,04
IG2	6,54	51,80	48,20	20,52	23,92
IG3	6,45	52,44	47,56	19,98	24,86
Média	6,47	3,31	47,32	20,19	25,98
IC95	0,14	0,06	0,64	0,14	0,27
Máximo	12,00	5,30	78,95	31,37	36,78
Mínimo	1,87	0,99	14,04	14,22	11,67
CV%	28,15	22,30	18,03	9,21	13,57

(M) - Maracanaú; (MN) - Morada Nova; (C) - Caucaia; (R) - Russas; (L) - Limoeiro do Norte; (JA) - Jaguaribara; (T) - Tabuleiro do Norte; (JI) - Jaguaribe; (Q) - Quixadá; (V) - Várzea Alegre; (IG) - Iguatu.

3.1.1 Peso do Fruto

Pode-se verificar que houve diferença significativa entre os genótipos de carnaubeira. Para o peso médio total dos frutos as médias oscilaram entre 2,67 para o genótipo (MN1) da cidade de Morada Nova - CE, para 8,78 g do genótipo (L2) oriundo da cidade de Limoeiro do Norte – CE, (maior valor). Observa-se também que a maioria dos genótipos encontra-se dentro da média geral que é de 6,47 g. Os genótipos de carnaubeira L1, L2 e L3 oriundos das cidades de Limoeiro do Norte-CE apresentaram médias de peso total superior aos demais genótipos (Figura 3).

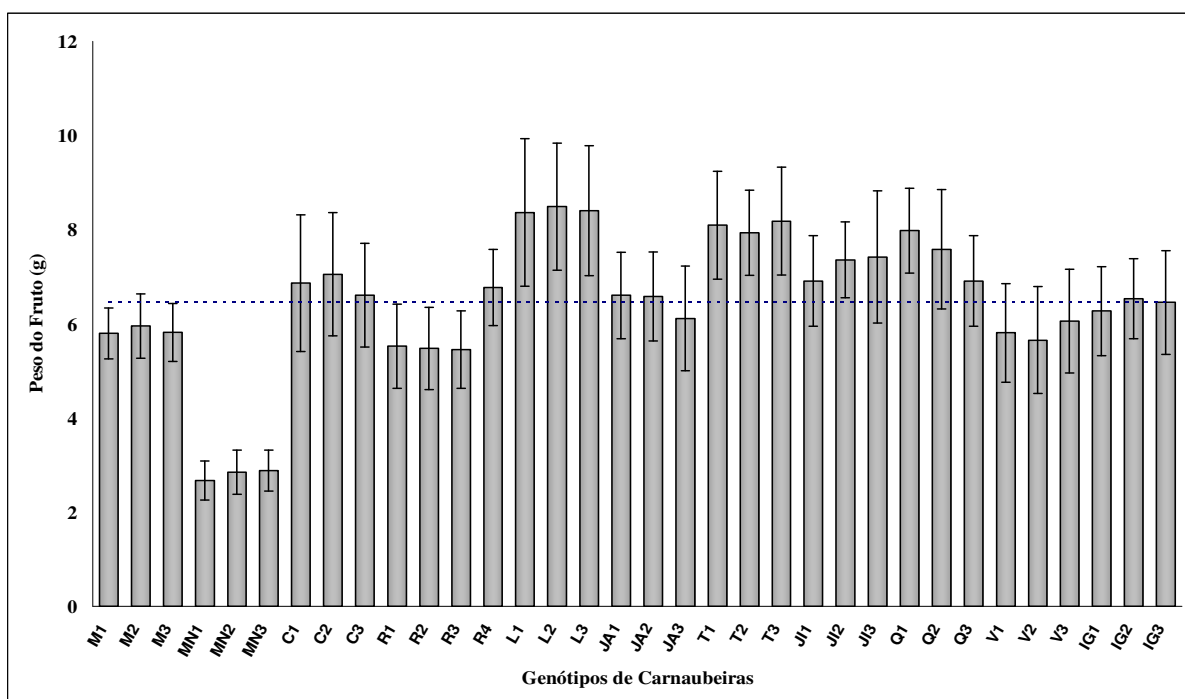


Figura 3. Peso de frutos (g) de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

Não foram encontrados trabalhos sobre peso total em frutos de carnaubeira, mas relacionando os valores médios do peso total dos frutos desse estudo com valores obtidos de pesquisas realizadas com pitomba (peso médio) de 5,3 g, (CARVALHO; MÜLLER, 2005), açaí com valor médio inferior de 1,81 g (SOUZA, 2007) e considerando que Yuyama et al. (2006) ressaltam que o peso dos frutos de açaí varia substancialmente entre plantas, permite observar através dos resultados deste trabalho que ocorre semelhança na variação de peso entre os frutos de genótipos de carnaubeira. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o peso

correlaciona-se bem com o tamanho do produto e constitui uma característica varietal. Ao atingirem o pleno desenvolvimento, as frutas devem apresentar peso variável dentro dos limites típicos da cultivar, os quais são bastante flexíveis.

3.1.2 Comprimento e Diâmetro dos Frutos

Com relação a variável comprimento pode observar que os valores médios dos genótipos variaram de 17,30 mm para o genótipo MN1 da cidade de Morada Nova – CE a 28,92 mm para o genótipo Q2 da cidade de Quixadá-CE. Os genótipos apresentam média geral de 25,89 mm, sendo os frutos de genótipos de carnaubeira (MN1, MN2 e MN3) oriundos da cidade de Morada Nova-CE, os que apresentaram menor comprimento. Ressalta-se ainda os frutos de genótipos de carnaubeira (L1, l2 e L3) da cidade de Limoeiro do Norte-CE, que apresentaram valores médios de 28,74 mm, 28,91 mm e 28,65 mm, respectivamente, sendo superados apenas pelo Q2 que apresentou valor máximo (28,92 mm)(Figura 4).

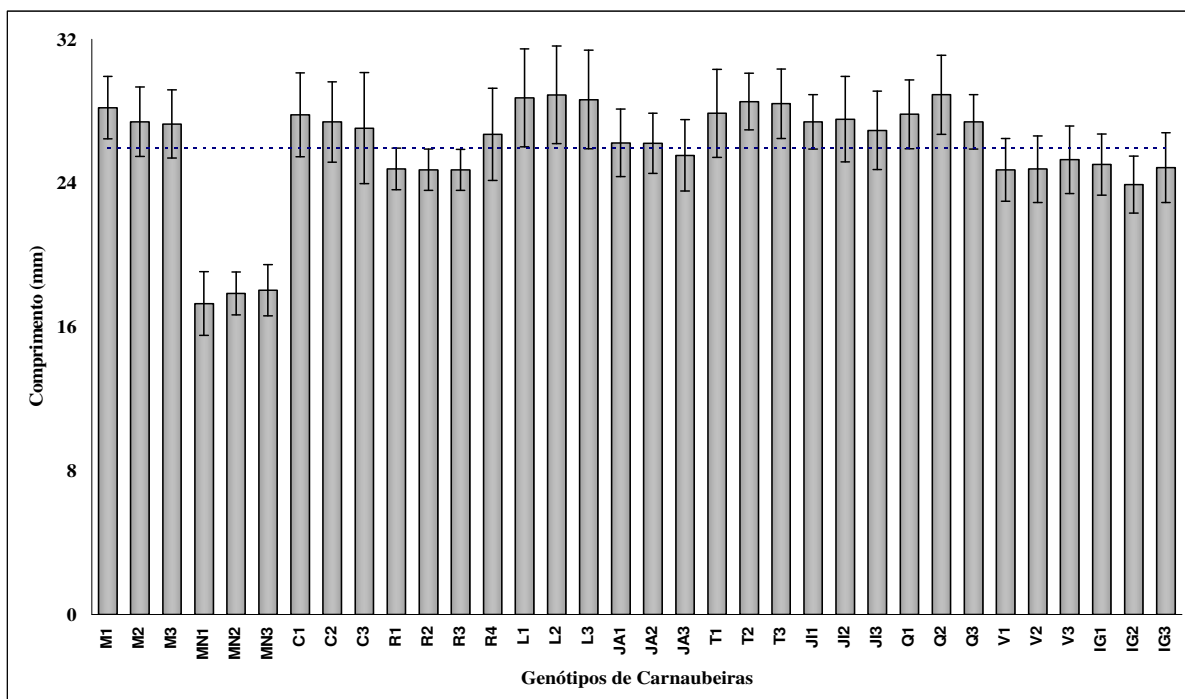


Figura 4. Comprimento (mm) de frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

Com relação a variável diâmetro do fruto, pode se observar uma variação de 16,53 mm a 21,79 mm, com média igual a 20,19 mm. Vale ressaltar que os genótipos oriundos da

cidade de Morada Nova-CE apresentaram comprimento médio de 17, 30 mm; 17,86 mm e 18,04 mm (Figura 3) e diâmetro médio de 16,59 mm; 16,53 mm e 16,90 mm (Figura 4) onde se observa que os valores para diâmetro e comprimento são aproximados, enquanto os demais genótipos apresentaram comprimento um pouco maior. Observa-se também que os genótipos (R1, R2 e R3) oriundos da cidade de Russas-CE, destacam-se por apresentarem os maiores valores para diâmetro (Figura 5).

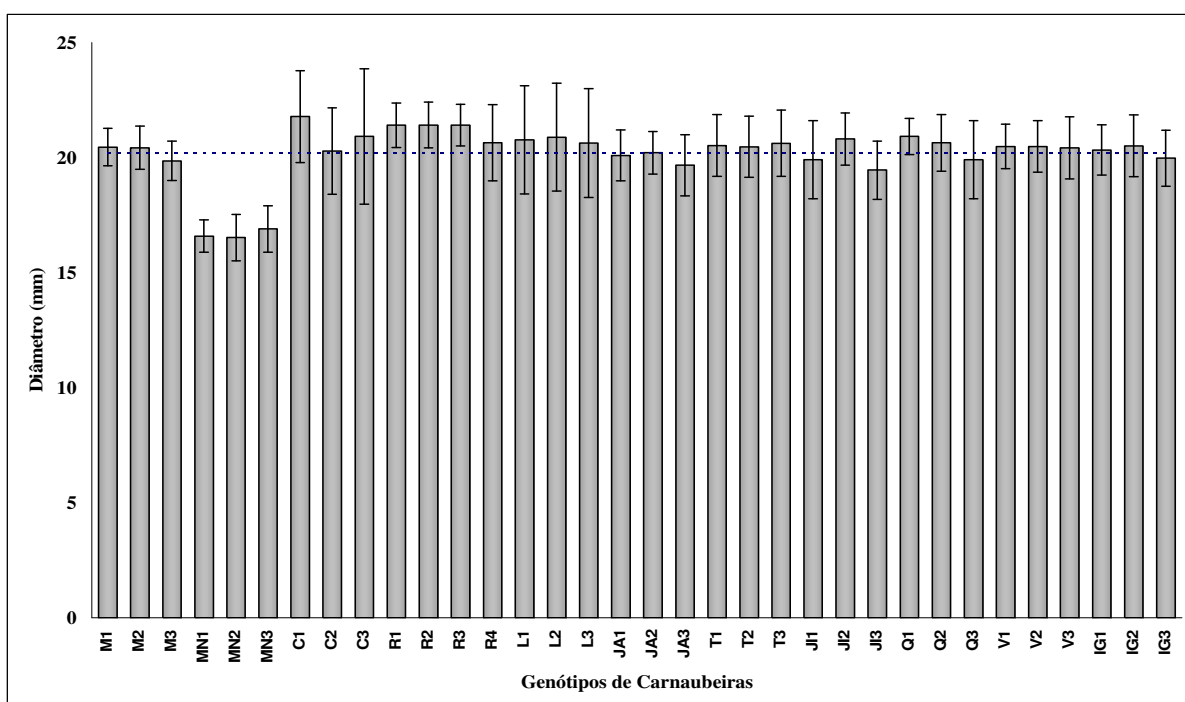


Figura 5. Diâmetro (mm) de frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, J-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

Considerando a aproximação dos valores de diâmetro e comprimento dos genótipos da cidade de Morada Nova-CE, pode se afirmar que os frutos apresentam-se com forma arredondada. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o diâmetro longitudinal (ou comprimento) e o transversal representam, em conjunto, o tamanho, e a sua relação dá a idéia da forma do produto, onde se o comprimento for igual ao diâmetro o fruto apresentará a forma arredondada.

Neste trabalho, todos os outros genótipos apresentaram comprimento bem maior do que o diâmetro, indicando que os frutos de genótipos de carnaubeira do estado do Ceará, são predominantemente de forma ovalada.

3.1.3 Percentagem de Sementes

O menor valor para percentagem de semente foi observado no genótipo (L3) oriundo da cidade Limoeiro do Norte-CE (41,60 %), e o maior no genótipo (V2) oriundo da cidade de Várzea Alegre (61,82 %)(Figura 6).

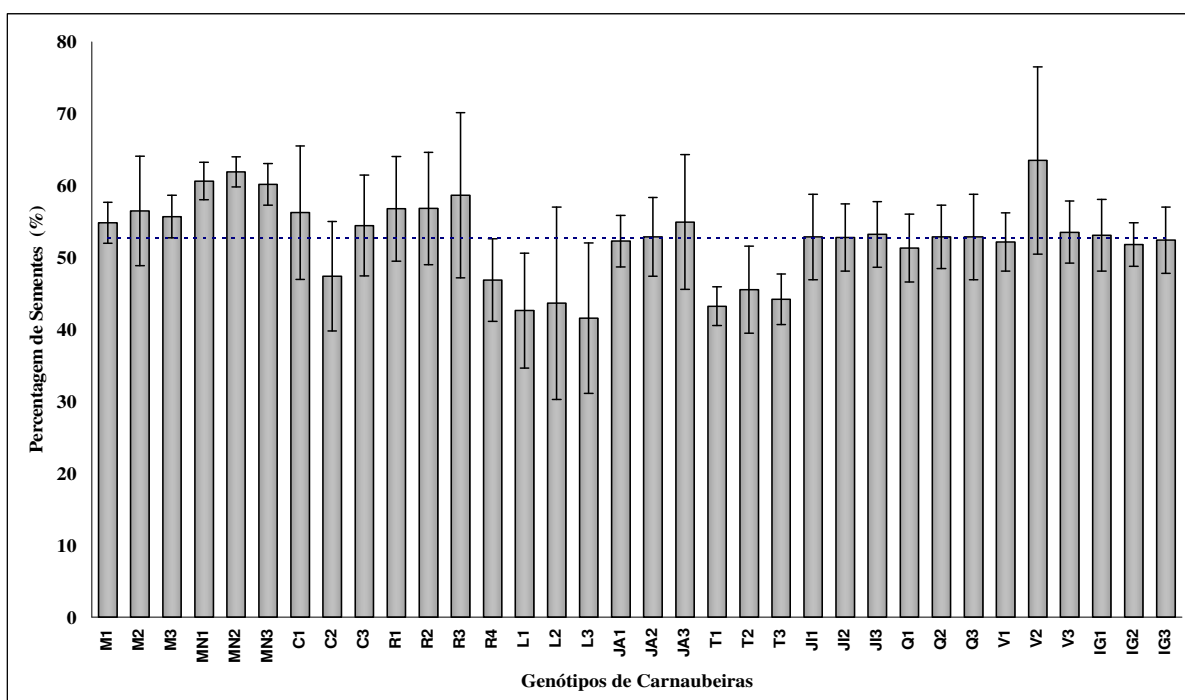


Figura 6. Semente (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de várias regiões (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

3.1.4 Rendimento

O genótipo (L3) oriundo da cidade de Limoeiro do Norte-CE se apresenta com ótimas características de rendimento em polpa, pois é um fruto grande e ainda com semente proporcionalmente pequena (Figura 7).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) a proporção entre o epicarpo (casca), o mesocarpo (polpa) e o endocarpo (caroço) é indicativo de rendimento da matéria-prima.

O rendimento de um fruto se dá pelas proporções entre a casca, a polpa e a semente ou caroço. No caso da carnaúba, obteve-se o rendimento subtraindo o peso da semente do peso do fruto.

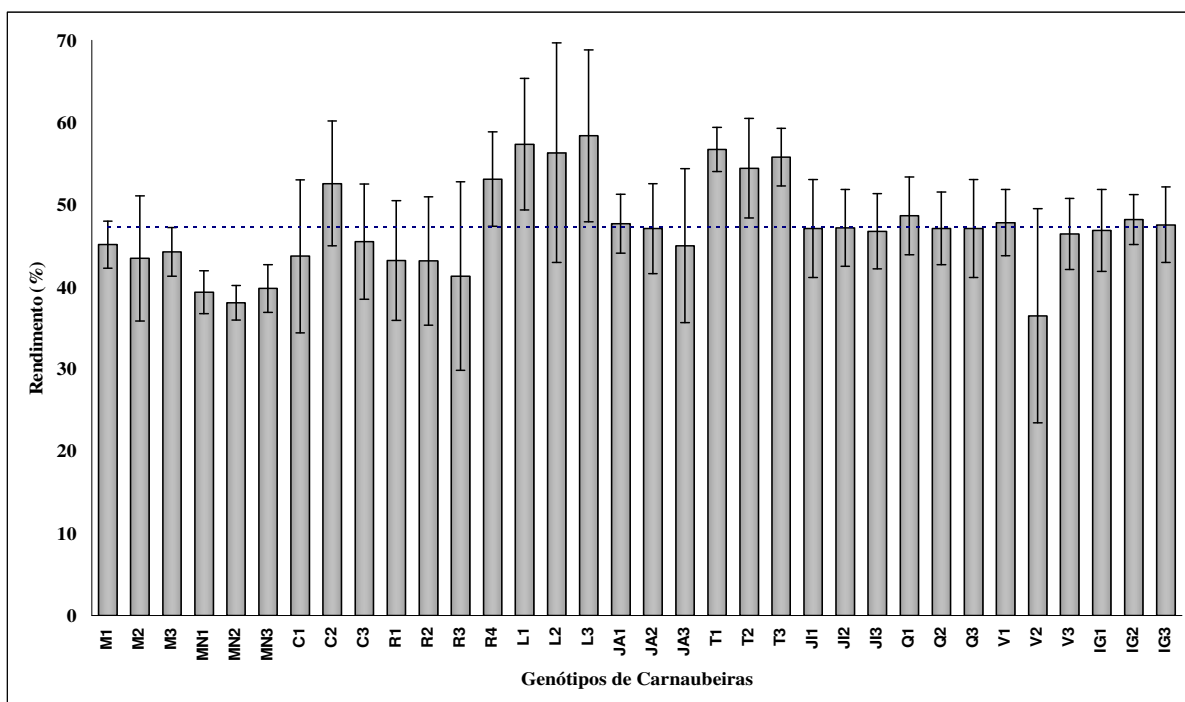


Figura 7. Rendimento (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

Os genótipos (L1 e L3) oriundos da cidade de Limoeiro do Norte-CE, destacam-se com percentual de rendimento de 57,36 % e 58,40 % respectivamente. Estes dois fazem parte dos quinze genótipos que ficaram acima da média (47,32 %) para esta característica, enquanto os genótipos C2, R4, L1, L2, L3, T1, T2 e T3 apresentaram rendimento acima de 52%.

Foram observados valores individuais variando de 36,48% (V2) a 58,40% (L3).

3.1.5 Correlações

Houve correlação significativa positiva do peso total com comprimento (**0,90), diâmetro (**0,70) e % polpa (**0,84), e correlação significativa negativa entre esta mesma variável e a percentagem de semente (**-0,84) (Tabela 2). Esta última correlação indica que

quanto maior for o fruto, maior será seu rendimento, pois o mesmo apresenta menor percentagem de semente.

A maior correlação negativa é encontrada entre a percentagem de semente e polpa. Essa correlação é facilmente explicada pelo fato desses atributos serem complementares para 100% ou para o peso total do fruto, ou seja, teoricamente, subtraindo-se a quantidade de semente do peso total do fruto será obtido o rendimento.

O comprimento e o diâmetro apresentaram correlação positiva e significativa entre si (**0,79). Chitarra e Chitarra (2005) relatam que a relação entre o comprimento e diâmetro determina a forma do fruto, que em carnaúba é ovalada. A correlação sugere uniformidade nas dimensões dos frutos entre os genótipos.

Tabela 2 - Correlações fenotípicas entre as características físicas avaliadas em frutos de carnaubeiras.

	Comprimento	Diâmetro	% polpa	% semente
Peso total	**0,90	**0,70	**0,84	** -0,84
% semente	** -0,66	* -0,40	** -1,00	
% polpa	**0,66	*0,40		
Diâmetro	**0,79			

** e * indicam correlações significativas a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

3.1.6 Repetibilidade

A repetibilidade expressa a proporção de variância total, ou seja, as variações proporcionadas pelo genótipo e pelas alterações permanentes atribuídas ao ambiente.

Segundo Cruz e Regazzi (1994) valores altos da estimativa da repetibilidade do caráter indicam que é possível prever o valor real do indivíduo com um número relativamente pequeno de medições. Este coeficiente pode ser estimado quando a medição de um caráter é feita repetidas vezes num mesmo indivíduo (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Observa-se nos resultados deste trabalho que os valores da variância genética (entre plantas) nas características peso total e comprimento são maiores que os valores para a variância residual (dentro de plantas). Por outro lado observa-se ainda que a variância genética nas características percentagem de sementes, percentagem de polpa e diâmetro, são menores que os valores para variância residual (Tabela 3). De acordo com os resultados deste trabalho, podemos afirmar que as diferenças encontradas entre os diferentes genótipos para peso e comprimento estão ligadas diretamente ao potencial genético dos indivíduos (variabilidade genética), ao contrário das demais características onde ocorre uma maior interferência do ambiente.

Tabela 3 - Estimativas da variância residual, da variância genética entre plantas, coeficiente de repetibilidade, coeficiente de determinação e do número de medições necessárias para obtenção dos níveis de certeza de 90 e 95%, para as características físicas avaliadas.

Características	Variância Residual (dentro plantas)	Variância Genética (entre plantas)	Coeficiente de Repetibilidade	Coeficiente de Determinação	Número* de medições para R ²	
					95	99
Peso total	1,168	2,215	0,67	97,55	9	50
% semente	44,760	28,841	0,41	93,42	27	139
% porção comestível	44,760	28,841	0,41	93,42	27	139
Diâmetro	2,111	1,384	0,44	94,12	24	132
Comprimento	3,968	8,703	0,70	97,90	8	42

*/ valores absolutos.

Os coeficientes de determinação variaram de 93,42% (percentual de semente e de porção comestível) a 97,90% (comprimento) e, podem ser classificados como altos, indicando alta precisão nos dados, e maior proximidade dos valores com a média populacional, independente das estimativas do coeficiente de repetibilidade.

Observou-se ainda que para o nível de certeza de 95% o número de repetições foi mais que suficiente para garantir a qualidade dos resultados das características físicas avaliadas.

Ao analisar a variação das estimativas do coeficiente de repetibilidade, percebe-se que os valores mais baixos indicam que não houve regularidade na repetição do desempenho dos genótipos para determinada característica, sendo então necessárias mais medições para um mesmo nível de certeza, e vice-versa. Quanto maior for o valor estimado do coeficiente de repetibilidade, menor o número de medições.

Para as medições, percentagem de semente e porção comestível, há necessidade de 139 (cento e trinta e nove) repetições para que os resultados tenham confiabilidade de 99%.

3.1.7 Análises Multivariadas

A análise de agrupamento por meio da otimização de Tocher, com base na Distância Euclidiana Média, permitiu a formação de 6 (seis) grupos sendo que dois grupos compreende apenas um genótipo (Tabela 4). A formação desses dois grupos pode ser explicada possivelmente pela superioridade das características físicas, % de semente (Figura 5) e diâmetro (Figura 4), dos genótipos V2 e C1, respectivamente.

Tabela 4. Formação de grupos com base na análise de agrupamento feito por meio da otimização de Tocher, envolvendo as características físicas avaliadas nos frutos da carnaubeira.

Grupo	Indivíduos
1	J11, Q3, JA1, JA2, J13, IG3, IG1, V3, JA3, IG2, C3, J12, M1, M2, M3, Q2, Q1
2	R1, R2, R3
3	L1, L2, L3, T1, T3, T2, R4, C2
4	MN1, MN2, MN3
5	V2
6	C1

De acordo com Cruz e Regazzi (1994), a formação de muitos grupos, com apenas um genótipo cada, permite a formação de dezenas de populações segregantes, melhorando a possibilidade de obtenção de genótipos superiores no que diz respeito às características de interesse econômico.

A dispersão gráfica da análise de componentes principais (Figura 8), envolvendo os dois principais componentes, os quais respondem por 95,68 % da variação total entre os genótipos foi coerente com a formação de grupos (Tabela 4), confirmando o destaque dos genótipos dos grupos formados, e a individualidade dos genótipos “V2” e “C1” entre os demais.

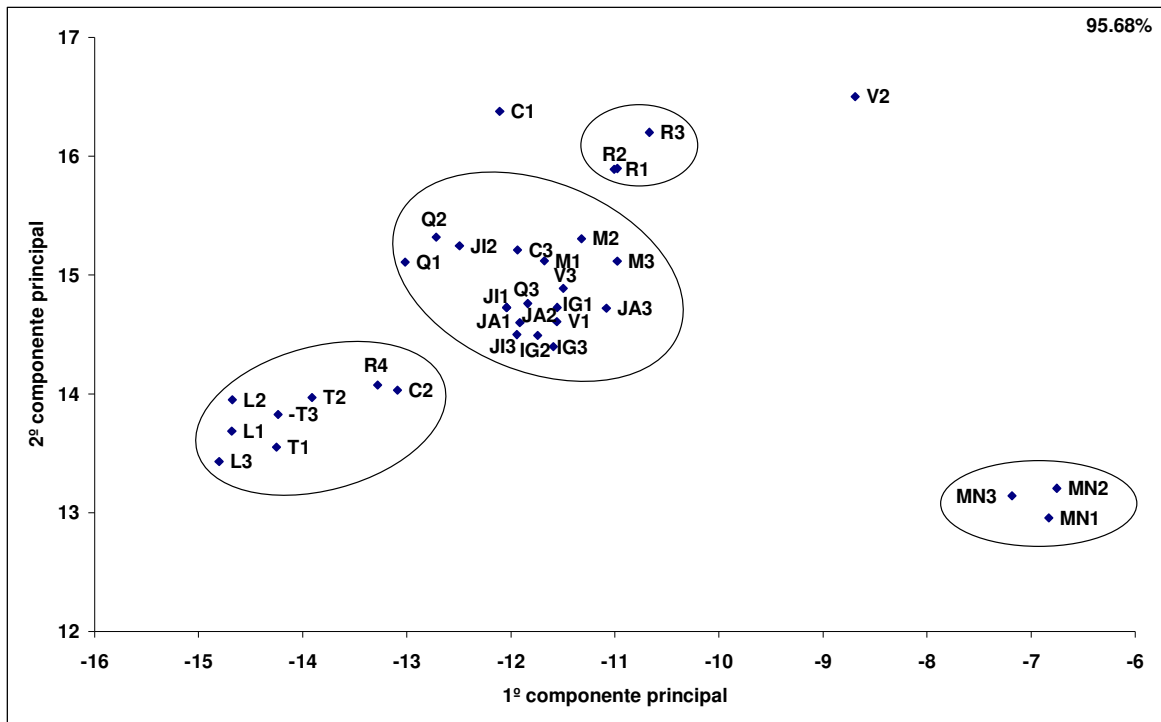


Figura 8 - Dispersão gráfica (2D) da análise de componentes principais das características físicas dos frutos da carnaubeira, ilustrada pela formação de grupos da Tabela 4.

O dendograma de dissimilaridade dos genótipos (Figura 9), construído com base no método da ligação média entre grupo (UPGMA), confirmou os resultados alcançados tanto pela Otimização de Tocher (Tabela 4) quanto pelos Componentes Principais (Figura 8).

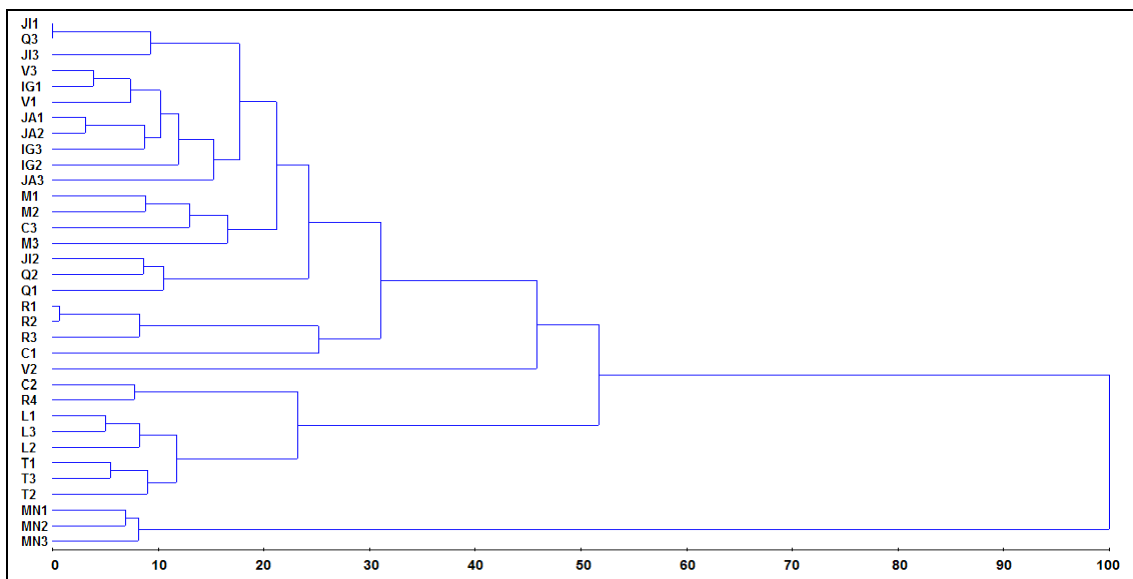


Figura 9. Dendograma de dissimilaridade dos genótipos por meio do método da ligação média entre grupo (UPGMA), envolvendo as características físicas avaliadas nos frutos da carnaubeira.

3.2 Características Físico-Químicas

Os genótipos de carnaubeira apresentaram pequena variação para os atributos pH e Pectina Total.

Tabela 5. Médias gerais, intervalos de confiança, amplitudes e coeficientes de variação das características físico-químicas avaliadas nos frutos de diferentes genótipos de carnaubeira.

Genótipos	SS	pH	AT	SSAT	VITC	AST	AMIDO	CAR	ANT	FLAV	PS	PT
M1	58.72	4.21	0.35	168.17	101.53	27.64	12.33	1.31	3.49	40.47	0.53	1.65
M2	59.39	4.40	0.37	162.03	107.19	26.66	14.48	1.45	2.89	38.72	0.62	1.57
M3	59.39	4.20	0.30	197.96	100.12	24.79	8.90	1.46	3.32	48.99	0.65	1.73
MN1	56.73	4.74	0.29	193.46	105.97	43.53	11.20	0.66	1.94	44.66	0.25	1.55
MN2	58.73	4.84	0.26	225.90	103.30	42.81	10.68	0.75	2.58	43.32	0.25	1.51
MN3	58.07	4.84	0.26	223.33	106.11	31.07	11.23	0.78	2.49	40.66	0.27	1.52
C1	59.05	4.29	0.30	199.14	97.76	24.28	7.44	0.42	2.09	35.89	0.58	1.58
C2	59.39	4.46	0.32	186.07	100.66	27.73	10.43	0.51	2.66	40.65	0.60	1.60
C3	59.05	4.48	0.30	196.84	104.61	26.94	10.73	0.50	2.94	43.57	0.69	1.58
R1	35.87	4.45	0.29	122.35	105.97	22.70	3.73	0.93	2.85	32.84	0.95	1.41
R2	39.33	4.43	0.29	134.14	103.54	20.95	3.63	0.71	2.76	26.68	1.02	1.36
R3	35.67	4.53	0.31	116.39	106.11	23.23	3.96	0.73	2.65	30.46	1.00	1.36
R4	38.00	4.42	0.30	128.12	110.24	25.62	5.14	0.74	2.83	25.18	0.99	1.38
L1	38.90	4.15	0.33	116.70	112.13	22.29	7.15	0.71	2.50	28.50	0.67	1.43
L2	38.00	4.29	0.34	111.88	121.90	23.70	6.45	0.86	2.70	29.09	0.70	1.49
L3	38.87	4.10	0.37	106.11	107.44	22.91	6.06	0.66	2.83	30.49	0.65	1.35
JA1	39.40	4.52	0.31	127.29	74.44	24.06	5.79	0.62	1.87	32.23	0.23	1.56
JA2	39.00	4.72	0.28	141.04	77.60	25.76	4.74	0.66	2.14	31.23	0.32	1.56
JA3	40.43	4.30	0.31	130.54	86.46	24.20	5.11	0.78	1.84	26.70	0.25	1.58
T1	37.00	4.50	0.30	124.75	107.44	23.66	7.95	1.41	2.66	28.56	0.60	1.37
T2	35.00	4.43	0.31	113.13	114.40	23.14	6.49	1.45	1.77	25.94	0.37	1.41
T3	38.00	4.36	0.29	129.58	120.49	23.48	5.08	1.46	1.90	25.06	0.57	1.24
JI1	42.00	4.57	0.39	106.79	77.31	21.80	5.93	1.10	2.11	28.35	0.50	1.50
JI2	42.97	4.64	0.39	109.26	83.26	25.76	6.69	1.14	2.17	32.74	0.38	1.47
JI3	43.00	4.57	0.41	105.79	83.90	24.20	8.55	1.39	2.06	27.89	0.41	1.43
Q1	41.03	4.67	0.36	112.94	75.45	23.33	7.59	0.95	2.09	30.52	0.84	1.59
Q2	42.67	4.68	0.36	117.44	77.54	24.33	7.96	1.13	2.66	32.22	0.83	1.59
Q3	40.67	4.70	0.37	110.91	73.57	22.51	7.43	0.90	2.94	33.04	0.84	1.61
V1	37.00	4.08	0.36	101.85	88.42	22.47	7.17	1.58	1.71	36.16	0.35	1.63
V2	38.00	3.87	0.37	103.65	87.91	23.19	7.01	1.46	1.73	37.75	0.32	1.59
V3	41.67	3.87	0.31	135.97	83.49	23.84	6.43	1.10	2.03	41.56	0.43	1.32
IG1	42.87	4.46	0.37	114.90	89.72	24.41	5.86	3.77	2.09	28.85	0.54	1.49
IG2	42.67	4.45	0.37	114.38	90.82	24.50	7.06	0.95	1.85	27.97	0.59	1.58
IG3	40.67	4.48	0.35	115.11	83.94	22.22	8.02	1.10	1.88	31.10	0.64	1.66
Média	44.62	4.43	0.33	138.35	96.20	24.92	7.48	1.06	2.38	33.47	0.57	1.51
IC95	1.73	0.05	0.01	7.27	2.84	0.95	0.53	0.18	0.13	1.33	0.05	0.02
Máximo	61.40	4.88	0.42	236.15	123.96	44.68	17.34	9.56	4.97	51.77	1.05	1.88
Mínimo	34.60	3.77	0.26	100.00	70.64	16.16	1.87	0.38	1.43	23.40	0.20	1.24
CV%	19.74	6.29	12.31	26.75	15.04	19.44	36.32	85.88	28.20	20.23	40.79	8.14

SS = Sólidos Solúveis (%); AT = Acidez Titulável (%); VITC = Vitamina C (mg.100g⁻¹); AST = Açúcares Solúveis Totais (%); AMI = Amido (%); CAR = Carotenóides Totais (mg.100g⁻¹); ANT = Antocianina mg.100g⁻¹; FLAV = Flavonóides Amarelos (mg.100g⁻¹); PS = Pectina Solúvel (%); PT = Pectina Total (%);

3.2.1 Sólidos Solúveis

Os sólidos solúveis (SS) em frutos de carnaubeira diferiram entre os diferentes genótipos, apresentando valor médio de 44,62 %, sendo o mínimo de 35,00 % referente ao genótipo T2 da cidade de Tabuleiro do Norte-CE, e máximo de 59,39 % referente aos genótipos M2, M3 e C2 oriundos de Maracanaú-CE e da cidade de Caucaia-CE, respectivamente(Figura 10).

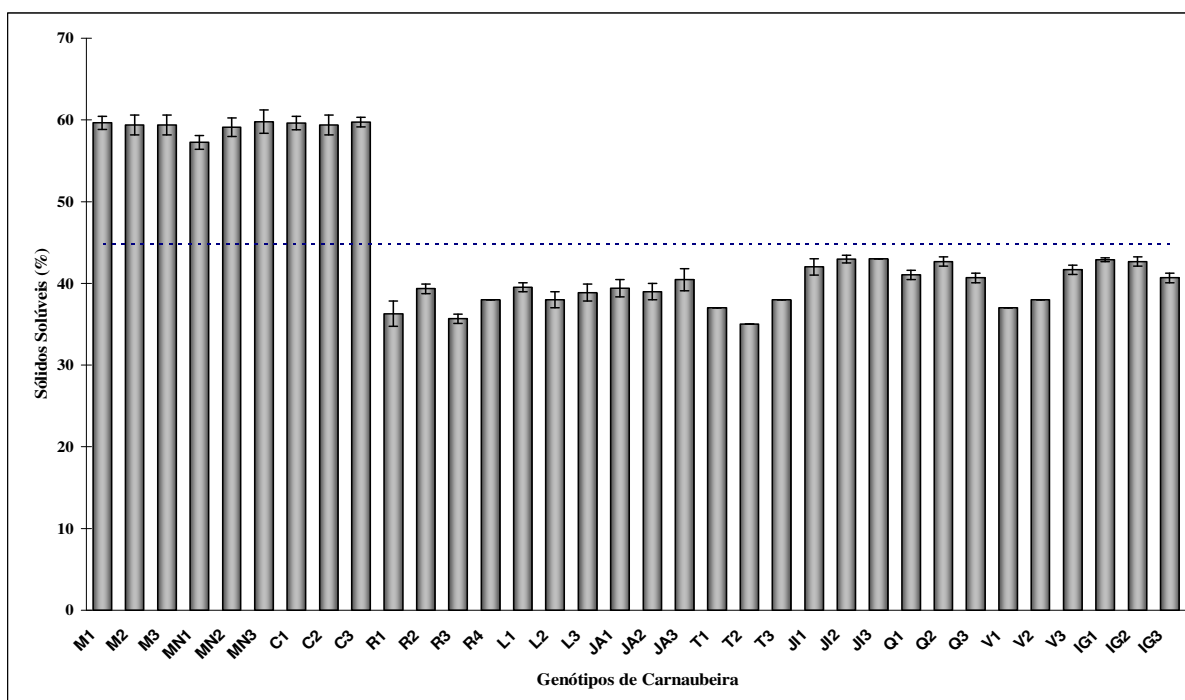


Figura 10 Sólidos Solúveis (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

Observa-se ainda que aproximadamente 75 % dos genótipos avaliados se encontram com teor de Sólidos Solúveis abaixo da média (44,62 %), enquanto os genótipos (M1, M2, M3) de Maracanaú-CE, (MN1, MN2 e MN3) da cidade de Morada Nova-CE e (C1, C2 e C3) da cidade de Caucaia-CE, apresentaram percentagem de Sólidos Solúveis bem acima da média. Segundo Filgueiras et al., (2001b), o conteúdo de sólidos solúveis, medido em °Brix vem sendo utilizado para identificar o estágio de maturação de frutos, considerado um dos fatores de maior importância.

Os açúcares acumulados constituem as principais substâncias químicas das frutas, do ponto de vista tecnológico (produção de vinhos, sucos, geléias, doces em massa etc). As

matérias-primas serão tanto melhores para a industrialização quanto maiores forem os seus teores de açúcares e, portanto, de sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

3.2.2 pH e Acidez Titulável

De modo geral observa-se que houve pouca variação de pH entre os frutos de genótipos de carnaubeira. O pH apresentou valor médio mínimo de 3,77 e máximo de 4,88 com média geral de 4,43 (Figura 11). O que se observa ainda é que apenas 2 (dois) genótipos região de Várzea Alegre-CE, (V2 e V3) apresentaram pH com valores abaixo de 4,00.

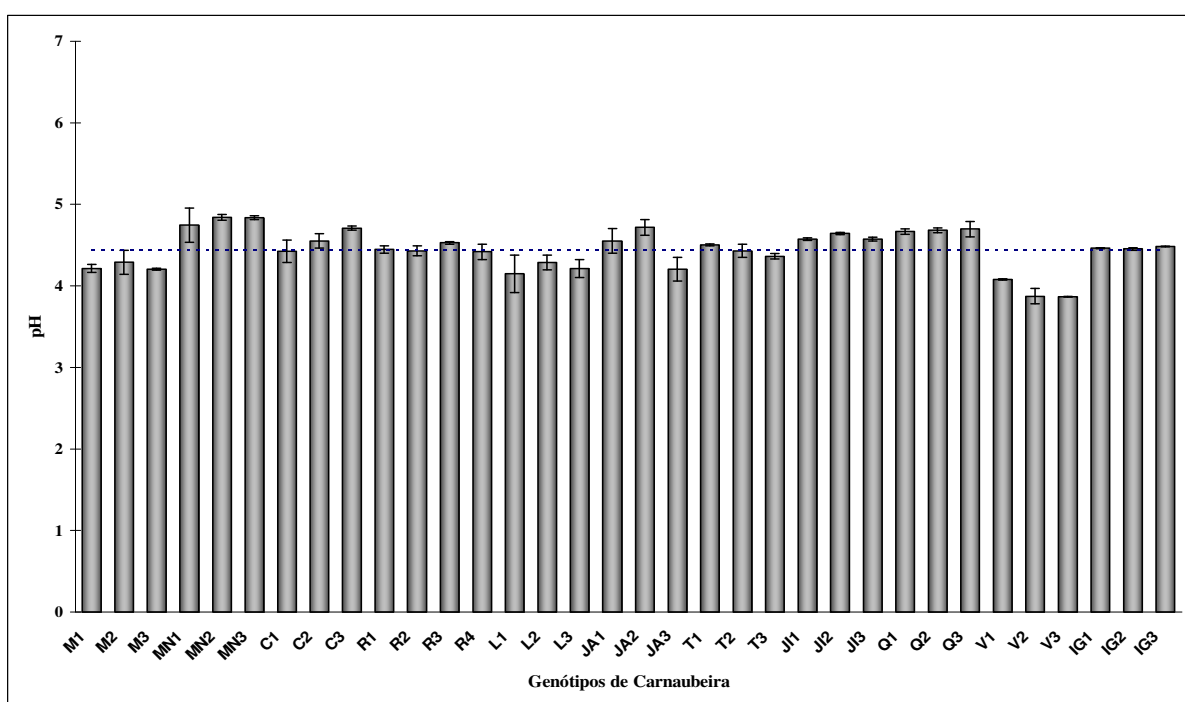


Figura 11. pH em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

Para a acidez titulável observa-se variação entre os frutos de genótipos de carnaubeira, sendo o menor valor médio registrado de 0,26 % para os genótipos (MN2 e MN3) oriundos da cidade de Morada Nova-CE, e o maior valor (médio) foi de 0,41 % para o genótipo oriundo da cidade de Jaguaribe-CE (JI3) apresentando média geral de 0,33 % (Figura 12). O que de acordo com os resultados deste trabalho, esta variação deve-se provavelmente a localização geográfica e a época de colheita dos frutos de carnaubeira.

De acordo com Nogueira (2002) e Semensato (2000), a acidez titulável em acerolas, é influenciada pela localização geográfica, estágio de maturação do fruto, época de colheita e tratos culturais, além dos fatores genéticos.

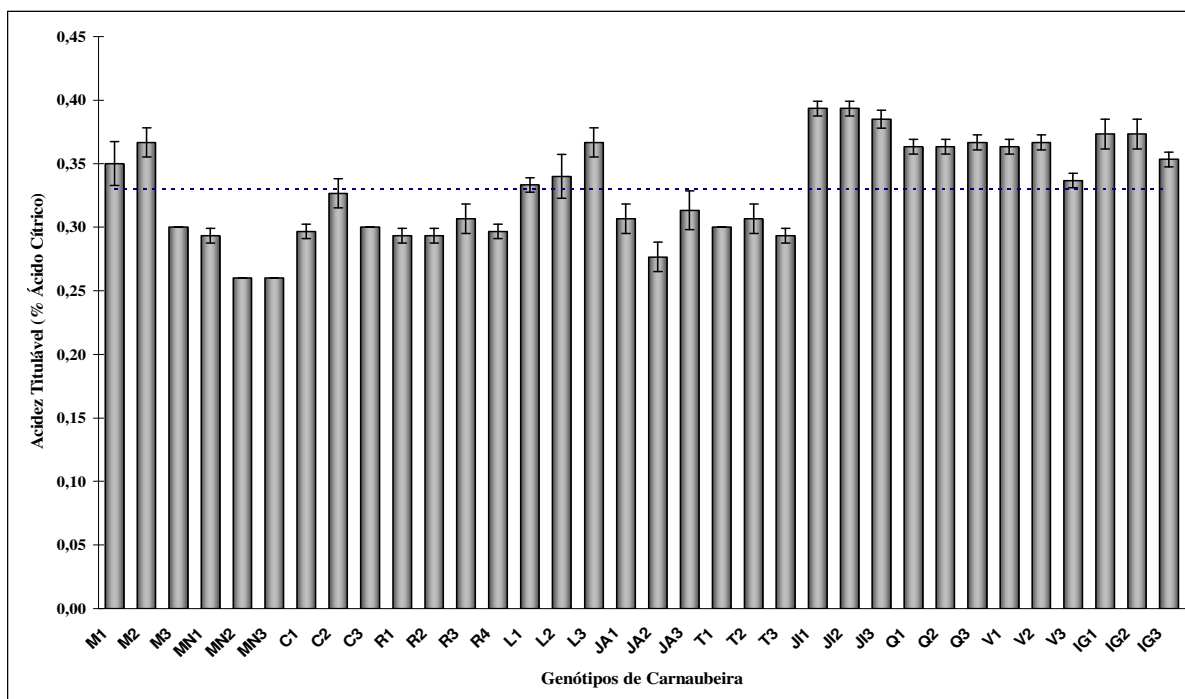


Figura 12. Acidez Titulável (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

3.2.3 Relação SS/AT

Os resultados encontrados para a relação SS/AT têm uma variação considerável, principalmente para os genótipos oriundos das regiões de Maracanaú-CE, Morada Nova-CE e Caucaia-CE, que apresentaram valores da relação SS/AT acima da média (138,35), enquanto todos os outros genótipos apresentaram valores abaixo da média, com exceção do genótipo JA2 da cidade de Jaguaribara que aparece com a relação com valor de 141,04(Figura 13).

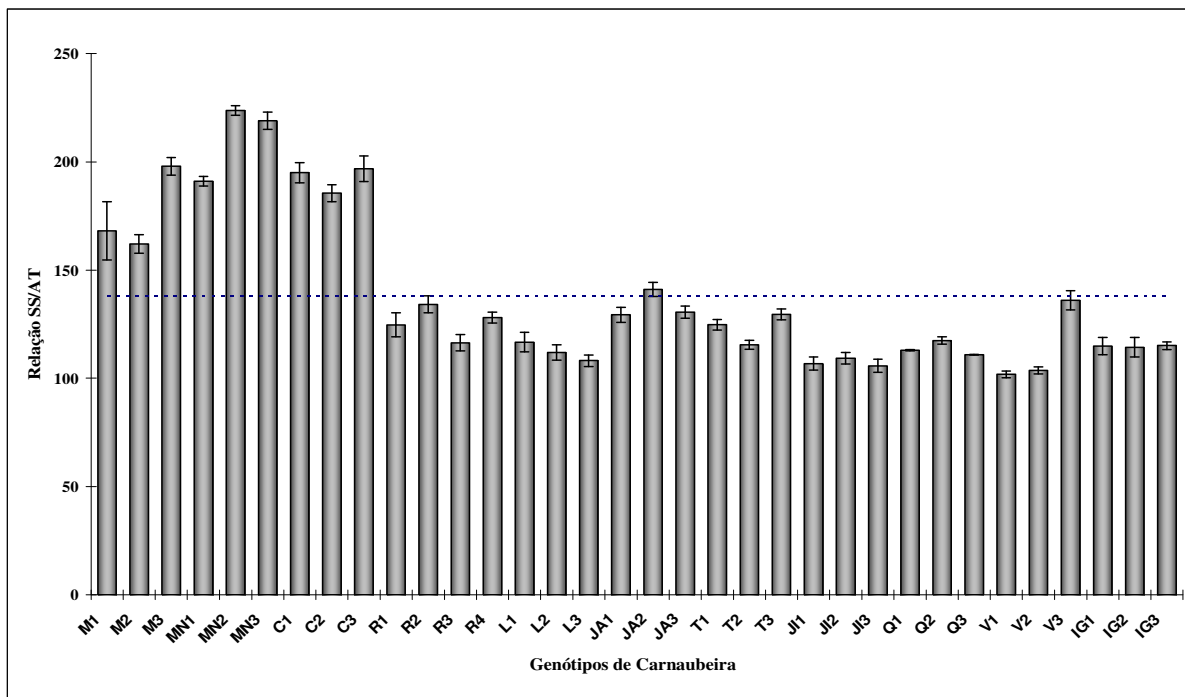


Figura 13. Relação SS/AT em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

Observa-se ainda, uma relação SS/AT bastante alta nos genótipos MN1, MN2 e MN3, oriundos da cidade de Morada Nova, com valores (193,46; 225,90; 223,33) respectivamente. Esta relação SST/ATT, indica o grau de doçura de um determinado material, sendo um dos índices mais utilizados para avaliar a maturação dos frutos.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), essa relação é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor, sendo mais representativo que a medição isolada de açúcares ou da acidez. Essa relação dá uma boa idéia do equilíbrio entre esses dois componentes. Para Santos et al., (1999) a relação SS/AT é um importante atributo de qualidade em acerolas, forma usual para avaliar o sabor e selecionar a matéria prima para o processamento.

3.2.4 Vitamina C Total

Essa característica apresentou média de $96,20 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de vitamina C, destacando-se 19 genótipos com teores acima da média (Figura 14). Esta variável apresentou elevada variação entre os genótipos, destacando-se o L2 (Limoeiro do Norte) que apresentou valor médio (máximo) de $121,90 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ e T3 (Tabuleiro do Norte) com valor de $120,49$

mg.100g⁻¹ . O valor mínimo da vitamina C foi observado no genótipo Q3 oriundo da cidade de Quixadá-CE equivalente a 73,57 mg.100g⁻¹

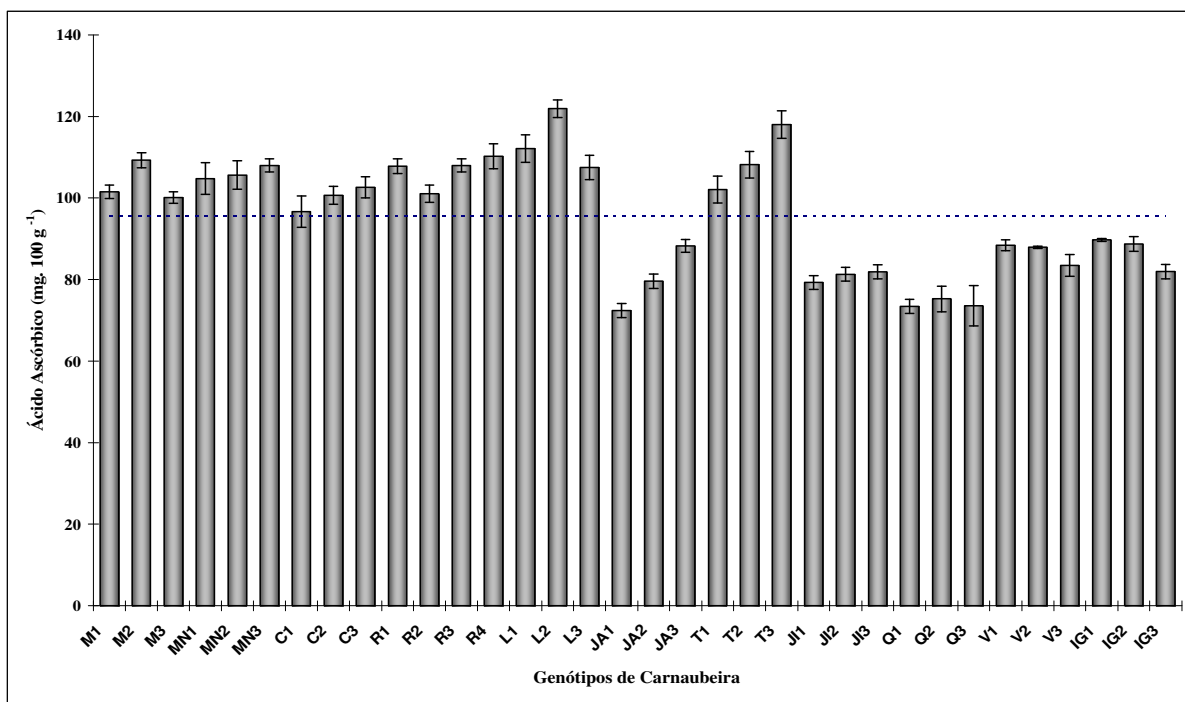


Figura 14. Ácido Ascórbico (mg.100 g⁻¹) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

Sampaio et al., (2005) estudando frutas tropicais comercializados no Estado do Ceará, encontraram valores de vitamina C para: acerola (903,3 mg/100g), banana (13,2mg/100g), cajarana (15,7 mg/100g), goiaba (95 mg/100g), laranja (30,3 mg/100g), limão (20,2 mg/100g), mamão (59,4 mg/100g), maracujá (20,9 mg/100g) melão (10,1 mg/100g) e sapoti (196 mg/100g). Portanto, com exceção da acerola e do sapoti, os frutos de carnaubeira apresentaram valores de vitamina C superiores (96,20 mg/100g). Como a “Quota Dietética Recomendada” de vitamina C por dia é de 90 mg para os homens e 75 mg para as mulheres (FRANCESCHINI et al., 2002; COZZOLINO, 2005). Observou-se então, que alguns genótipos de carnaubeira deste estudo apresentaram valores superiores aos recomendados para ingestão diária desta vitamina.

3.2.5 Açúcares Solúveis Totais

Para os açúcares solúveis totais observou-se variação de mais do dobro, para os genótipos MN1 e MN2 oriundos da cidade de Morada Nova-CE (Figura 15).

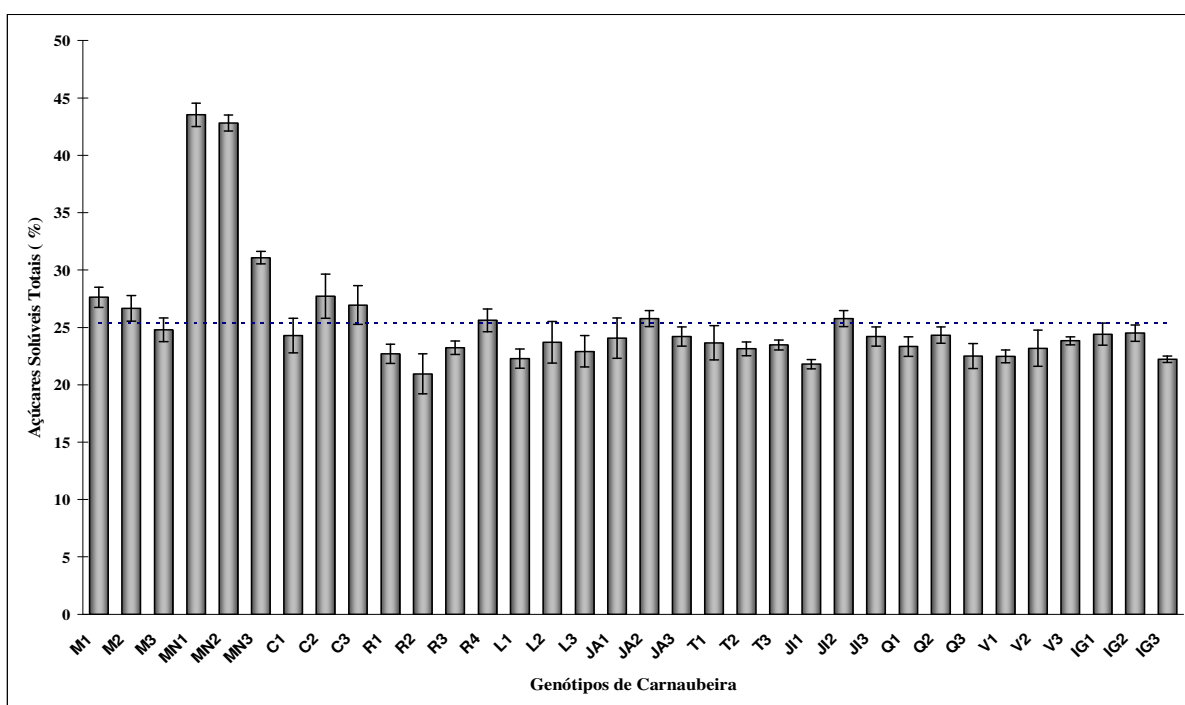


Figura 15. Açúcares Solúveis Totais (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes c(M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o teor de açúcares normalmente constitui 65 a 85% do teor de sólidos solúveis. Para os valores encontrados nesse trabalho, se observa que os açúcares solúveis totais constituem em média 55,84% dos sólidos solúveis, existindo amplitude entre o genótipo MN3 20,88%, e o genótipo MN2 42,81%. Ressalta-se ainda que os genótipos MN1 e MN2 apresentam percentagem em torno de 73% de teores de açúcar em relação aos sólidos solúveis.

Possivelmente essa amplitude no conteúdo de açúcares solúveis totais seja atribuída à variabilidade genética dos materiais.

3.2.6 Teor de Amido

Os resultados obtidos para o teor de amido nos frutos de genótipos de carnaubeira apresentaram grande variação entre os diferentes genótipos, oscilando entre 3,63 % no genótipo R2 da cidade de Russas-CE, a 14,48% no genótipo M2 oriundo de Maracanaú-CE, sendo que a média geral obtida foi de 7,48 % (Figura 16).

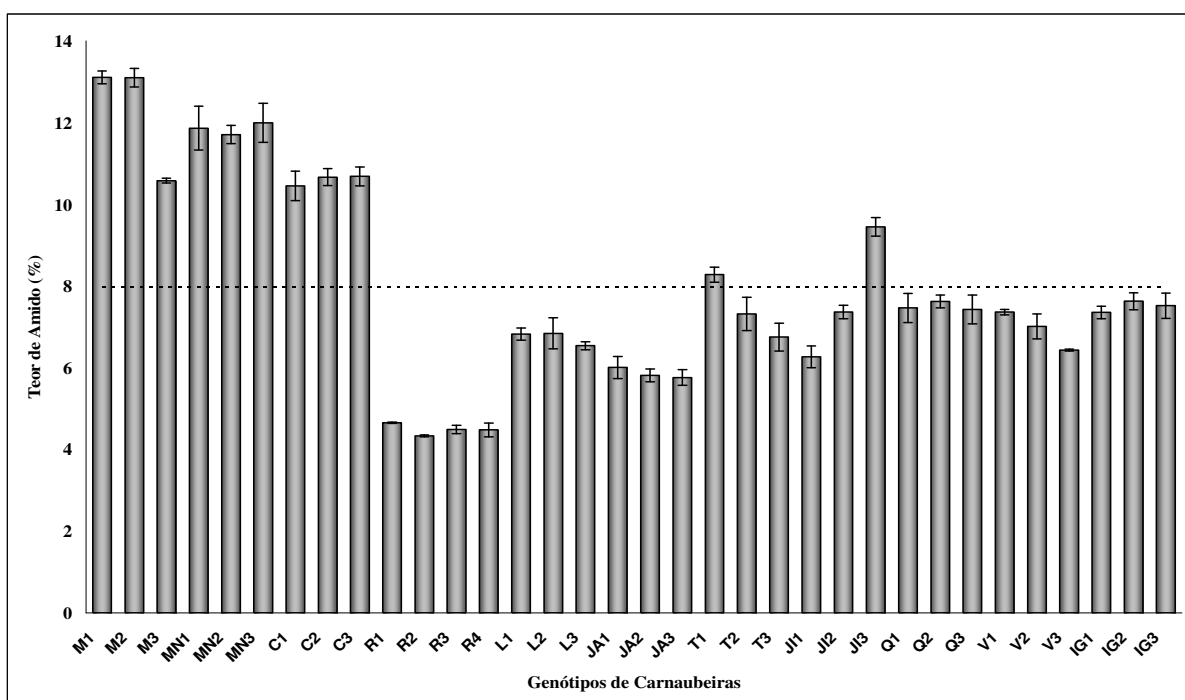


Figura 16. Teor de Amido (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

Embora os resultados tenham mostrado grande quantidade de amido nos frutos de genótipos de carnaubeira, outros frutos de palmeiras também possuem valores elevados, como é o caso do açá com média de 7,57 % (SOUZA, 2007) e de 9,30% (FREIRE et al., 2000).

De acordo com Teixeira, Durigan e Alves (2000), frutos com quantidade elevada de amido (>1%) podem ter dificultados o processamento e a estabilização do suco, além de sua percepção pelo paladar de alguns consumidores. O amido pode também ser um dos fatores que dificultam a extração manual da polpa. Já na extração mecanizada, o rendimento pode ser melhorado, desde que o processo envolva o emprego de complexo de enzimas contendo amilase.

3.2.7 Pectina Solúvel e Pectina Total

Para o conteúdo de pectina solúvel observa-se uma diferença bastante ampla entre o menor valor, representado pelo genótipo JA 0,23% oriundo da cidade de Jaguaribara-CE, e o maior valor representado pelo genótipo R2 1,02 % oriundo da cidade de Russas-CE(Figura 17). O percentual médio para este atributo foi de 0,57 %.

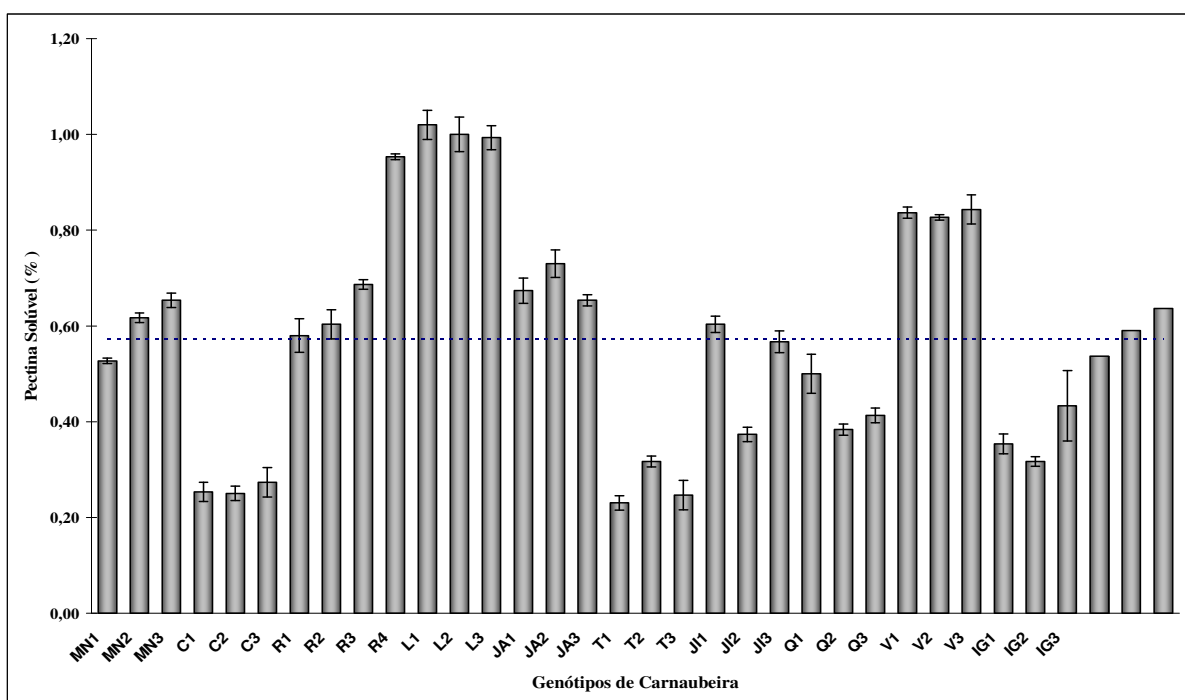


Figura 17. Pectina Solúvel (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

O baixo conteúdo de pectina solúvel em alguns genótipos deve-se provavelmente a época em que foram colhidos os frutos. Com o avanço da maturação ocorre a conversão da pectina insolúvel em pectina solúvel, amolecendo e diminuindo a resistência dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 1994).

Segundo Fennema (1993), as pectinas solúveis consideradas de baixo teor metoxílicos, podem formar géis estáveis, na ausência de açúcares, esse tipo de gel é adequado em produtos com baixa concentração de açúcar e dietéticos.

Para pectina total o genótipo M3 oriundo de Maracanaú-CE se destacou com 1,73% e o genótipo T3 da cidade de Tabuleiro do Norte-CE com 1,24% que dentre os 34 genótipos avaliados, foi o que apresentou o menor percentual para essa característica (Figura 18).

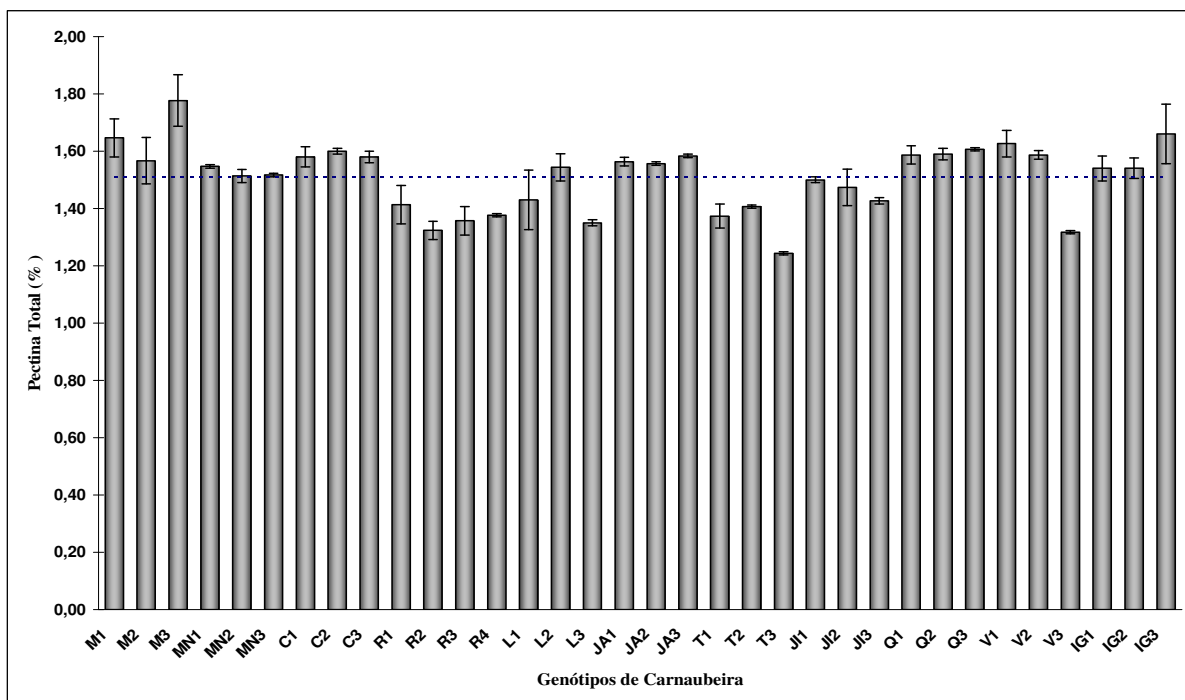


Figura 18. Pectina Total (%) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

Para essa característica, os genótipos de carnaubeira apresentaram em média 1,51% com coeficiente de variação de 8,14%.

Nesse sentido, pode-se afirmar que o fruto de genótipo de carnaubeira possui elevado teor de pectina total, quando relacionados com outros frutos que são considerados ricos nessa substância, como por exemplo: groselha vermelha (0,58 %); amora (0,59 %); maçã (0,71 %) e uva (0,81 %) (PROCESSO DE GELEIFICAÇÃO EM ALIMENTOS, 2007).

Os frutos com valores elevados de pectina, em geral, requerem operações mais complexas de industrialização, quando se faz referência ao rendimento da operação de despolpa, a clarificação e a estabilização do suco (FILGUEIRAS et al., 2001b).

De acordo com Antunes et al., (2006) os índices maiores de pectina total são importantes para a conservação de fruta pós-colheita, visto que as pectinas influenciam a textura dos frutos e sua conservação, sendo importante matéria prima destinada à

indústria, principalmente para elaboração de geléias e doces em massa, diminuindo o custo de processamento industrial, devido à menor necessidade de adição de pectina comercial e redução do tempo de fabricação e também são responsáveis por conferir ao produto aspecto agradável e palatabilidade.

3.2.8 Carotenóides Totais

Através da (Figura 19) pode-se verificar que os conteúdos médios de carotenóides totais das amostras apresentaram elevada variação entre os diferentes genótipos, oscilando entre o valor mínimo de 0,42 mg.100g⁻¹ para o genótipo C1 oriundo da região de Caucaia-CE, e valor máximo de 1,58 mg.100g⁻¹ para o genótipo V1 oriundo da região de Várzea Alegre-CE, apresentando valor médio geral de 0,98 mg.100g⁻¹.

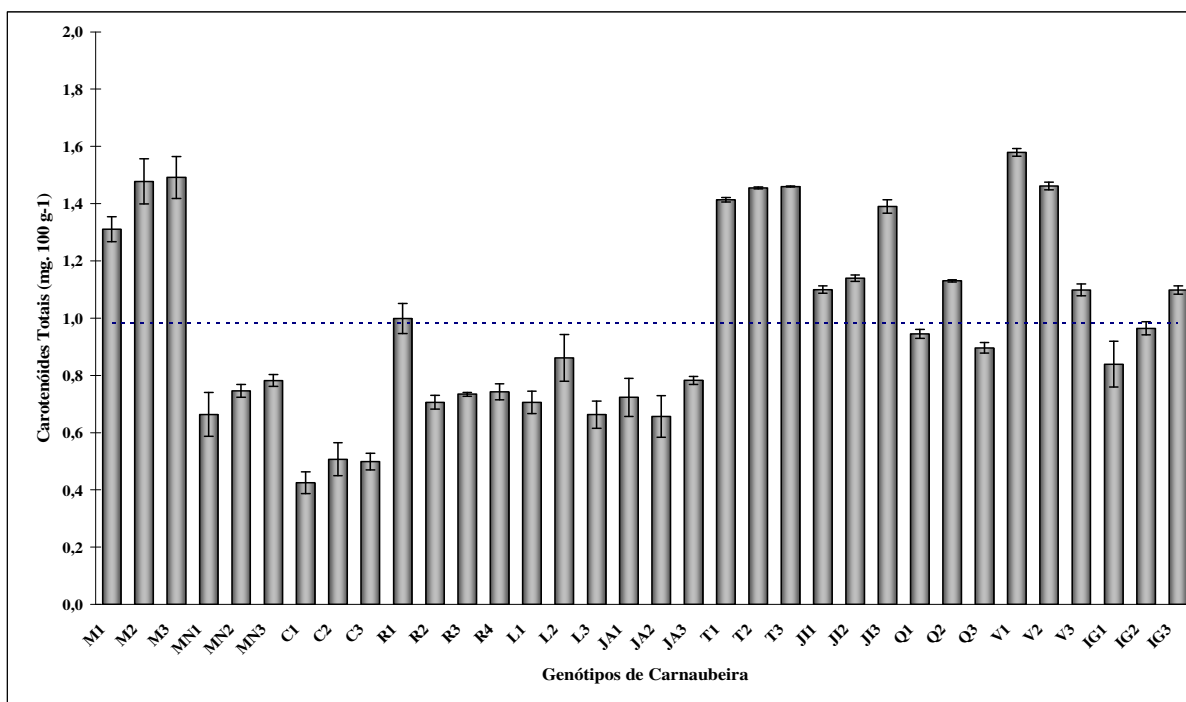


Figura 19. Carotenóides Totais (mg.100 g⁻¹) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009)

Mangels et al., (1993) ressaltam que os níveis desses pigmentos podem ser influenciados pela estação do ano, localização geográfica, condições de colheita, além de outros fatores. Dentre as frutas consideradas como “excelentes fontes” de carotenóides totais, tem-se o açaí, que segundo Souza (2007) em seu trabalho com oito progênies de açaizeiro, apresentou média em torno de 5,07mg/100g, como’ a goiaba vermelha

(6,21mg/100 g), a manga (1,91 a 2,63mg/100g) e o mamão (0,85mg/100g) (GODOY; RODRIGUEZ-AMAYA, 1998).

Alves Filho (2008) informa as ingestões "prudentes" de 3 a 6 mg de beta-caroteno, de pró-vitâmicos A (de 5,2 a 6 mg) e de 9 a 18 carotenóides totais portanto, os frutos de carnaubeira avaliados neste trabalho são pobres em carotenóides.

3.2.9 Flavonóides e Antocianinas

Pode-se verificar para a variável flavonóides amarelos, (Figura 20), uma grande variação entre os diferentes genótipos de carnaubeira, apresentando teor mínimo de 25,06 mg.100g⁻¹ para o genótipo T3 oriundo da região de Tabuleiro do Norte-CE, e máximo de 50,62 mg.100g⁻¹ para o genótipo M3 oriundo da região de Maracanaú-CE, com média geral de 33,93 mg.100g⁻¹.

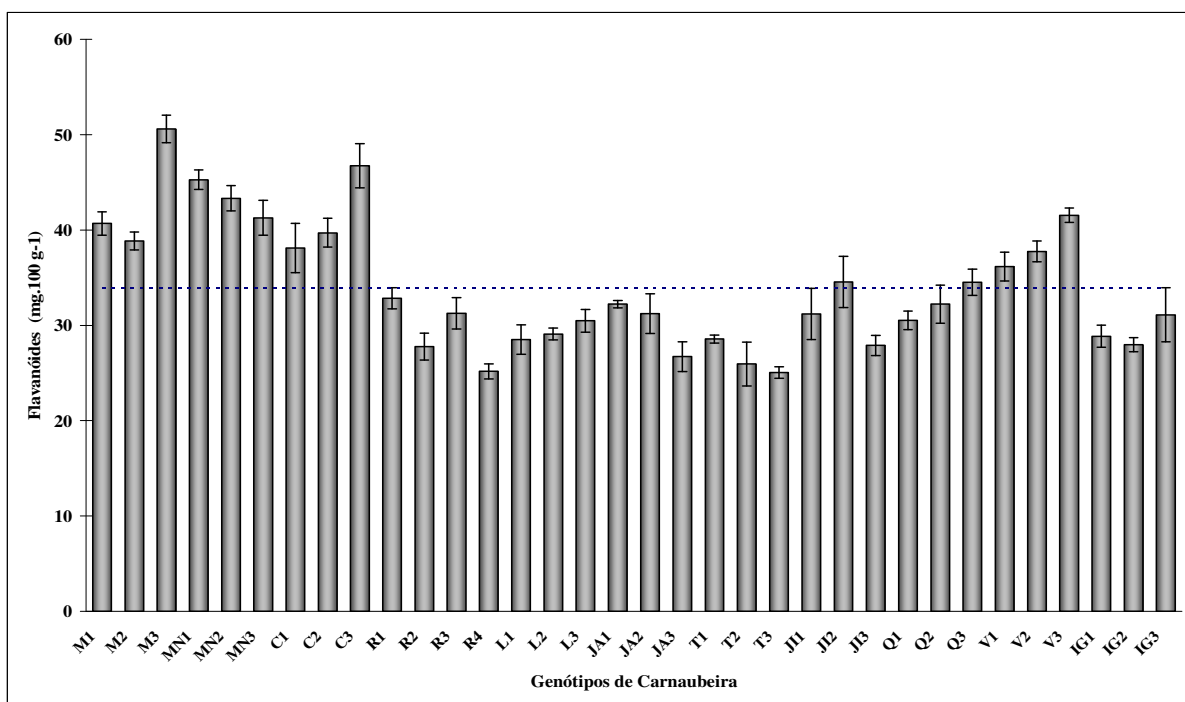


Figura 20. Flavonóides (mg. 100 g⁻¹) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

Lima et al., (2000) encontraram valores de flavonóides totais em seleções de acerola oscilando de 9,31 a 20,22 mg de quercetina/100g de polpa fresca.

Segundo Harborne (1967) e Fennema (1993), os flavonóis (quercetina) e as flavonas (luteolina) são os grupos de flavonóides responsáveis pela cor amarela que sempre acompanham as antocianinas em frutos, provavelmente porque apresentam caminhos de

biossíntese semelhantes. Estes pigmentos pertencem ao grupo dos flavonóides que têm sido relatados como compostos que possuem capacidade antioxidante (PIETTA, 2000).

Para o conteúdo de antocianinas observa-se uma diferença bastante ampla entre o menor valor, representado pelo genótipo V2 1,73 mg.100g⁻¹ oriundo da região de Várzea Alegre-CE, e o maior valor representado pelo genótipo M1 3,32 mg.100g⁻¹ oriundo da região de Maracanaú-CE(Figura 21). O percentual médio para este atributo foi de 2,42 mg.100g⁻¹.

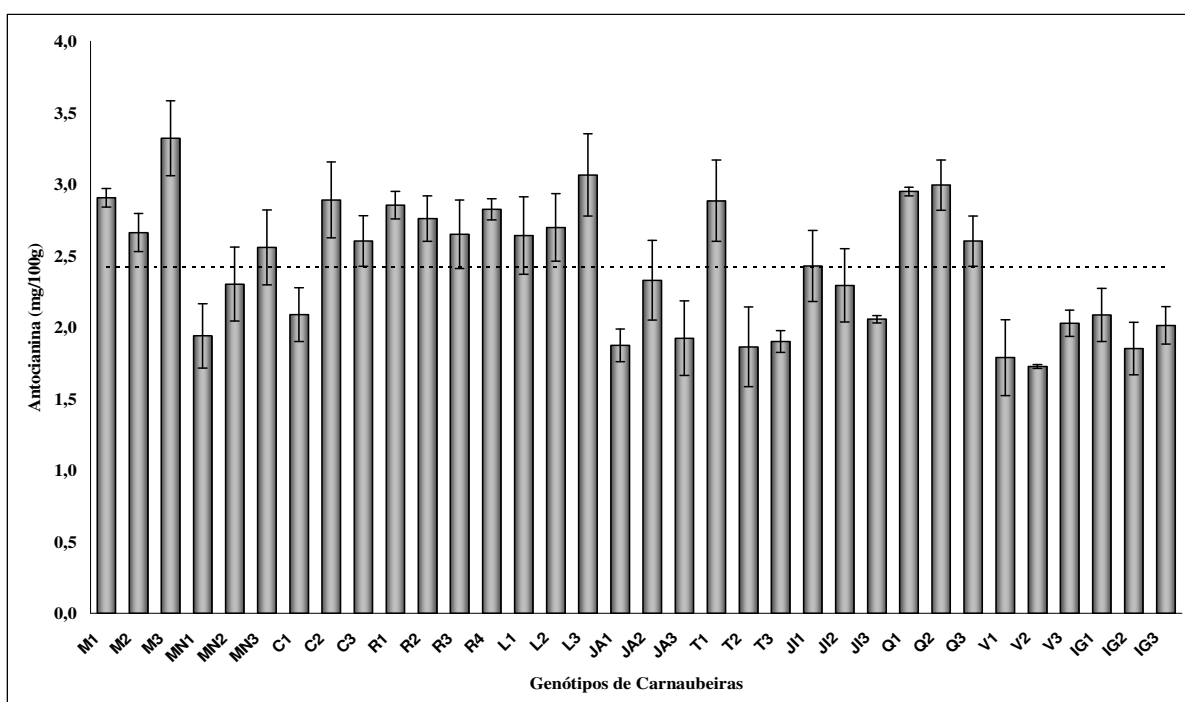


Figura 21. Antocianinas (mg. 100 g⁻¹) em frutos de diferentes genótipos de carnaubeira provenientes de diferentes cidades (M-Maracanaú, C-Caucaia, MN-Morada Nova, R-Russas, L-Limoeiro do Norte, T-Tabuleiro do Norte, JA-Jaguaribara, JI-Jaguaribe, Q-Quixadá, V-Várzea Alegre e IG-Iguatu) do Estado do Ceará (Fortaleza, 2009).

3.2.10 Correlação

As correlações fenotípicas entre as características físico-químicas avaliadas com as respectivas significâncias pelo teste t, encontram-se na Tabela 6. As análises de correlação dos Sólidos Solúveis-SS com Pectina Total-PT, Flavonoídes-FLAV, Antocianina-ANT, Amido, Açúcares Solúveis Totais-AST, a relação Sólidos Solúveis e Acidez Titulável SS/AT, mostraram-se positivas e significativas, em nível de 1% e 5% de significância. Com base nestes resultados, é possível afirmar que quanto maior o teor de SS, maiores serão os teores de PT, FLAV, ANT, AMIDO, AST e SS/AT.

Os Sólidos Solúveis correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas em um determinado solvente, que no caso dos alimentos é água, sendo constituídos principalmente por açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Como os Sólidos Solúveis são o numerador da relação SS/AT, esta aumenta com o aumento dos SS. A relação SS/AT indica o grau de doçura e um valor aumentado dessa relação, indica um elevado SS e conseqüentemente um elevado teor de açúcares, justificando as correlações positivas e significativas observadas, em nível de 1% e 5% de significância.

Ocorreram ainda correlações negativas e significativas, em nível de 1%, entre a característica acidez titulável com vitamina C, e com a relação sólido solúvel e acidez titulável, como também entre vitamina C e pectina total. A nível de 5% houve correlação negativa e significativa entre a característica açúcares solúveis totais e pectina solúvel (Tabela 6). Com o amadurecimento dos frutos, a pectina total diminui, pois sua fração insolúvel que é predominante nos frutos imaturos vai sendo hidrolisada, levando à formação da pectina solúvel. Concomitantemente ao amadurecimento, há um aumento dos açúcares totais.

Outra correlação positiva e significativa (em nível de 1% de significância) ocorreu entre a característica açúcares totais com o amido e flavonóides. Com relação ao conteúdo de amido, segundo Chitarra e Chitarra (2005), os SS têm tendência de aumento com a maturação. Este acréscimo é atribuído, principalmente, à hidrólise de carboidratos de reserva acumulados durante o desenvolvimento do fruto na planta, resultando na produção de açúcares solúveis totais (KAYS, 1997).

Tabela 6 - Correlações fenotípicas entre as características físico-químicas avaliadas em frutos de carnaubeiras.

	PT	PS	FLAV	ANT	CAR	AMI	AST	VIT C	SSAT	AT	pH
SS	**0.49	-0.22	**0.79	*0.36	-0.14	**0.82	**0.53	0.14	**0.89	-0.23	0.19
pH	0.10	-0.01	-0.05	0.04	-0.15	0.17	*0.36	-0.17	0.27	-0.16	
AT	0.19	0.05	-0.26	-0.15	*0.38	0.04	-0.30	** -0.45	** -0.63		
SSAT	0.30	-0.24	**0.75	0.32	-0.29	**0.62	**0.57	0.29			
VITC	** -0.44	0.21	0.01	*0.34	-0.08	0.13	0.11				
AST	0.15	*-0.35	**0.51	0.03	-0.14	**0.47					
AMI	**0.48	-0.29	**0.68	0.29	-0.02						
CAR	-0.01	-0.11	-0.13	-0.14							
ANT	0.06	**0.55	0.30								
FLAV	**0.50	-0.28									
PS	-0.22										

** e * indicam correlações significativas a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

3.2.11 Repetibilidade

Os coeficientes de repetibilidade estimados obtiveram valores de intermediários a altos. Os valores estimados para variância genética (entre plantas) são bem superiores aos valores das variâncias residuais, em 86% das características avaliadas, havendo diferença nos valores do coeficiente de antocianinas, caracterizando ação ambiental além da genética. Os menores valores estimados dos coeficientes de repetibilidade necessitam de maior número de medições para aumentar a precisão da predição, para o mesmo nível de certeza, ou ao contrário, seu alto valor, indica que poucas medições foram suficientes para alcançar o valor real de cada parâmetro.

Segundo Cruz e Regazzi (1994) para níveis intermediários de repetibilidade, raramente é vantajoso se fazer mais de três medidas de cada indivíduo, e para níveis altos, o acréscimo do número de medições resultaria em pouco acréscimo na precisão.

Os coeficientes de repetibilidade estimados foram bastantes altos, principalmente para Sólidos Solúveis (0,98); Sólidos solúveis/Acidez Titulável (0,98) e Pectina Solúvel (0,97). Essas estimativas indicam nível de certeza bem alto para essas características avaliadas. Supostamente essas características são influenciadas pela variação genética, não apresentando influência do ambiente.

Tabela 7 - Estimativas da variância residual, da variância genética entre plantas, coeficiente de repetibilidade, coeficiente de determinação e do número de medições necessárias para obtenção dos níveis de certeza de 90 e 95%, para as características físico-químicas avaliadas.

Características	Variância Residual (dentre plantas)	Variância Genética (entre plantas)	Coeficiente de Repetibilidade	Coeficiente de Determinação	Número* de medições para R ²	
					95	99
SS	1,331	77,8291	0,98	99,63	1	2
pH	0,031	0,048	0,61	82,53	12	62
AT	0,001	0,016	0,93	97,81	2	7
SSAT	30,441	1366,304	0,98	99,41	1	2
VITC	27,523	185,603	0,88	95,70	3	13
AST	2,480	21,422	0,90	96,32	2	11
AMIDO	1,546	5,958	0,82	93,09	4	22
CAR	0,743	0,093	0,51	76,07	17	93
ANT	0,248	0,142	0,42	68,33	26	137
FLAV	8,645	37,980	0,82	93,27	4	21
PS	0,002	0,054	0,97	99,11	1	3
PT	0,004	0,012	0,77	90,99	6	29

SS-Sólidos Solúveis; pH-Potencial Hidrogeniônico; AT-Acidez Titulável; SS/AT-Relação Sólidos Solúveis e Acidez Titulável; VITC-Vitamina C; CAR-Carotenóides; ANT-Antocianinas; FLAV-Flavonóides; PS-Pectina Solúvel; PT-Pectina Total. * Valores absolutos.

3.2.12 Análises Multivariadas

A análise de agrupamento, feita por meio de Otimização de Tocher, com base na Distância Euclidiana Média, permitiu a formação de quatro grupos, com destaque para o grupo três formado por apenas dois genótipos da mesma local de origem (TABELA 9).

Tabela 8. Formação de grupos com base na análise de agrupamento feito por meio da Otimização de Tocher, envolvendo as características físico-químicas avaliadas nos frutos da carnaubeira.

Grupo	Indivíduos
1	Q2, Q3, Q1, IG3, IG2, JI1, JI2, JI3, JA1, JA3, V1, V3, V2, JA2, IG1
2	T3, L1, L2, T1, L3, T2, R3, R1, R2, R4
3	MN1, MN2
4	M1, M2, M3, C3, C2, C1, MN3

A dispersão gráfica da análise de componentes principais (Figura 22), envolvendo os dois primeiros componentes, os quais respondem por 81,77 % da variação total entre os genótipos, foi coerente com a formação de grupos (Tabela 8), confirmando o destaque dos genótipos de carnaubeira procedentes da região de Morada Nova – CE como distintos dos demais genótipos.

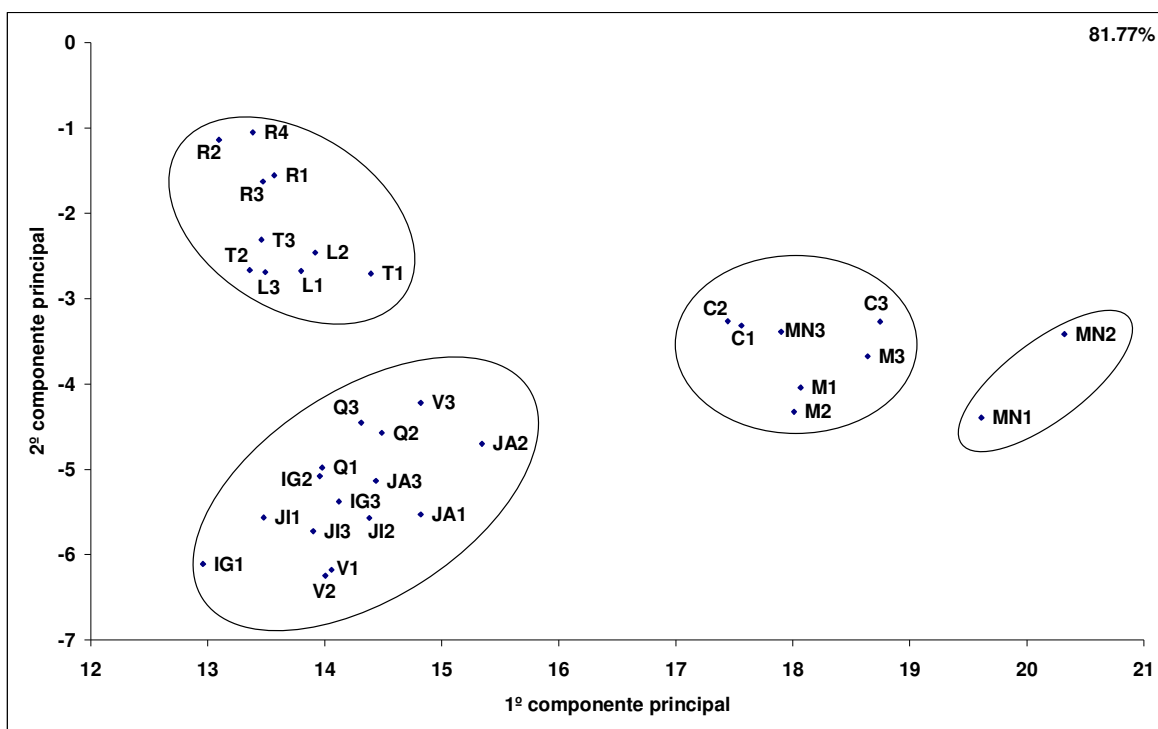


Figura 22 Dispersão gráfica (2D) da análise de componentes principais das características físico-químicas dos frutos da carnaubeira, ilustrada pela formação de grupos da Tabela 9.

De acordo com Benin et al., (2003) a quantificação da dissimilaridade genética é um dos mais importantes parâmetros estimados pelos melhoristas de plantas, principalmente quando o objetivo for a identificação de populações de ampla variabilidade genética.

O dendograma de dissimilaridade dos genótipos (Figura 23), construído com base no método da ligação média entre grupo (UPGMA), confirmou os resultados alcançados tanto pela Otimização de Tocher quanto pelos Componentes Principais, para todos os genótipos avaliados.

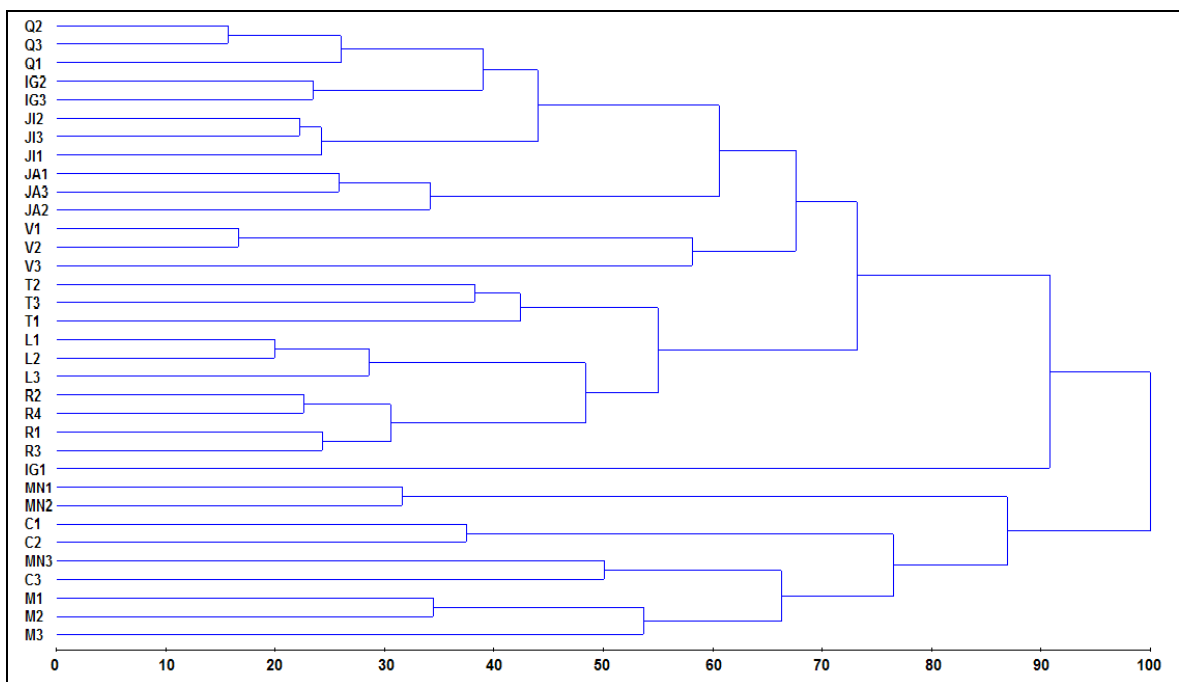


Figura 23. Dendrograma de dissimilaridade dos genótipos por meio do método da ligação média entre grupo (UPGMA), envolvendo as características físico-químicas avaliadas nos frutos da carnaubeira.

4 CONCLUSÕES

- Os genótipos avaliados apresentaram grande variabilidade genética para as características avaliadas.
- Para o processamento industrial se destacam os genótipos oriundos das regiões de Maracanau-CE, Morada Nova-CE, Tabuleiro do Norte-CE e Limoeiro do Norte-CE, por apresentarem altas percentagem de polpa, e alta relação SS/AT;
- Para todos os genótipos de carnaubeira estudados, exceto os oriundos da região de Morada Nova-CE, observou-se que o comprimento é maior que o diâmetro, caracterizando predominância de frutos ovalados;
- O fruto da carnaubeira é rico em vitamina C, com conteúdo variando entre 73 mg.100g⁻¹ a 121 mg.100g⁻¹ de polpa.
- Os frutos da carnaubeira contém flavonóides amarelos, os quais variam de 25,18 mg.100g⁻¹ a 48,99 mg.100g⁻¹
- Para as características físicas foi necessário um número menor de observações para um mesmo nível de certeza, quando comparado às características físico-químicas;
- A análise de agrupamento feito por meio da otimização de Tocher, bem como análise de componentes principais e dendograma de dissimilaridade, poderão ser utilizados para orientar na escolha de genótipos para programas de melhoramento genético.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, J. M., et al. Cytod AHI: Na Ibero American project on intermediate moisture foods and combined methods technology. **Food Research International**, Oxford, v. 25, n. 2, p.159-165, 1992.

ALMEIDA, J.P.F.; SILVA, L.C.R. da. VIEIRA, R.F.; AGOSTINI-COSTA, T. da. S. Caracterização da Polpa do Coquinho-Azedo (*Butiá capitata var capitata*). Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal-SP, v.30, n.3, p. 827-829, Setembro 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**.11.ed.Washington: AOAC,1992. 1115p.

BEZERRA, J.E.F. et al. Conservação “in vivo” de germoplasma de fruteiras tropicais nativas e exóticas em Pernambuco. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992. Cruz das Almas, **Anais...** Embrapa-CNPMPF, 1993. p.13-27.

BRESSIANI, J.A. **Herdabilidade e repetibilidade na cultura da cana-de-açúcar**. 1993. 66f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

CARVALHO, V. D. de Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.179, p. 48-54, 1994.

CAVALCANTI, J. J. V.; PAIVA, J. R. de; BARROS, L. de M.; CRISOSTOMO, J. R.; CORREA, M. P. F. **Repetibilidade e número de avaliações necessárias à seleção de clones de cajueiro-anão-precoce**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1999. 12p. (Boletim de Pesquisa, 23)

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Processamento do fruto de umbuzeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 252-259, 2000.

CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**, Lavras: UFLA, 2º edição, 2005, 785p.

CORNACCHIA, G. C.; CRUZ, C. D.; PIRES, I. E. Estimativas do coeficiente de repetibilidade para características fenotípicas de procedências de *Pinus tecunumanii* (Schw.) Eguiluz e Perry e *Pinus caribae* var. hondurensis Barret e Golfari. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n.3, p. 333-345, 1995.

COZZOLINO, S. M. F.; SILVA, V. L. da. Vitamina C (ácido ascórbico). In: COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. São Paulo, 2005. p. 301-320.

CRUZ, C. D. Programa **Genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. 585p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 390p.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. Editora Acribia, S. A. Zaragoza, Espanha, 1993. 1095p.

FERREIRA, R. P.; BOTREL, M. A.; PEREIRA, A. V.; CRUZ, C. D. Avaliação de cultivares de alfafa e estimativas de repetibilidade de caracteres forrageiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p.995-1002, 1999.

FERREIRA, F.R.; FERREIRA, S.A. do N.; CARVALHO, J.D.U. de. Espécies frutíferas pouco exploradas, com potencial econômico e social para o Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.9, p.11-22, 1987.

FILGUEIRAS, H.A.C.; ALVES, R.E.; OLIVEIRA, A.C. de.; MOURA, C.F.H. ; ARAUJO, N.C.C. Calidad de frutas nativas de latinoamérica para a indústria:jobo (*Spondias mombin* L.) **Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.**, Peru, v.43, p.72-76, 2001b.

FRANCESCHINI, S. do C. C., PRIORE, S. E., EUCLYDES, M. P. **Necessidades e recomendações de nutrientes**. In: CUPPARI, L. Guia de Nutrição: nutrição clínica no adulto. Editora Manole Ltda, 2002. 406p.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed). **Anthocyanins as food colors**. New york: Academic Press, p.181-207, 1982.

FREIRE, E. S.; SOUZA, S. M. M. de; MENDONÇA, M. A. S. **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. 1 Açaí. Jaboticabal: Funep, 2000. p. 3-6. (Série Frutas Nativas).

GIACOMETTI, D.C. Domesticação de espécies frutíferas da Amazônia. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 35., 1984, Manaus, AM. **Anais...** Brasília: IBMA/SBT, 1990. p.117-124.

GODOY, H.T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Occurence of cis-isomers of provitamin A in Brazilian vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 3081-3086,

GONÇALVES, P. S. de; ROSSETTI, A. G.; PAIVA, J. R. de. Coeficiente de repetibilidade e eficiência do miniteste de produção na seleção de plantas de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p.233-237, 1982.

HARBORNE, J.B. **Comparative biochemistry of the flavonoids**. London: Academic Press. 1967. 383 p.

HIGBY, W.K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v.27, p.42-49, 1962.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 3ed. São Paulo: IAL, 1985.v.1533p.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Book, 1991. 532. p.

LEON, J. **Botânica de los cultivos tropicales**. 2.ed. São José: IICA, 1987. 445p.

LIMA, L. F. do N.; FERREIRA, P. V.; LEMOS E. E. de. Caracterização dos frutos de populações de umbuzeiros (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) no sertão alagoano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14., 1996, Curitiba. **Resumos...** Curitiba: SBF, 1996.

LIMA, V. L. A. G. de; MÉLO, E. de A.; LIMA, L. dos S.; NASCIMENTO, P. P. do. Flavonóides em seleções de acerola (*Malpighia sp* L.) 1- teor de antocianinas e flavonóis totais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.1063-1064, 2000.

LOPES, R.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D.; LOPES, M. T. G.; FREITAS, G. B. de. Repetibilidade de características do fruto de aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 507-513, 2001.

MANGELS, A. R. et al. Carotenoid content of fruits and vegetables: an evaluation of analytic data. **Journal of the American Dietetic Association**, Baltimore, v. 93, n. 3, p. 284-296, 1993.

McMCRAEADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic material in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p.1586-1588, 1952.

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

NOGUEIRA, R.J.M.C.; MORAES, J.A.P.V.; BURITY, H.A.; SILVA JUNIOR, J.F. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.4, p. 463-470. 2002.

PEREIRA, F.M.; MARTINEZ JUNIOR, H. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: UNESP, 1986. 142p.

PIETTA, P. G. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**, v. 63, n. 7, p. 1035-1042, 2000.

SAMPAIO, C. de G et al. **Vitamina C, fenólicos e atividade antioxidante em algumas frutas tropicais comercializadas no estado de Ceará, Brasil**. In: Congresso ibero-americano de tecnologia pós-colheita e agroexportação, 4., 2005, Porto Alegre. Anais eletrônicos... 1 CD-ROM. Porto Alegre, 2005.

SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. de S.; CAMPOS, C. de O. Preservação da variabilidade genética e melhoramento do umbuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 104-109, 1999.

SEMENSATO, L.R.; PEREIRA, A.S. Características de frutos de genótipos de aceroleira cultivados sob elevada altitude. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. V.35, n.12, p. 2529-2536.2000.

SOUSA, P. H. M.; ALMEIDA, M. M. B.; FERNADES, A. G.; MAIA, G. A.; MAGALHÃES, A. C.; LEMOS, T. L. G. **Correlação entre a atividade antioxidante e os conteúdos de vitamina C e fenólicos totais em frutas tropicais do nordeste brasileiro**. In: 47º Congresso Brasileiro de Química- Associação Brasileira de Química, Natal, RN, 2007.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

TEIXEIRA, G. H. de A.; DURIGAN, J. F.; ALVES, R. E. Bacuri (**Platonia insignis Mart.**). Jaboticabal: FUNEP, 2000. 66p. (Série Frutas Nativas, 9).

VASCONCELOS, M. E. C.; GONÇALVES, P. S.; PAIVA, J. R.; VALOIS, A. C. C. Métodos de estimação do coeficiente de repetibilidade no melhoramento da seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.433-437, 1985.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v. 57, p. 508-514, 1954.

YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; MELO, T.; BARROS, S. E.; FILHO, D. S.; YUYAMA, K.; FÁVARO, D. I. T.; VASCONCELLOS, M.; PIMENTEL, S. A.; BADOLATO, E. S. G. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): Qual o seu potencial nutricional? In: _____. **Contribuição ao desenvolvimento da fruticultura na Amazônia**. Belém, PA, 2006, p. 79-84.

CAPITULO III

FORMULAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ESTABILIDADE DE GELÉIA DE FRUTOS DA CARNAÚBEIRA (*Copernicia prunifera*)

RESUMO

A lista de frutas nativas e exóticas com potencial para processamento de doces e geléias, inclui espécies de todas as regiões do Brasil. A carnaúba árvore símbolo do estado do Ceará, possui fruto em forma de uma baga arredondada que são basicamente aproveitados pelos animais. Grande parte desses frutos é desperdiçada na época da safra, em decorrência do período de vida útil da fruta in natura, e principalmente por falta do seu aproveitamento processado, seja para consumo humano ou animal. Essa ação de pesquisa teve como objetivo utilizar frutos da carnaubeira para obtenção de geléia, bem como a aceitação sensorial e a intenção de compra do produto. Os frutos foram obtidos de uma coleção de plantas da Universidade Federal do Ceará – UFC, localizada em Maracanaú – RMF. Os mesmos foram raspados manualmente com auxílio de faca de aço inoxidável. A matéria prima foi liquidificada na proporção de duas partes de fruto para três de água, e peneirada a fim de se obter uma polpa homogênea com textura fina. Duas formulações de geléias foram elaboradas. A primeira consistiu de 40% de açúcar e 60% de polpa e 0,3% de ácido cítrico. Na segunda adicionou-se 1% de pectina. Esses produtos foram cozidos, após a fervura, de 10 a 12 minutos. A geléia foi transferida para potes de vidro sendo fechados, invertidos, resfriados e armazenados sob condições ambiente por 120 dias, com cinco períodos de avaliação (0, 30, 60, 90 e 120 dias). As geléias foram analisadas através do pH, acidez titulável, sólidos solúveis, vitamina C, antocianinas e carotenóides. Realizaram-se também, contagem de bolores e leveduras, aceitação sensorial e a intenção de compra. Os testes realizados indicam que é possível se produzir geléia a partir do fruto de carnaubeira, ocorrendo mínima diferença entre o produto com ou sem adição de pectina. A geléia apresentou boa estabilidade durante os 120 dias armazenamento, boa aceitação sensorial e de consumo, como também boa estabilidade microbiológica. A produção de geléia de frutos de carnaubeira representa uma opção ao pequeno produtor e a fruticultura brasileira.

ABSTRACT

1 – INTRODUÇÃO

A elevada produção de diferentes variedades frutíferas nativas ou adaptadas é decorrência da extensão do território e sua inserção, em grande parte, nas zonas de clima tropical e temperado (GRANADA et al., 2004). A fruticultura nacional possui grande potencial de expansão, pois possui um grande número de frutas nativas e exóticas muito pouco exploradas economicamente como a mirtilo, canistel, lichia, carambola, purçá etc., entre outras (KISS, 2006). A grande maioria das espécies frutíferas nativas tem sua exploração baseada quase que exclusivamente em extrativismo nas áreas de ocorrência natural. As tecnologias de cultivo e produção para a maioria dessas espécies enexistem ou são ainda muito incipientes.

A lista de frutas nativas e exóticas com potencial para processamento de doces e geléias, inclui espécies de todas as regiões do Brasil. Apesar desse número elevado de diferentes frutas, apenas uma pequena parte, é aproveitada para esse fim. Tanto no mercado interno quanto no externo, as compotas mais comercializadas ainda se restringem a poucas variedades, tais como pêssego, goiaba, morango, uva, abacaxi e banana, entre outras. Nessa lista, pode ser acrescentados cupuaçu e açai, típicos da região Norte, que há alguns anos sequer eram conhecidos nacionalmente. Hoje, são vendidos in natura e em forma de polpas, doces e geléias e ocupam um lugar de destaque no Brasil e em outras nações (DOCES e GELÉAIS, 2007).

Dentre inúmeras frutas nativas do nordeste brasileiro, a carnaúba (*Copernicia prunifera*), árvore símbolo do estado do Ceará, adaptada principalmente às secas dessa região, possui fruto em forma de uma baga arredondada em torno de dois centímetros de comprimento, glabra, esverdeada, passando a roxo-escura ou quase preta na maturação, de epicarpo carnosos, envolvendo um caroço muito duro, provido de albume branco, duro e oleoso. As bagas aglomeram-se às centenas, em grandes cachos pendentes. Os frutos, desde que começam a pintar, adquirem sabor ligeiramente adocicado que atraem as crianças, as aves, e os morcegos. Os frutos quando verdes, são travosos e provocam abundante salivação (BRAGA, 2001)

Os frutos de carnaúba, inteiros, são basicamente aproveitados pelos animais, entretanto grande parte desses frutos é desperdiçada na época da safra, em decorrência do período de vida útil da fruta in natura, e principalmente por falta do seu aproveitamento processado, seja para consumo humano ou animal (ALVES e COELHO, 2008).

Os doces e geléias de frutas fazem parte do dia-a-dia dos brasileiros, pois são encontrados tanto nas grandes capitais quanto nos pequenos municípios. A diversidade das frutas existentes com propriedades adequadas para o processamento desses produtos demonstra que é um mercado que tem potencial. Do ponto de vista internacional, o sabor exótico das espécies pode ser um diferencial para conquistar consumidores.

As Normas Técnicas Relativas a Alimentos e Bebidas, constantes da Resolução nº 12 de 24 de julho de 1978, estabelece que geléia de fruta é o produto obtido pela cocção de frutas, inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de fruta, com açúcar e água e concentração até a consistência gelatinosa, podendo sofrer a adição de glicose ou açúcar invertido. Ela não pode ser colorida nem aromatizada artificialmente, sendo tolerada a adição de acidulantes e de pectina, caso necessário, para compensar qualquer deficiência do conteúdo natural de acidez da fruta e/ou de pectina. A consistência deve ser tal que seja capaz de manter no estado semi-sólido. Uma combinação adequada desses componentes deve ser respeitada para que então se obtenha uma geléia de qualidade (ALBUQUERQUE et al, 1996; BRASIL, 1978).

Os incentivos ao desenvolvimento da fruticultura nacional, surgem da consciência do potencial econômico que o setor encerra, da sua viabilidade e expansão do mercado internacional de frutas frescas e sucos. Além desses fatores, a grande diversificação associada à qualidade dos frutos, permite desenvolver pesquisas com vistas à geração de novos produtos. Como forma de agregação de valor a carnaúba, e dada a ausência de informações na literatura especializada, este estudo teve como objetivo utilizar frutos da carnaubeira para obtenção de geléia, bem como a aceitação sensorial e a intenção de compra do produto.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de carnaúba (*Copernicia prunifera*) foram colhidos maduros de plantas de uma coleção de carnaubeiras da Universidade Federal do Ceará – UFC, localizada em Maracanaú, região metropolitana de Fortaleza - CE. Os frutos foram lavados em água contendo 25 ppm de hipoclorito de sódio comercial e, selecionados quanto à sanidade e aparência. Devido ao fato de que os frutos de carnaubeiras não amadurecerem de forma uniforme, utilizou-se uma unidade amostral dos frutos destinados à geléia, de uma só época de colheita.

Os frutos foram raspados manualmente com auxílio de faca de aço inoxidável e, conseqüentemente, elaboração da polpa e remoção do caroço. Em seguida a matéria prima foi liquidificada com adição de água na proporção de duas partes de fruto para três de água, e peneirados a fim de se obter uma polpa homogênea com textura fina (Figura 2).

Foram testadas as dosagens de açúcar (sacarose) a 40% e 50% do peso da polpa com pectina e sem pectina comercial na proporção de 1%. O produto obtido com 50% de açúcar apresentou menor tempo de cozimento (cinco minutos) após a fervura. Entretanto, ocorreu formação de cristais e descaracterização no sabor da fruta.

Sendo assim, duas formulações de geléias foram elaboradas. A formulação básica consistiu de 40% de açúcar e 60% de polpa e 0,3% de ácido cítrico. Na segunda formulação, adicionou-se 1% de pectina. Esses ingredientes foram homogeneizados e cozidos, após a fervura, de 10 a 12 minutos (Figura 3). O ácido foi adicionado dois minutos antes do final da cocção do produto. O ponto final foi determinado quando uma gota da geléia alcançou o fundo de um copo com água fria sem desintegrar. A geléia foi imediatamente transferida para potes de vidro com tampas metálicas com capacidade para 150 gramas. Os vidros foram fechados, invertidos, resfriados e armazenados sob condições ambiente de temperatura ($27^{\circ}\text{C} \pm 2$) por 120 dias, com cinco períodos de avaliação (0, 30, 60, 90 e 120 dias), objetivando avaliar a estabilidade dos produtos.

As geléias foram analisadas por meio das seguintes determinações:

pH - determinou-se diretamente na polpa, utilizando-se um potenciômetro (Mettler modelo DL 12) com membrana de vidro ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC, 1992).

Acidez Total Titulável - determinada através da diluição de 1 g de polpa para 50 mL de água destilada titulando com solução de NaOH (0,1 N) até pH 8,1 em titulador automático (Mettler modelo DL 12). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico, conforme o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985).

Sólidos Solúveis Totais - após filtração da polpa em algodão, foi efetuada a leitura em refratômetro digital de marca ATAGO PR-101 com escala variando de 0 a 45 °Brix, de acordo com a metodologia recomendada pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC, 1992).

Vitamina C – a determinação do teor de Vitamina C (mg/100g) foi realizada por titulometria com solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol 0,02 %) até a coloração levemente rósea, utilizando-se uma alíquota de 5 mL proveniente de 1 g de polpa diluída em 50 mL de ácido oxálico 0,5 % de acordo com Strohecker e Henning (1967).

Antocianinas - as determinações seguiram a metodologia de Francis (1982). Tomou-se 1 g da polpa em recipiente de aço inox, adicionando-se aproximadamente 30 mL de solução extratora de etanol 95 % mais HCL 1,5 N na proporção de 85:15 (v/v) respectivamente. A amostra foi triturada em homogeneizador de tecidos tipo “turrax” por dois minutos e transferida para o balão volumétrico (cor âmbar) de 50 mL, sendo o volume completado com solução extratora. Deixou-se descansando por uma noite na geladeira sob ausência de luz. Em seguida filtrou-se para um Becker, envolto em alumínio. Imediatamente, procedeu-se a leitura no espectrofotômetro. Para a determinação de antocianinas a leitura foi realizada em comprimento de onda a 535 nm, calculados através da fórmula: fator de diluição x absorvância/98,2. Já para os flavonóides amarelos realizou-se leitura a 374 nm, calculado através da fórmula: fator de diluição x absorvância/76,6. Os resultados para ambas as análises foram expressos em mg/100 g de polpa.

Carotenóides - determinados pelo método de Higby (1962). Em recipiente de aço inox, foram colocados 5 g de polpa, 15 mL de álcool isopropílico e 5,0 mL de hexano, seguido de agitação por 1 min. O conteúdo foi transferido para funil de separação de 125 mL de cor âmbar, onde se completou o volume com água. Deixou-se em repouso por 30 minutos, seguindo-se a

lavagem do material. Repetiu-se esta operação por mais duas vezes, Filtrou-se o conteúdo com algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro para um balão volumétrico de 25 mL envolto com alumínio, onde foram adicionados 2,5 mL de acetona e completado o volume com hexano. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 450 nm e os resultados expressos em mg/100 g, calculados através da fórmula: $(A \times 100)/(250 \times L \times W)$, onde:

A = absorvância; L = comprimento de onda em nm e W = quantidade da amostra original no volume final da diluição.

Análise microbiológica - realizada no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical, através da contagem de bolores e leveduras segundo a metodologia descrita no *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (DOWES & ITO, 2001).

Aceitação sensorial e Intenção de Compra – as avaliações foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria Tropical, a aceitação sensorial e a intenção de compra, utilizando-se escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de *desgostei muitíssimo* ou *certamente não compraria* (nota 1) a *gostei muitíssimo* ou *certamente compraria* (nota 9) (Figura1) utilizando-se 50 provadores não treinados (MEILGAARD et al., 1987). As amostras foram apresentadas aos provadores em copos plásticos descartáveis (tipo café), sem associação de qualquer outro alimento, codificados com três algarismos aleatórios. Cada amostra foi constituída por cerca de 20 g de geléia, a temperatura ambiente.

Os resultados das análises físico-químicas e sensoriais foram avaliados por análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nome: _____

Nº. da amostra: _____

Prove a amostra codificada de geléia de carnaúba e indique na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou da amostra.

- gostei extremamente
- gostei muito
- gostei moderadamente
- gostei ligeiramente
- não gostei, nem desgostei
- desgostei ligeiramente
- desgostei moderadamente
- desgostei muito
- desgostei extremamente

Descreva o que você mais gostou e o que menos gostou na amostra:

Mais gostei:

Menos gostei:

Figura 1 - Ficha utilizada para avaliar a aceitação sensorial da geléia de frutos de carnaubeira.

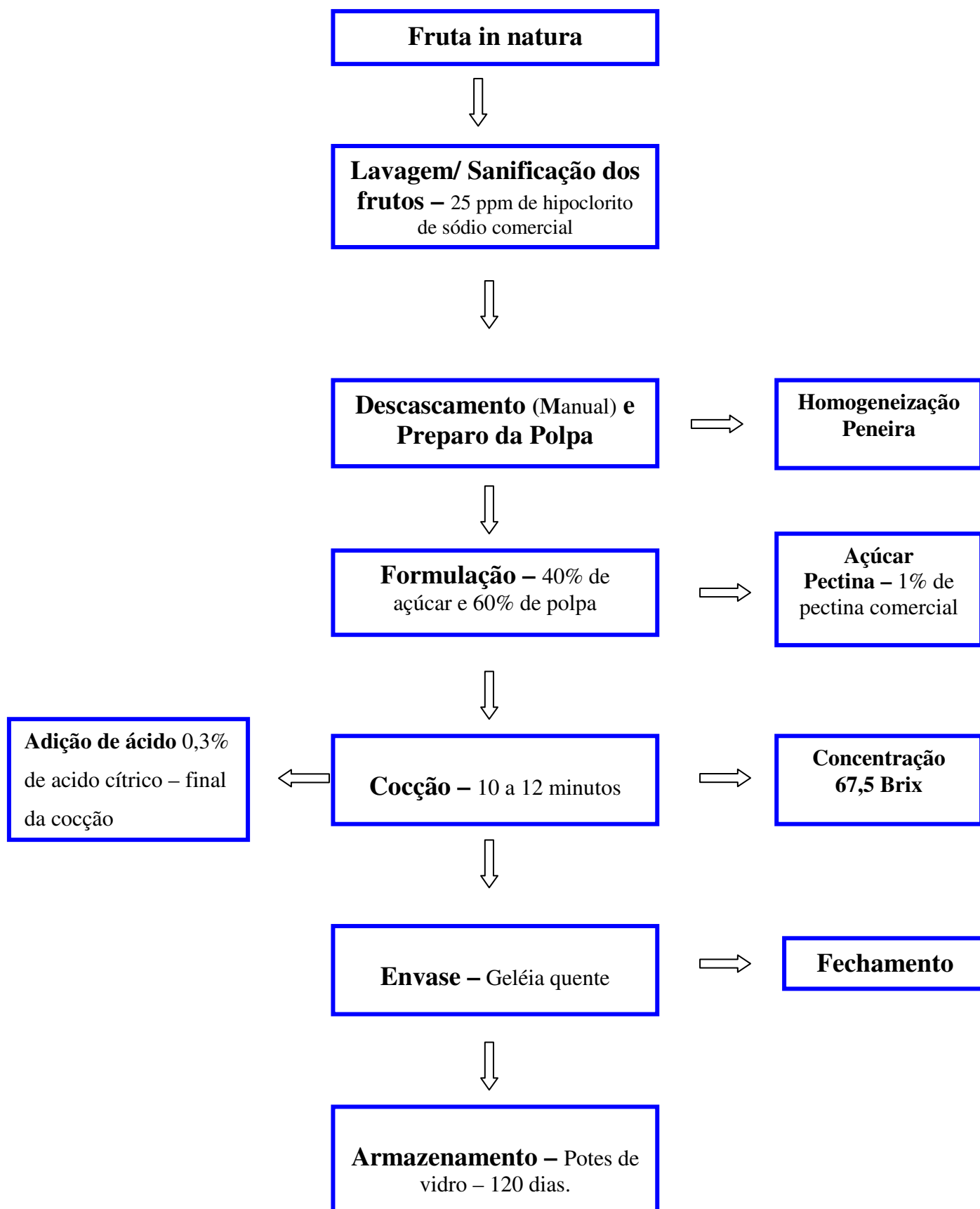


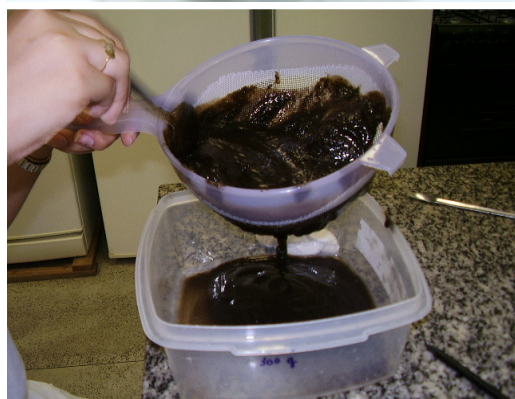
Figura 2 – Fluxograma de elaboração de geléia a partir de frutos de carnaubeira durante 120 dias de armazenamento a temperatura ambiente $27^{\circ}\text{C} \pm 2$.



(A)



(B)



(C)



(D)



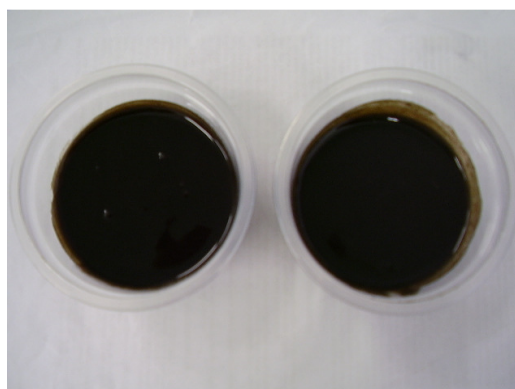
(E)



(F)



(G)



(H)

Figura 3 Processo de produção da geléia de carnaúba A - Parte comestível; B - Processamento da polpa; C - Peneira; D - Peso polpa; E - Peso açúcar; F e G - cozimento; H - Geléia de carnaúba.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Caracterização inicial das geléias de frutos de carnaubeira

As geléias de carnaúba com e sem pectina apresentaram praticamente as mesmas características, sendo apenas o teor de sólidos solúveis totais um pouco superior na geléia sem adição de pectina (Tabela 1). Esse comportamento era esperado, já que sem a adição de pectina a geléia demora um pouco mais para atingir a textura desejada durante o cozimento, fazendo com que o produto perca mais água por evaporação.

As geléias apresentaram alto teor de vitamina C e antocianinas, mesmo após o cozimento, o que é favorável do ponto de vista nutricional. O alto teor de sólidos solúveis e pH abaixo de 4,0 favoreceram a conservação das geléias, dificultando o desenvolvimento de microrganismos, mesmo a temperatura ambiente e sem adição de conservantes (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização inicial da geléia de frutos de carnaubeira.

ANÁLISE	GELÉIA DE CARNAÚBA	
	Sem pectina	Com pectina
Vitamina C (mg/100g)	53,05 a	51,38 a
Sólidos solúveis (°Brix)	60,4 a	59,13 b
Acidez titulável (% ácido cítrico)	0,29 a	0,30 a
pH	3,65 a	3,60 a
Antocianinas (mg/100g)	1,20 a	1,10 a
Carotenóides (mg/100g)	0,09 a	0,08 a
Aceitação Sensorial	6,42a	6,44a

Em cada linha, amostras seguidas de mesmas letras, não diferem ao nível de erro de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da intenção de compra das geléias. Não foram observadas diferenças significativas entre as geléias com e sem pectina. A intenção de compra foi um pouco mais baixa que a aceitação sensorial, no entanto ainda estava na faixa favorável, com valores acima de 5,0 (Figura 4).

Tabela 2. Intenção de Compra de geléia de carnaúba (escala de 9 pontos)

ANÁLISE	GELÉIA DE CARNAÚBA	
	Sem pectina	Com pectina
Intenção de compra	5,81 a	5,80 a

Em cada linha, amostras seguidas de mesmas letras, não diferem ao nível de erro de 5% pelo teste de Tukey.

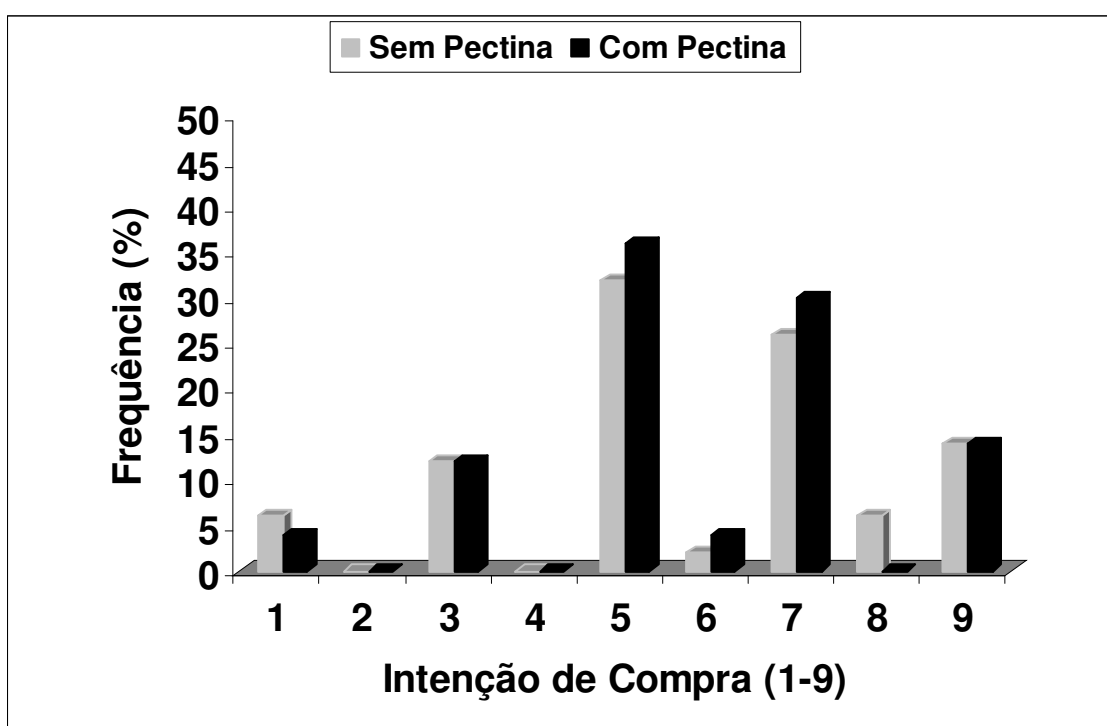


Figura 4 – Histograma de frequência de notas de intenção de compra da geléia de frutos de carnaubeira no início do armazenamento.

3.2 - Estabilidade durante armazenamento da geléia de frutos de carnaubeira

As geléias de frutos de genótipos de carnaubeira com e sem pectina apresentaram praticamente as mesmas características até o final dos 120 dias de armazenamento, havendo alteração apenas o teor de vitamina C. (Tabela 3).

Tabela 3 Análises físico-químicas realizadas durante o armazenamento de geléia de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina.

Período	Análises de frutos de carnaubeira Com adição de Pectina					
	Sólidos Solúveis(%)	pH	Acidez (% de ácido cítrico)	Vitamina C mg.100 g ⁻¹	Antocianinas mg.100 g ⁻¹	Carotenóides mg.100 g ⁻¹
0	59,133	3,650	0,296	51,375	1,097	0,081
30	59,000	3,953	0,297	51,267	1,445	0,081
60	55,667	3,747	0,284	48,001	1,389	0,084
90	56,933	3,637	0,306	43,773	1,498	0,080
120	56,933	3,753	0,314	43,325	1,365	0,073
Período	Análises de frutos de carnaubeira Sem adição de Pectina					
	Sólidos Solúveis(%)	pH	Acidez (% de ácido cítrico)	Vitamina C mg.100 g ⁻¹	Antocianinas mg.100 g ⁻¹	Carotenóides mg.100 g ⁻¹
0	60,400	3,650	0,292	52,668	1,223	0,091
30	60,800	3,950	0,294	50,874	1,187	0,103
60	59,400	3,850	0,287	52,304	1,175	0,096
90	59,600	3,950	0,312	44,534	1,180	0,086
120	59,200	3,920	0,318	44,070	1,233	0,075

3.2.1 Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis da geléia de frutos de carnaubeira não apresentaram diferença significativa durante o período de armazenamento, para ambas as formulações, com e sem pectina (Figura 5), não influenciando no produto. Verifica-se que os sólidos solúveis apresentaram ligeiras oscilações ao longo dos 120 dias de armazenamento, com valores mínimos compreendidos entre 55,66 e 59,2 e, valores máximos entre 59,00 e 60, 8 para geléias com e sem adição de pectina, respectivamente.

Observa-se ainda, que a média dos valores encontrados para o teor de sólidos solúveis situa-se na faixa encontrada para a maioria das geléias que são no máximo 65% e no mínimo de 35 % (BRASIL, 1978).

Segundo Albuquerque (1997), a inversão da sacarose e a caramelização são importantes reações decorrentes da cocção à pressão atmosférica.

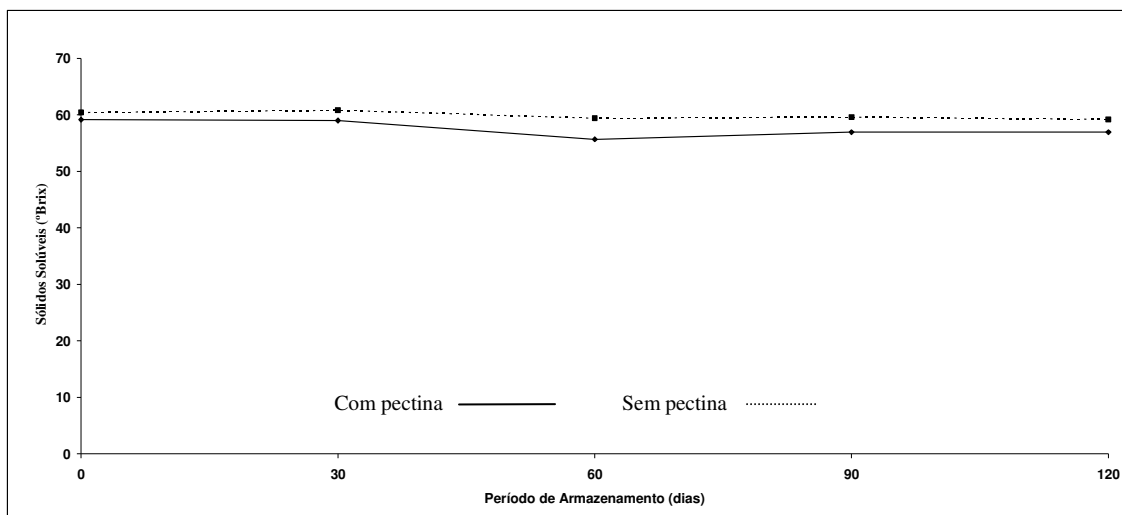


Figura 5. Sólidos Solúveis (°Brix) de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente $27^{\circ}\text{C} \pm 2$. Fortaleza-CE (2009).

3.2.2 pH e Acidez Titulável

O pH praticamente não apresentou alterações durante o período de armazenamento para as geléias analisadas, não havendo, portanto diferença significativa (Figura 6). Ainda quanto ao pH sugere-se um pH máximo em torno de 3,5, sendo que abaixo de 3,0 ocorre tendência a sinerese (LAGO, 2006). O valor médio encontrado nas formulações de geléia foi praticamente igual, 3,65 sem adição de pectina e 3,60 com adição de pectina, o que está de acordo com a sugestão feita acima, no qual não foi observado prejuízo na formulação do gel. O pH da geléia sem pectina permaneceu constante durante os 120 dias de armazenamento. O pH da geléia está diretamente relacionado com a consistência da geléia. Assim, as geléias que apresentaram tendência ao abaixamento de pH mesmo que não significativo, foram aquelas onde houve adição de pectina. Segundo Desrosier (1963) durante o processamento e cozimento a taxa de inversão da sacarose depende do pH da solução do meio.

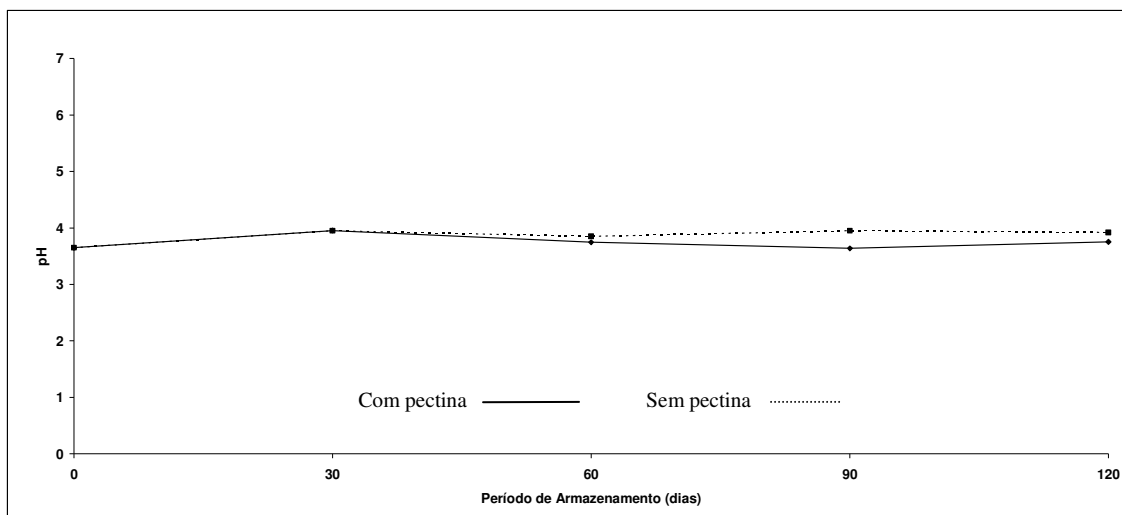


Figura 6. pH de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente $27^{\circ}\text{C} \pm 2$. Fortaleza-CE (2009).

A acidez apresentou comportamento estável durante o armazenamento, não havendo diferença significativa e as geléias formuladas apresentaram valores em torno de 0,30% de ácido cítrico (Figura 7).

De acordo com Jackix (1988) a acidez na elaboração de geléias deve ser controlada, e permanecer entre 0,8 a 0,3%. Ainda de acordo com a autora, em geléias com acidez acima de 0,8%, pode ocorrer sinerese. Os valores encontrados para acidez nas formulações em estudo de 0,29 a 0,30% são compatíveis com o intervalo apresentado pela autora, não afetando assim a elasticidade da geléia devido a hidrólise da pectina (LAGO et al., 2006).

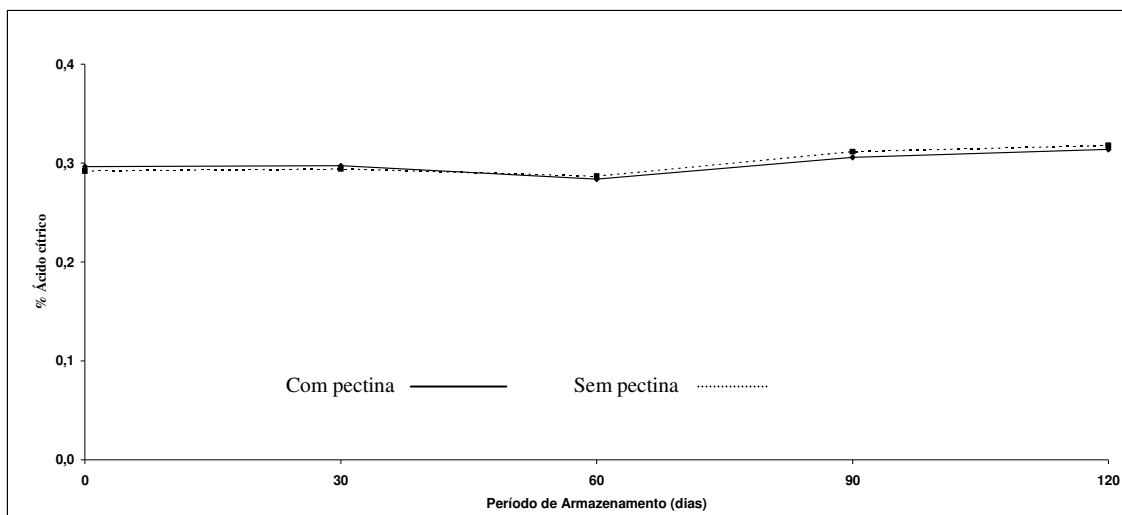


Figura 7. Acidez Titulável (% de ácido cítrico) de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente $27^{\circ}\text{C} \pm 2$. Fortaleza-CE (2009).

3.2.3 Vitamina C

Considerado o componente nutricionalmente mais importante, o teor de ácido ascórbico pode ser utilizado como um índice de qualidade dos alimentos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O teor de ácido ascórbico sofreu gradual declínio durante o período de armazenamento (Figura 8) da ordem de aproximadamente 16%, tanto para a geléia com adição de pectina (16,32%) como para sem adição de pectina (15,66%). A degradação do ácido ascórbico, também, pode ocorrer em moderadas temperaturas ou na presença de aminoácidos, que reagirão com condições aeróbicas e anaeróbicas para produzir pigmentos escuros (CHEFTEL e CHEFTEL, 1982). A vitamina C é muito sensível ao O_2 , luz, e temperatura. Estável em meio ácido e instável em meio alcalino.

Assis et al., (2007) evidenciaram perdas no teor de ácido ascórbico no processamento e estabilidade de geléia de caju de ordem de 32,53%.

Sampaio (1990) observou perdas no conteúdo de ácido ascórbico da ordem de 40,24 e 34,32% logo após o processamento de suco de caju preservado pelos métodos de “*Hot Pack*” e “*Hot Fill*”, respectivamente, em relação à fruta in natura.

É importante ressaltar que os resultados embora apresentem perda de ácido ascórbico durante o período de armazenamento, não influenciaram no valor nutricional do produto, principalmente quando comparado aos alimentos considerados ricos em vitamina C.

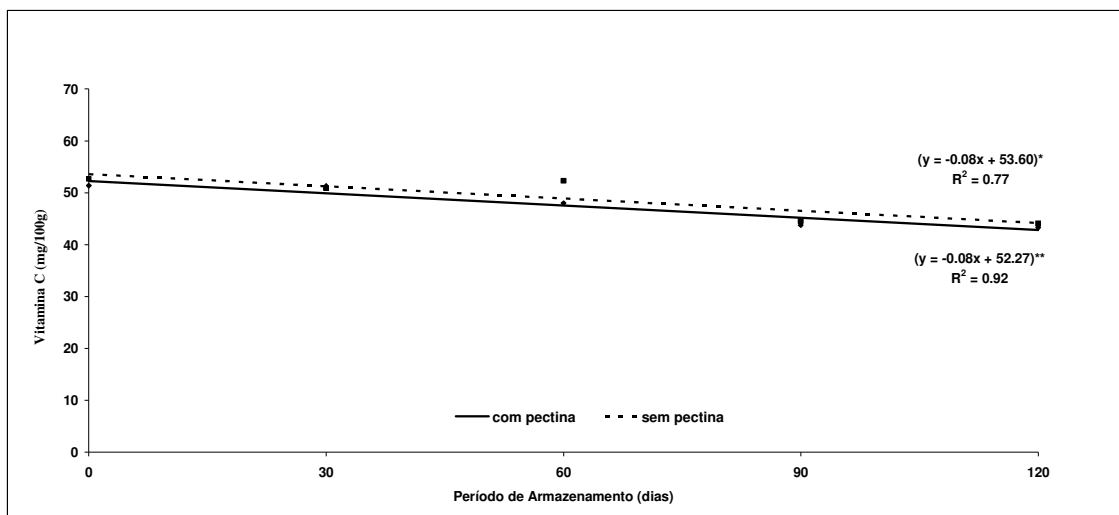


Figura 8. Vitamina C ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente $27^{\circ}\text{C} \pm 2$. Fortaleza-CE (2009).

3.2.4 Antocianinas

As antocianinas da geléia de frutos de carnaubeira não apresentaram diferença significativa durante o período de armazenamento, para ambas as formulações, com e sem pectina (Figura 9). Verifica-se que as antocianinas apresentaram valores mínimos de oscilações ao longo dos 120 dias de armazenamento, ou seja, compreendidos entre 1,097 a 1,498 (geléia com adição de pectina) e, de 1,180 a 1,223 (geléia sem adição de pectina).

A geléia sem adição de pectina permaneceu de forma constante durante o armazenamento. Embora a Geléia com pectina tenha apresentado um rápido crescimento até os 90 dias, não apresentou diferença com relação a geléia sem pectina.

A taxa de “degradação” das antocianinas foi acentuada com algo em torno de 11%. A pequena elevação de antocianinas observadas na geléia com adição de pectina, deve-se provavelmente a maior concentração dessa geléia, quando comparada com a geléia sem adição de pectina, considerando que ambas possuem a mesma formulação.

As antocianinas podem sofrer degradação durante o armazenamento pela presença de alguns metais, como Fe^{+3} e Al^{+3} , que formam complexos escuros com os pigmentos, prejudicando a aceitação do produto (Scaman, 2002).

O teor de ácido ascórbico também pode influenciar na degradação das antocianinas (BOBBIO e BOBBIO, 2003).

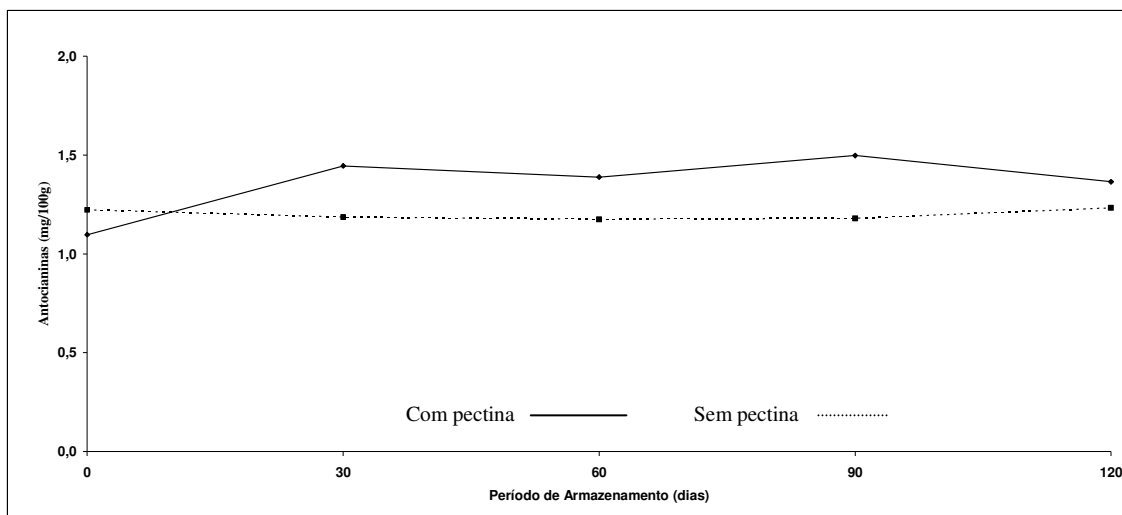


Figura 9 Antocianina ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente $27^\circ\text{C} \pm 2$. Fortaleza-CE (2009).

3.2.5 Carotenóides

Através da Figura 10, observa-se que não houve diferença significativa para carotenóides em geléias de frutos de carnaubeira, tanto para a formulação com adição de pectina, quanto com a geléia sem adição de pectina (Figura 10). Houve degradação dos carotenóides após os 60 dias de armazenamento para os dois tipos de geléia. Porém essa degradação apresenta-se de forma mais acentuada na geléia sem adição de pectina. A degradação da cor durante o armazenamento de geléias também foi observada por (FREEDMAN e FRANCIS, 1984; CARDOSO et al 1997).

Os carotenóides se degradam facilmente. Sua estabilidade depende de uma série de fatores como temperatura, disponibilidade de O_2 , transmissão de luz do material de embalagem entre outros. Possuem alto teor de insaturação, que resulta na perda da cor e da atividade de provitamina A (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

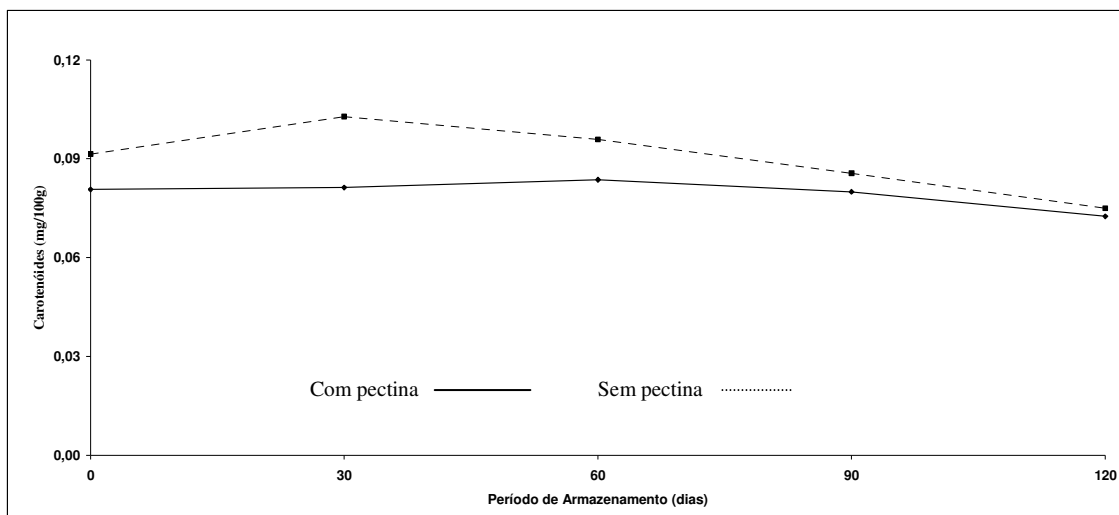


Figura 10 Carotenóides ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$) de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente $27^{\circ}\text{C}\pm 2$. Fortaleza-CE (2009).

3.2.6 Aceitação sensorial

Os resultados dos testes de aceitação sensorial das geléias encontram-se na Tabela 4. Nenhuma diferença significativa de aceitação foi observada, na geléia de frutos de carnaubeira, seja para a formulação sem adição de pectina, como na formulação com pectina.

Tabela 4. Aceitação sensorial de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente $27^{\circ}\text{C}\pm 2$. Fortaleza-CE (2009).

Tempo (dias)	Sem pectina	Com pectina
0	6,42 a	6,44 a
30	6,12 a	6,62 a
60	6,12 a	6,00 a
90	5,98 a	6,20 a
120	6,16 a	6,38 a

Em cada coluna, amostras seguidas de mesmas letra, não diferem ao nível de erro de 5% pelo teste de Tukey.

Esses resultados demonstram que, apesar dos resultados físico-químicos já terem detectado algumas diferenças nos produtos armazenados, essas diferenças não foram percebidas pelo consumidor, tornando assim um potencial de utilização deste produto para o mercado. Com aceitação satisfatória, a geléia de carnaúba ao final do armazenamento ainda se

encontravam com notas acima de 6,0, o que corresponde na escala hedônica a gostei ligeiramente (Figura 12).

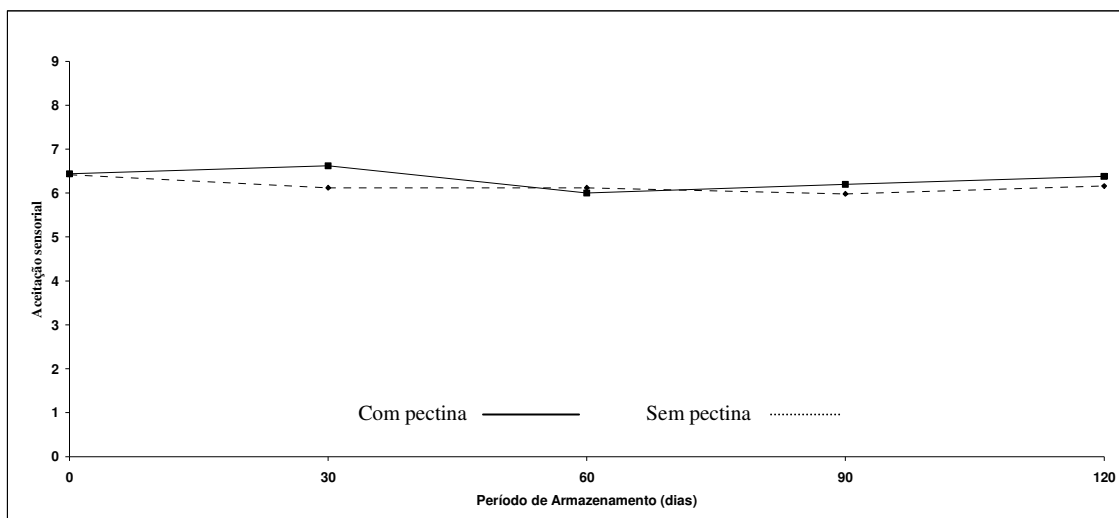


Figura 11. Aceitação sensorial de geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira, com e sem adição de pectina, armazenada por 120 dias a temperatura ambiente $27^{\circ}\text{C} \pm 2$. Fortaleza-CE (2009).

3.2.7 Análise microbiológica

Os resultados das avaliações microbiológicas ao longo do período de armazenamento são mostrados na Tabela 5. As amostras, durante todo o armazenamento, foram consideradas adequadas para o consumo humano, pois atenderam às exigências da legislação brasileira (BRASIL, 2001): contagem de bolores e leveduras menor que 10^4 UFC/g, apresentando condição sanitária satisfatória.

Tabela 5. Qualidade microbiológica de geléia de carnaúba durante armazenamento.

Tempo (dias)	Contagem de bolores e leveduras (UFC/g)	
	Sem pectina	Com pectina
0	< 100	< 100
30	< 100	< 100
60	< 100	< 100
90	< 100	< 100
120	< 100	< 100

As características intrínsecas da geléia de frutos de carnaubeira como pH ácido e °Brix elevado, limitaram o crescimento microbiano. De acordo com Harrigan e Park (1991) nessas condições não ocorrem crescimento de bactérias causadoras de intoxicação de origem alimentar e de bactérias deteriorantes.

Os resultados deste estudo indicam ocorrência não significativa de microorganismos deteriorantes que influenciem diretamente na qualidade e estabilidade do produto analisado.

4 - CONCLUSÕES

- Os testes realizados indicam que é possível a produção de geléia a partir de frutos de carnaubeira, e representa uma opção ao pequeno produtor e a fruticultura brasileira.
- A geléia formulada a partir de frutos da carnaubeira, de acordo com os resultados das análises química e físico-químicas apresentou boa estabilidade durante os 120 dias armazenamento, como também boa estabilidade microbiológica;
- Foi observada durante o período de armazenamento boa aceitação sensorial e de consumo para geléia formulada a partir de frutos de carnaubeira;
- A principal alteração observada entre o início e o final do período de armazenamento de geléia de frutos de carnaubeira, foi a redução no teor de vitamina C, o que não comprometeu o produto no aspecto nutricional;

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J. P.; NACCO, R.; FARO, A. Avaliação global de geléias de uva através do método de dados difusos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 16, n.3, p.250-254, out./dez. 1996.

ALVES, M. O; COÊLHO, J. D. **Extrativismo da Carnaúba**: relações de produção, tecnologia e mercados. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008. 214 p. (Serie documentos do ETENE, 20).

ASSIS, M.M.M.; MAIA, G.A.M.; FIGUEIREDO, E.A.T.de.; FIGUEIREDO, R.W. de.; MONTEIRO, J.C.S. Processamento e estabilidade de geléia de caju. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.46-51, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**.11.ed.Washington: AOAC,1992. 1115p.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P. A. Introdução à química de alimentos. São Paulo: Varela. 2003, 223 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n.12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 02 jan. 2001, p.1-54.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste Especialmente do Ceará**.Fundação Guimarães Duque. Coleção Mossoroense, Série C. v.1204, maio/2001.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Aprova revisão das tabelas I, II, IV e V referente a aditivos intencionais, bem como os anexos I, II, III e VII, todos do Decreto nº 55.871, de 26 de Novembro de 1988. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 dez. 1988, Seção 1, pt. 1.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Aprova Normas Técnicas Especiais do Estado de São Paulo, relativas a alimentos e bebidas. Resolução da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos – CNNPA n. 12. de 24 de julho de 1978. Seção I, pt I.

CHEFTEL, J c.; CHEFTEL, H. **Introducción a la bioquímica y tecnologia de los alimentos**. Zaragoza: Acríbia, 1982. v.1, 333p.

CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**, Lavras: UFLA, 2º edição, 2005.

DESROSIER, N.W. **The technology of food preservation**. Westport: AVI, 1963. 405p.

DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4.ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2001. 676p.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p.181-207, 1982.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZE, R.C.; MENDONÇA, C.R.B. **Abacaxi: produção, mercado e subprodutos**. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba, v.22, n.2, p. 405-422, jul./dez. 2004.

HARRIGAN, W. F.; R. W. A. **Marking safe food: a management guide for microbiological quality**. London: Academic Press, 1991. 178p.

HIGBY, W.K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v.27, p.42-49, 1962.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3.ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533p.

JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**. Campinas. Ed. UNICAMP: ICONE, 1988. 171p.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SILVA, R. da. Produção de Geléia de Jambolão (*Syzygium cumini* Lamark): Processamento, Parâmetros Físico-Químicos e Avaliação Sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 26(4): 847-852, out.- dez.2006.

MEC/SETEC. DOCES e GELÉIAS. Brasília, novembro de 2007.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Florida: CRC, 1987. v. 2. 158p.

SAMPAIO, T.M.T. **Estudo dos sucos límpidos simples, concentrado e reconstituído de caju (*Anacardium occidentale*, L.)**. 1990. 172 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, UFC, Fortaleza.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Curso sobre pigmentos naturais**. Campinas: SBCTA, 1984. 56 p.

SCAMAN, C. **Food 410 – Chemistry of food systems: course modules**. Disponível em <<http://www.agsci.ubc.ca/courses/fnh/410/modules.htm>>. Acesso em: 22 mar.2002.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

KISS, J. Estranhas no ninho. **Globo Rural**, ed. 210, abr. 2006.

