PATRÍCIO FERREIRA BATISTA

QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM FRUTAS PRODUZIDAS NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

MOSSORÓ-RN
2010

PATRÍCIO FERREIRA BATISTA

QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM FRUTAS PRODUZIDAS NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia: Fitotecnia, Área de concentração: Agricultura Tropical, Linha de pesquisa: Bioquímica, Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita.

ORIENTADOR: Dr. RICARDO ELESBÃO ALVES

MOSSORÓ-RN

2010

Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da Biblioteca "Orlando Teixeira" da UFERSA

B533q Batista, Patrício Ferreira.

Qualidade, compostos biativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco/ Patrício Ferreira Batista. -- Mossoró, 2010.

163 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de concentração em Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.
Orientador: Profº. D.Sc. Ricardo Elesbão Alves.
Coorientadora: Pesq. D.Sc. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima.

1. Caracterização química. 2. Frutos tropicais. 3. Propriedades funcionais. 4. Semiárido. I. Título.

CDD:664.804

Bibliotecário: Sale Mário Gaudêncio
CRB-15/476

PATRÍCIO FERREIRA BATISTA

QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM FRUTAS PRODUZIDAS NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia: Fitotecnia, Área de concentração: Agricultura Tropical, Linha de pesquisa: Bioquímica, Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita.

APROVADA EM: 25/02/2010

_____
Pesq. D.Sc. Ricardo Elesbão Alves – Embrapa Agroindústria Tropical/UFERSA
Orientador

_____
Pesq. Dra. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima – Embrapa Semiárido
Coorientadora

_____
Prof. Dra. Patrícia Ligia Dantas de Morais – UFERSA

_____
Pesq. Dra. Maria do Socorro Moura Rufino – PPGCTA/PNPD/Capes/UFC

"Porque há esperança para a árvore, que, se for cortada, ainda se renovará, e não cessarão os seus renovos. Se envelhecer na terra a sua raiz, e morrer o seu tronco no pó, ao cheiro das águas, brotará e dará ramos como a planta." Jó 14:7-9

A Deus, que na sua infinita bondade e misericórdia me deu forças para superar as barreiras da vida e conquistar meus objetivos.

À minha mãe Elizabete (*in memoriam*), pelo amor, carinho e ensinamentos durante o pouco tempo que esteve presente em minha vida.

À minha irmã Maria Tereza pelo amor, carinho e amizade.

Às minhas tias Dalva, Miralva e Joana, por estarem torcendo pelo meu sucesso.

Aos meus avós, Cassimiro (*in memorian*) e Luzinete, que me apoiaram no momento mais difícil da minha vida.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia – UFERSA, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Embrapa Semiárido, pelo acesso ao laboratório de Fisiologia Pós-Colheita para a realização das análises necessárias durante o desenvolvimento do experimento, e à Embrapa Agroindústria Tropical, pela concessão do laboratório de Fisiologia pós-colheita para a realização das análises de atividade antioxidante.

Ao pesquisador e orientador Dr. Ricardo Elesbão, pela amizade, apoio, orientação e confiança.

À pesquisadora e orientadora Dra. Maria Auxiliadora, pela dedicação, amizade, orientação e pelo exemplo de profissionalismo e competência.

À pesquisadora Dra. Aparecida Mouco e ao MSc. Edvando, pela ajuda nos contatos com os produtores.

Aos funcionários da Embrapa Semiárido Danielly e Joviniano, pelo apoio e dedicação durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

À funcionária da Embrapa Agroindústria Tropical Márcia, pelo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os bolsistas e estagiários da Embrapa Semiárido e Agroindústria Tropical, principalmente a Rafaela, Marcelo, Ana Carolina e Kellina pelo apoio e contribuição para o desenvolvimento dos trabalhos no laboratório.

Ao Dr. Carlos Aragão e à Dra. Ana Elisa, pelo incentivo e apoio durante minha vida acadêmica.

À Dra. Maria do Socorro, pelo apoio principalmente nas análises de atividade antioxidante durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos produtores, pela atenção e fornecimento dos frutos utilizados para a realização deste trabalho.

A todos os funcionários e alunos do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia – UFERSA, em especial a Izaias, Carmem e José Carlos, pelo companheirismo e apoio durante a realização deste trabalho.

Aos professores da Pós-graduação em Fitotecnia, pelos ensinamentos durante o curso de mestrado e, em particular, ao professor PhD Manoel Abílio de Queiroz, pelo exemplo de vida de dedicação ao ensino e à pesquisa.

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

RESUMO

BATISTA, Patrício Ferreira. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco**. 2010. 163p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2010.

O consumo de frutas na alimentação humana tem deixado de ser somente um prazer para converter-se em uma necessidade, dadas às boas características que as mesmas têm para a saúde e bem-estar do homem. A região Nordeste tem papel relevante no desempenho da fruticultura do Brasil, sendo que o Polo Petrolina/Juazeiro firmou-se como grande exportador de algumas frutas tropicais, gerando emprego e renda à população do semiárido da Bahia e Pernambuco. Neste trabalho, foram avaliados a qualidade, os teores de compostos bioativos e a atividade antioxidante total das principais cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco, a saber: manga ('Van Dyke', 'Tommy Atkins', 'Haden', 'Kent', 'Palmer', 'Keitt', 'Espada' e 'Rosa'), acerola ('Sertaneja', 'Okinawa', 'Costa Rica' e 'Flor Branca'), goiaba ('Paluma', 'Rica' e 'Pedro Sato'), pinha e atemoia ('Gefner'). Os frutos foram caracterizados fisicamente quanto à coloração, massa total, comprimento, diâmetro e firmeza da polpa e avaliados quanto às seguintes características físico-químicas e químicas: sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e redutores, acidez titulável, pH, SS/AT, amido, pectina total, vitamina C, flavonóides amarelos, antocianinas, carotenoides totais, polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total (AAT), usando os método ABTS e ORAC. Com exceção de pinha e atemoia, os frutos das demais cultivares de frutíferas avaliadas estão dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA) para polpa de frutas em relação aos teores de sólidos solúveis totais. Os frutos de mangueira das cultivares Van Dyke, Tommy Atkins, Haden, Kent, Palmer e Keitt apresentam-se dentro dos padrões de qualidade estabelecidos para comercialização no mercado interno e de exportação. Os frutos das cultivares de aceroleira se destacaram por apresentar conteúdos de vitamina C, carotenoides, flavonoides amarelos, antocianinas, polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante total muito superiores às demais frutas avaliadas. Houve correlação positiva e significativa entre a atividadade antioxidante e a concentração de vitamina C, antocianinas, flavonoides amarelos, carotenoides e polifenóis estraíveis totais (PET) nos dois métodos empregados, indicando que, nos frutos avaliados, essa atividade foi influenciada por todos os compostos bioativos determinados. Desta forma, é possível informar, que a alta atividade antioxidante dos frutos das cultivares de goiabeira foi relacionada aos altores teores de vitamina C e de PET, enquanto nos frutos das anonáceas essa associação foi devida aos polifenóis especificamente.

Palavras-chave: caracterização química, frutos tropicais, propriedades funcionais, Semiárido.

ABSTRACT

BATISTA, Patrício Ferreira. **Quality, bioactive compounds and antioxidant activity of fruits produced in São Francisco Valley, Brazil**. 2010. 163p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2010.

Fruits are now no bnger consumed for their appetizing characteristics only, but for their many health-promoting properties as well. Some of Brazil´s most important fruit cultures are located in the Northeast, such as in the region of Petrolina/Juazeiro from which large amounts of tropical fruits are exported, generating jobs and income for the population in the semiarid hinterlands of Bahia and Pernambuco. The objective of the present study was to evaluate the quality, bioactive compounds and total antioxidant activity of the major fruit varieties produced in Vale do São Francisco, including manga ('Van Dyke', 'Tommy Atkins', 'Haden', 'Kent', 'Palmer', 'Keitt', 'Espada' and 'Rosa'), acerola ('Sertaneja', 'Okinawa', 'Costa Rica' and 'Flor Branca'), guava ('Paluma', 'Rica' and 'Pedro Sato'), sugar apple and atemoya ('Gefner'), and then group varieties according to nutritional and functional properties. The fruits were described with regard to color, total weight, length, diameter and firmness, and were evaluated for chemical and physico-chemical characteristics such as soluble solids (SS), total and reducing soluble sugars, titratable acidity (TA), pH, SS/TA, starch, total pectin; vitamin C; yellow flavonoids (YF); anthocyanins; total carotenoids (TC); total extractable phenols (TEP) and total antioxidant activity (TAA) by the ABTS method. With the exception of sugar apple and atemoya, all fruit varieties were within the total soluble solids standards established for fruit pulp by the Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (MAPA). The mango varieties 'Van Dyke', 'Tommy Atkins', 'Haden', 'Kent', 'Palmer' and 'Keitt' were within the quality standards required for the domestic market and exports. The acerola samples displayed levels of vitamin C, anthocyanins, TC, YF, TEP and TAA well above the other fruits in the study. There was significant positive correlation between atividadade antioxidant and vitamin C, anthocyanins, flavonoids yellow, carotenoids and polyphenols estraíveis total (PET) in the two methods, indicating that the fruits evaluated, this activity was influenced by all certain bioactive compounds. This way you can tell that the high antioxidant activity of fruits of guava cultivars was related to Altor levels of vitamin C, PET, while fruits of Annonaceae this association was specifically due to the polyphenols.

Keywords: Chemical characterization, tropical fruits, functional properties, Semi-arid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização do Polo Petrolina-PE/Juazeiro-Ba: região do Submédio do Vale do São Francisco.....	26
Figura 2 -	Frutos de mangueira das cultivares Van Dyke (A), Tommy Atkins (B), Haden (C), Kent (D), Palmer (E), Keitt (F), Espada (G) e Rosa (H).....	59
Figura 3 -	Frutos de aceroleira das cultivares Sertaneja (A), Okinawa (B), Costa Rica (C) e Flor Branca (D).....	60
Figura 4 -	Frutos de goiabeira das cultivares Paluma (A), Rica (B) e Pedro Sato (C).	61
Figura 5 -	Frutos de pinheira (A) e de atemoeira cultivar Gefner (B).	63
Figura 6 -	Esquema de preparação da microplaca para leitura.....	73
Figura 7 -	Modelo da curva padrão (Trolox) obtida por meio do programa *Kinetics* do Espectro Fluorímetro Varian Cary Eclipse.....	74
Figura 8 -	Exemplo da Curva AUCnet versus concentrações de Trolox.....	75
Figura 9 -	Massa total de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.....	77
Figura 10 -	Comprimento de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.....	79
Figura 11 -	Diâmetro de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.....	80

Figura 12 - Luminosidade da casca de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 82
Figura 13 - Croma da casca de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 83
Figura 14 - Ângulo de cor da casca de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 84
Figura 15 - Luminosidade da polpa de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 86
Figura 16 - Croma da polpa de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 87
Figura 17 - Ângulo de cor da polpa de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 88
Figura 18 - Firmeza de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 90
Figura 19 - Sólidos solúveis de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 92
Figura 20 - pH de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 94

Figura 21 - Acidez titulável de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 95

Figura 22 - Relação Sólidos solúveis/acidez titulável de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 97

Figura 23 - Amido de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 99

Figura 24 - Açúcares solúveis totais de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 101

Figura 25 - Açúcares redutores de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 102

Figura 26 - Pectina total de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 104

Figura 27 - Vitamina C de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 106

Figura 28 - Antocianinas totais da polpa de frutos de cultivares de aceroleiras e goiabeiras produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 108

Figura 29 - Flavonoides amarelos de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 109

Figura 30 - Carotenoides totais de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 111

Figura 31 - Polifenóis extraíveis totais de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 113

Figura 32 - Atividade antioxidante total, pelo método ABTS, de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 115

Figura 33 - Atividade antioxidante total, pelo método ORAC, de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral..... 117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Precipitações mensais e médias mensais de temperatura média, umidade relativa, radiação solar e insolação durante o ano de 2009 no Submédio do Vale do São Francisco.....	57
Tabela 2 -	Especificações de leitura do programa Kinetics do Espectro Fluorímetro Varian: Cary Eclipse.....	72
Tabela 3 -	Correlações entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante total pelos métodos ABTS e ORAC de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco.....	119
Tabela 1A -	Valores médios obtidos para os parâmetros de cor L (luminosidade), c (cromaticidade) e H (ângulo hue) de frutos de diferentes cultivares, oriundos do Submédio do Vale do São Francisco (média ± DP, n= 80 para as mangas, goiabas, pinha e atemóia, n= 100 para as acerolas). Cultivar de pinha não identificada. n.d.=não determinado.....	159
Tabela 2A -	Valores médios das características físicas de frutos de diferentes cultivares, oriundos do Submédio do Vale do São Francisco (média ± DP, n= 80 para as mangas, goiabas, pinha e atemóia, n= 100 para as acerolas). Cultivar de pinha não identificada. n.d.=não determinado.....	160
Tabela 3A -	Valores médios obtidos para os teores de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), pH, acidez titulável (AT), relação SS/AT de frutos de diferentes cultivares, oriundos do Submédio do Vale do São Francisco (média ± DP, n = 4). Cultivar de pinha não identificada. n.d.=não determinado.....	161
Tabela 4A -	Valores médios obtidos para as características vitamina C, flavonoides amarelos (FA), antocianinas (AT), amido e pectina total (PCT) de frutos de diferentes cultivares, oriundos do Submédio do Vale do São Francisco (média ± DP, n = 4). Cultivar de pinha não identificada. n.d.=não determinado.....	162

Tabela 5A - Valores médios obtidos para as características, carotenoides totais (CT), polifenóis extraíveis totais (TEP) e atividade antioxidante total (AAT) pelos métodos ABTS e ORAC de frutos de diferentes cultivares, oriundos do Submédio do Vale do São Francisco (média ± DP, n = 4 para carotenoides totais, n = 3 para TEP e ativividade antioxidante total). Cultivar de pinha não identificada. n.d.=não determinado..... 163

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 21

2 REVISÃO DE LITERATURA 24

2.1 A fruticultura brasileira 24

2.2 Frutas tropicais 27

2.2.1 Manga 28

2.2.2 Acerola 30

2.2.3 Goiaba 32

2.2.4 Pinha e Atemoia 34

2.3 Frutas e saúde 36

2.4 Atributos de qualidade 37

2.4.1 Características físicas 38

2.4.2 Características físico-químicas e químicas 40

2.5 Compostos bioativos 43

2.5.1 Compostos Fenólicos 44

2.5.2 Vitamina C 45

2.5.3 Carotenoides 47

2.6 Atividade antioxidante 49

2.6.1 Métodos para avaliação 51

2.6.1.1 Método ABTS 52

2.6.1.2 Método ORAC.....53
2.6.1.3 Método Sistema ß-caroteno/ácido linoléico.....54
2.6.1.4 Método DPPH.....55
2.6.1.5 Método FRAP.....55
3 MATERIAL E MÉTODOS.....57
3.1 Localização e obtenção da matéria-prima.....57
3.1.1 Manga.....58
3.1.2 Acerola.....60
3.1.3 Goiaba.....61
3.1.4 Pinha e Atemoia.....62
3.2 – Métodos usados para as características físicas.....64
3.2.1 Massa total.....64
3.2.2 Diâmetro e comprimento.....64
3.2.3 Cor instrumental.....64
3.2.4 Firmeza da Polpa.....65
3.2.5 Resistência da Polpa à Compressão.....65
3.3 Métodos usados para as características físico-químicas e químicas.....65
3.3.1 Sólidos Solúveis (SS).....65
3.3.2 pH.....66
3.3.3 Acidez Titulável (AT).....66
3.3.4 Relação SS/AT.....66
3.3.5 Amido.....66

3.3.6 Açúcares solúveis totais (AST) 67
3.3.7 Açúcares redutores (AR) 67
3.3.8 Vitamina C 68
3.3.9 Carotenoides totais 68
3.3.10 Antocianinas totais e Flavonoides amarelos 69
3.3.11 Substâncias pécticas totais 69
3.3.12 Polifenóis extraíveis totais (PET) 70
3.3.13 Atividade antioxidante total (AAT) 71
3.3.13.1 ABTS 71
3.3.13.2 ORAC 71
3.4 Análise estatística 76
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 77
4.1 Avaliações físicas 77
4.1.1 Massa 77
4.1.2 Comprimento e Diâmetro 78
4.1.3 Coloração 81
4.1.3.1 Cor da casca 81
4.1.3.2 Cor da polpa 86
4.1.4 Firmeza 89
4.2 Características físico-químicas e químicas 91
4.2.1 Sólidos solúveis (SS) 91
4.2.2 pH 93

4.2.3 Acidez Titulável (AT) 94
4.2.4 Relação SS/AT 97
4.2.5 Amido 99
4.2.6 Açúcares Solúveis Totais (AST) 100
4.2.7 Açúcares Redutores (AR) 102
4.2.8 Pectina total 103
4.2.9 Vitamina C 105
4.2.10 Antocianinas totais e Flavonoides amarelos 107
4.2.11 Carotenoides totais 110
4.2.12 Polifenóis Extraíveis Totais – PET 112
4.2.13 Atividade antioxidante total (AAT) 114
4.2.13.1 ABTS 114
4.2.13.2 ORAC 116
4.3 Correlação 118
5 CONCLUSÕES 121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 122

1 INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira destaca-se em diversidade, qualidade e inovação, sendo a fruticultura um ótimo exemplo. Com diferentes tipos de solos, multiplicidade de climas e a busca constante por novas tecnologias, o país consegue produzir, com qualidade, frutas tropicais, subtropicais e temperadas, muitas das quais não se encontram em outra parte do mundo. Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas, atrás apenas de Índia e China. Em 2008, o país colheu mais de 43 milhões de toneladas, com aumento de 4,5% frente à safra anterior. O crescimento do setor é um destaque no agronegócio brasileiro. Os pomares se multiplicam de Norte a Sul e a área plantada atualmente supera os dois milhões de hectares (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2009).

Observa-se que o Nordeste tem papel relevante no desempenho da fruticultura do Brasil. Ao mesmo tempo, a fruticultura é uma atividade intensa que contribui muito para a economia da região. As frutas tropicais são principalmente produzidas nas áreas semiáridas, abrindo uma possibilidade de desenvolvimento para uma economia regional historicamente fragilizada. A relevância do estímulo a esse setor produtivo é a possibilidade de absorção de mão de obra e geração de emprego e renda nessas regiões (QUINTINO, 2007).

O clima, o solo, a localização, a disponibilidade de água para irrigação, aliada ao preço atrativo da terra e à disponibilidade e custo da mão de obra, conferem à região Nordeste vantagens comparativas para a fruticultura, em relação às demais regiões do Brasil e asseguram a sua liderança na produção e exportação de frutas tropicais. A localização privilegiada reduz o tempo e o custo do transporte para América do Norte e Europa, um fator de competitividade muito importante, quando se trata de produtos altamente perecíveis (EMBRAPA, 2003).

O desenvolvimento agrícola dessa região se apoia nas condições climáticas, caracterizados pela elevada insolação durante todo o ano, e solos com boa aptidão para a irrigação que ajudam a promover a qualidade da produção irrigada de frutas. Estas frutas se adequam não só às exigências do mercado interno, mas, também, às exigências dos consumidores da Europa e América do Norte, destino das frutas exportadas da região (LACERDA et al., 2004).

O polo frutícola irrigado de Petrolina, PE/ Juazeiro, BA, atualmente se destaca como o principal local de produção de frutas da América Latina, com o cultivo de 120 mil hectares irrigados, gerando 160 mil postos diretos de trabalho e faturamento anual acima de 600 milhões de dólares. Responde por 50% das exportações brasileiras de frutas e por 95% das exportações de manga e uva. Dentre as diversas fruteiras cultivadas, destacam-se a manga e a uva, seguidas pela goiaba, banana, melancia, melão, acerola, maracujá, limão e pinha (GUIMARÃES, 2007).

A produção nessas regiões pode ser impulsionada quando se constata que o consumo de frutas na alimentação humana tem deixado de ser somente um prazer para se converter em necessidade, dadas às boas características que as mesmas têm para a saúde e bem-estar do homem. As frutas são fontes muito boas de energia, carboidratos, diversas vitaminas, minerais e compostos com propriedades bioativas, além de proporcionar variedade e sabor à dieta, constituindo parte importante desta. Com isso, muita atenção tem sido focada para a atividade antioxidante total presente em frutas e vegetais, devido aos diversos constituintes presentes que possuem propriedades de reduzir o nível do stress oxidativo (HASSIMOTO et al., 2005).

A produção de radicais livres é controlada nos seres vivos por diversos compostos antioxidantes, os quais podem ter origem endógena (por ex., superóxido dismutase), ou ser provenientes da dieta alimentar e outras fontes. Destas últimas, destacam-se tocoferóis (vitamina E), ácido ascórbico (vitamina C), polifenóis e carotenoides. Quando há limitação na disponibilidade de antioxidantes, podem ocorrer lesões oxidativas de caráter cumulativo. Os antioxidantes são capazes de estabilizar ou

desativar os radicais livres antes que ataquem os alvos biológicos nas células (SOUSA et al., 2007). Logo, antioxidantes que possam neutralizar esses radicais livres podem ter importância central na prevenção de diversas doenças, como o câncer e doenças degenerativas cardíacas, vasculares e neurológicas.

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas nos diferentes segmentos visando à descoberta de novas fontes nutricionais. A importância funcional desses compostos na saúde humana tem levado inúmeros pesquisadores a realizarem estudos buscando determinar as concentrações destes compostos nos alimentos mais consumidos, em especial nas frutas. Estudos epidemiológicos têm demonstrado o efeito protetor de dietas ricas em frutas e vegetais contra doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer, em parte aos antioxidantes contidos nestes alimentos (RODRIGUES et al., 2003; LIMA et al., 2004; GRANDIS et al., 2005; MELO et al., 2006).

Neste trabalho, foram avaliados a qualidade, os compostos bioativos e a atividade antioxidante total das principais cultivares de frutíferas produzidas no Vale do São Francisco, a saber: manga (‘Van Dyke’, ‘Tommy Atkins’, ‘Haden’, ‘Kent’, ‘Palmer’, ‘Keitt’, ‘Espada’ e ‘Rosa’), acerola (‘Sertaneja’, ‘Okinawa’, ‘Costa Rica’ e ‘Flor Branca’), goiaba (‘Paluma’, ‘Rica’ e ‘Pedro Sato’), pinha e atemoia (‘Gefner’) com vistas a agregação de valor às mesmas através de suas propriedades nutricionais e funcionais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A fruticultura brasileira

Com uma extensão territorial de 8.512.965 km², o Brasil produz 43 milhões de toneladas de frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado, proporcionando ao país uma grande diversidade o ano inteiro. Devido a estas características naturais, o País se destaca internacionalmente como grande supridor de frutas frescas e processadas (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2009).

O Brasil se consolida como o terceiro maior produtor mundial de frutas, depois da China e da Índia, com área de 2,260 milhões de hectares e colheita de 43,112 milhões de toneladas em 2008, o que representa 5% da produção mundial. Cerca de 53% da produção brasileira são destinadas ao mercado de frutas processadas e 47% ao mercado de frutas frescas. Existe hoje um mercado externo potencial acessível à fruticultura brasileira de 28,3 milhões de toneladas (IBRAF, 2008).

O faturamento brasileiro com a exportação de frutas aumentou 13,4 vezes nos últimos 15 anos, chegando a US$ 724,2 milhões, em 2008, contra US$ 54 milhões, em 1994. O Brasil é o 20º maior exportador e tem potencial para crescer num mercado que movimenta US$ 60 bilhões por ano, considerando-se produtos processados e frutas secas. Banana, manga uva, melancia, melão, maçã, limão, laranja e abacaxi estão entre as espécies mais vendidas (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2009).

No Brasil, a região Nordeste tem dado grande contribuição para os avanços obtidos com a fruticultura nacional. O desenvolvimento agrícola nesta região se apoia nas condições climáticas, caracterizadas pela elevada insolação durante todo o ano, e solos com boa aptidão para a irrigação que ajudam a promover a qualidade da produção irrigada de frutas. Estas se adequam não só às exigências do mercado interno, mas, também, às exigências dos consumidores da Europa e da América do Norte, destino das frutas exportadas. Especificamente no semiárido nordestino, a fruticultura irrigada já deu mostras de sua vitalidade e viabilidade, pelo aumento expressivo de

suas exportações e pela melhoria dos seus produtos. Em se tratando dos produtores que se voltam à exportação, as expectativas de expansão se orientam no sentido de agregação de valor, possibilitadas por uma melhor estrutura de pós-colheita (LACERDA et al., 2004).

O investimento em sistemas de irrigação trouxe o aumento da produção de frutas em regiões do semiárido nordestino, tornando possível a produção de diversas frutas durante o ano todo, com destaque para melão, manga e uva. Acredita-se que a região Nordeste, mais especificamente o Rio Grande do Norte e o Ceará, tenham grande potencial para aumentar a produção frutícola, em função da logística, que se transformou em vantagem competitiva nesses estados (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2009). A região produz frutas tropicais, subtropicais e mesmo frutas temperadas, principalmente no Submédio do Vale do São Francisco, onde se substitui em algumas espécies, a dormência pelo frio pelo estresse hídrico e o uso de reguladores de crescimento.

Os polos fruticultores tropicais vêm apresentando resultados expressivos nos últimos anos, como os localizados no semiárido nordestino, especialmente os de Juazeiro, na Bahia, juntamente com Petrolina, em Pernambuco, no Submédio do Vale do São Francisco (Figura 1), e o de Mossoró, no Rio Grande do Norte, onde as principais frutas produzidas são manga, melão, uva, banana e abacaxi (OLIC, 2005).

Figura 1 - Localização do Polo Petrolina-PE/Juazeiro-Ba: região do Submédio do Vale do São Francisco (Fonte: SECTI, 2008).

O Vale do São Francisco, desde que passou a utilizar a irrigação em diversos projetos públicos, tanto em empreendimentos de grande porte como em iniciativas envolvendo pequenos produtores, promoveu a implantação de milhares de hectares com frutíferas irrigadas, tanto na Bahia como em Pernambuco. Entre os dois estados, destaca-se o polo de Petrolina e Juazeiro, no Submédio do Vale do São Francisco, com mais de 46 mil hectares já implantados. A região é atualmente a maior produtora

nacional de uvas finas de mesa, contribuindo com 95% das exportações brasileiras dessa fruta. Responde ainda por 92% dos embarques de manga para os mercados europeu e norte-americano (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2009).

As grandes mudanças dos sistemas produtivos de culturas anuais para fruteiras perenes de exportação desencadearam na região de Petrolina-PE/Juazeiro-BA demanda de outros investimentos de apoio para a comercialização de frutas, motivando o governo federal a financiar pesquisas, priorizando aquelas relacionadas com culturas de exportação, promover cursos de especialização em comércio exterior e melhorar a infraestrutura logística da região (CORREIA et al., 2008).

De acordo com o estudo realizado por Rocha (1998), as principais vantagens competitivas do aglomerado fruticultor do Vale da São Francisco são: a) disponibilidade de água e terra; b) mão de obra barata; c) condições climáticas favoráveis ao cultivo de frutas durante praticamente o ano todo, como alta insolação e baixa umidade; d) disponibilidade de infraestrutura para a irrigação; e) disponibilidade de recursos federais, como Finep, CNPq e Embrapa, e estaduais – governo estadual, lideranças empresariais e locais, como instituições de pesquisa, produtores, cooperativas; f) acesso ao mercado nacional e internacional; e g) boa logística de escoamento da produção, destacando-se os portos de Suape e Pecem.

2.2 Frutas tropicais

As frutas são de grande importância mundial no que se refere aos aspectos social, econômico e alimentar. Atualmente, a fruticultura tropical vem se destacando como uma das alternativas para o desenvolvimento regional, o que requer pesquisas para o conhecimento das variedades mais recomendadas para o plantio, das práticas de cultivo, da fisiologia pós-colheita dos frutos e do melhoramento de espécies para serem cultivadas em larga escala (EMBRAPA, 2000).

2.2.1 Manga

A mangueira (*Mangifera indica*) é uma fruteira perene de porte arbóreo, dotada de copa frondosa, pertencente à família Anacardiaceae. Oriunda da Índia e introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI, a mangueira é atualmente cultivada em diversas partes do mundo, existindo diferentes cultivares (PIO-CORRÊA, 1974; PINTO, 2008).

A mangicultura representa a segunda maior cultura tropical, sendo a manga um dos frutos mais consumidos no mundo, na forma *in natura* ou como polpa, sucos, néctar, doces e geleias (SCHIEBER et al., 2003; BARRETO et al, 2008). O Brasil é o sétimo maior produtor mundial de manga, produzindo, no ano de 2007, mais de 1,5 milhão ton/ano, sendo o Submédio do Vale do São Francisco a principal região produtora do país, respondendo por cerca de metade dessa produção (ARAÚJO, 2004a; FAO, 2007).

A exploração econômica da espécie sustentava-se quase exclusivamente no extrativismo das denominadas variedades nativas ou crioulas, tais como Bourbon, Rosa, Espada, Coquinho e Ouro, entre diversas outras, e alicerçava-se no mercado interno (GAYET, 1994). Nas décadas mais recentes, entretanto, o perfil da atividade se alterou abruptamente, observando-se crescente implantação de pomares das variedades de mangueira originadas na América do Norte, cujos frutos eram normalmente exportados. Os primeiros pomares das referidas cultivares - Tommy Atkins, Haden e Keitt – foram implantados principalmente durante a década de 1970, na Região Sudeste, e se disseminaram gradativamente pelos demais estados da Federação nos anos posteriores (SOUZA et al., 2002).

A cultivar Haden foi introduzida no Brasil em 1931, mas só a partir da década de 1960 foi plantada comercialmente, apresentando uma série de limitações, principalmente com relação à sua suscetibilidade à seca da mangueira e à alternância de produção. Em 1970, foi introduzida a 'Tommy Atkins', junto com muitas outras

cultivares que foram testadas e algumas recomendadas para as condições brasileiras. Com o aumento da demanda interna e o interesse crescente pelas exportações a partir de 1980, a 'Tommy Atkins' se mostrou bastante adequada, principalmente devido a sua maior tolerância à antracnose. A partir disso, juntamente com a 'Keitt' têm sido as cultivares mais plantadas no País (PIZA JÚNIOR, 1989; DONADIO, 1996).

A mangicultura desenvolvida no Submédio do Vale do São Francisco destaca-se consideravelmente no cenário nacional em decorrência da expansão da área total cultivada, do expressivo volume de produção verificado, dos elevados rendimentos alcançados e da qualidade da fruta produzida. Demonstrando sintonia com as tendências de consumo observadas nos mercados mundiais de suprimento de frutas frescas, o Submédio do Vale do São Francisco inclina-se, nos últimos anos, para a produção de mangas de acordo com as normas de controle de segurança dos sistemas de produção preconizadas tanto pela legislação nacional como pela legislação internacional (SILVA et al., 2004).

Atualmente, o Submédio do Vale do São Francisco é responsável por mais de 90% das exportações nacionais de mangas. No ano de 2008, o Brasil embarcou 133 mil toneladas para o mundo todo, com destaque para Europa e Estados Unidos. A produção tem se concentrado na cultivar Tommy Atkins em uma expressiva proporção de aproximadamente 90%, mas que inclui também as cultivares Kent, Keitt, Haden e Palmer. Deve-se ressaltar que as exportações de mangas do Submédio do Vale do São Francisco, destinadas principalmente à Europa e aos Estados Unidos, têm apresentado, ao longo dos últimos anos, em comparação ao montante exportado por todo o País, basicamente a mesma proporção (CHOUDHURY; COSTA, 2004; INSTITUTO FNP, 2006; ANUÁRIO BRSILEIRO DA FRUTICULTURA, 2009).

Do ponto de vista nutricional, a manga se caracteriza principalmente pelo seu conteúdo de açúcares, amido, fibras e vitaminas, a exemplo da pró-vitamina A, sendo inclusive citada, juntamente com o mamão, como uma das principais fontes de ß-caroteno em frutas (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997). Contém ainda constituintes

considerados não nutrientes, como os compostos fenólicos, que, juntamente com os carotenoides e as fibras, apresentam propriedades funcionais.

2.2.2 Acerola

A aceroleira (*Malphigia emarginata*) é uma planta frutífera originada das Antilhas, norte da América do Sul e América Central (CARVALHO, 2000). Também conhecida como "cereja tropical", somente a partir dos anos 1940, atraiu o interesse de estudiosos para suas potencialidades econômicas. Na ocasião, cientistas porto-riquenhos encontraram na polpa da fruta altos teores de vitamina C e, por ser uma planta rústica e resistente, propagou-se naturalmente com facilidade por todo o mundo (BEHLING et al., 2007).

De acordo com Schultz (1968), a família Malpighiaceae possui cerca de 850 espécies conhecidas, mais de 350 destas encontram-se no território brasileiro. Sua distribuição, todavia, é restrita apenas às Américas Centrais e do Sul, razão que constitui material dos mais interessantes para trabalhos de pesquisa. Esta família é formada por aproximadamente 63 gêneros.

Consiste em um arbusto ou árvore de pequeno porte, que atinge de 3 a 4 m de altura, com hábito de ramificação vertical ou curvado. A diferenciação do botão floral ocorre entre 8 e 10 dias e a antese após 15 e 17 dias. Suas flores são de coloração rósea, apresentam 5 sépalas, 5 pétalas, 10 estames e 3 carpelos concrescidos, formando um ovário único e súpero (MARTINS et al., 1999). O fruto é uma drupa, carnosa, variando na forma, tamanho e peso. Nela, o epicarpo (casca externa) é uma película fina; o mesocarpo é a polpa e o endocarpo é constituído por três caroços unidos, com textura pergaminácea, que dão ao fruto o aspecto trilobado. Cada caroço pode conter no seu interior uma semente, com 3 a 5 mm de comprimento, de forma ovoide e com dois cotilédones (ALMEIDA et al., 2002).

Sua introdução no Brasil deu-se por volta da década de 1950, porém seus plantios ganharam expressão econômica a partir da década de 1990, estando hoje difundido praticamente em todo o território nacional (OLIVEIRA; SOARES FILHO, 1998).

Apesar de a maior parte da produção encontrar-se vinculada ao setor agroindustrial (COELHO et al., 2003) com vistas ao aproveitamento dos frutos, parte considerável não é aproveitada devido à alta perecibilidade, estimando-se as perdas pós-colheita em 40% (OLIVEIRA; SOARES FILHO, 1998).

Quanto ao destino da produção, cerca de 60% permanecem no mercado interno e 40% vão para o mercado externo (OLIVEIRA; SOARES FILHO, 1998), especialmente para o Japão, Europa e Estados Unidos (COELHO et al., 2003).

A acerola apresenta potencial para industrialização, uma vez que pode ser consumida sob forma de compotas, geleias, utilizada no enriquecimento de sucos e de alimentos dietéticos, na forma de alimentos nutracêuticos, como comprimidos ou cápsulas, empregados como suplemento alimentar, chás, bebidas para esportistas, barras nutritivas e iogurtes (CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2002). Também é consumida na forma de suco (integral, concentrado, liofilizado), licor, *soft drink*, bombons, goma de mascar, néctares, purê, sorvetes, cobertura de biscoitos, refrigerantes, etc. (CARVALHO, 2000). No entanto, as formas mais comuns de comercialização da acerola são o fruto *in natura,* a polpa congelada e o suco engarrafado (YAMASHITA et al., 2003).

As indústrias processadoras de frutas tropicais processam, no Brasil, cerca de 34,40 mil toneladas de acerolas por ano, o que equivale a 7,16% do total de frutas processadas por essas empresas. As acerolas processadas geram, aproximadamente, 18 mil toneladas de sucos e polpas por ano, concentrando-se esta produção na Região Nordeste (ASTN; APEX, 2001).

Sua composição nutricional, com elevado conteúdo de vitamina C, presente na sua polpa, a destaca sobre as demais frutas pela possibilidade de

processamento/industrialização e armazenamento com a manutenção de valores nutricionais ainda elevados (GOMES et al., 2004). Segundo Batista et al. (2000), o conteúdo de vitamina C varia em torno de 800 $mg.100g^{-1}$, em frutos maduros, a 1600 $mg.100g^{-1}$, em frutos meio-maduros, e 2700 $mg.100g^{-1}$, em frutos verdes. As pesquisas comprovam os benefícios da acerola para a saúde, indicando que o consumo de suco de acerola (500 mg de vitamina C) durante 20 dias foi satisfatório para a normalização dos níveis séricos dessa vitamina em idosos (ARANHA et al., 2004). Foi observado também aumento significativo nos níveis séricos médios da vitamina e de hemoglobina em crianças com anemia, suplementadas com suco de acerola, sendo sugerida sua inclusão em programas de alimentação para populações de alto risco para a anemia (COSTA et al., 2001). A regulação do crescimento de células anormais na fase de promoção da tumorigenesis pulmonar em ratos, como resultado da supressão da fase de iniciação, no processo da auto-oxidação foi outra resposta observada com a inclusão de acerola na dieta (NAGAMINE et al., 2002).

Além da vitamina C, a acerola possui outros fitoquímicos, muitos dos quais com importância fisiológica, a exemplo das antocianinas e dos carotenoides. As antocianinas encontram-se frequentemente em frutos e vêm sendo motivo de recentes investigações científicas por apresentarem propriedade antioxidante (ESPÍN et al., 2000). A atividade pró-vitamina A dos carotenoides é conhecida há muito tempo e a estes compostos também tem sido atribuída propriedade antioxidante, em decorrência de sua habilidade em desativar radicais livres (JORGENSEN; SKIBSTED, 1993).

2.2.3 Goiaba

A goiabeira pertence à família Myrtaceae, ao gênero *Psidium* e é originária da América Central, existindo mais de 70 gêneros e de 2.800 espécies (GORINSTEIN et al., 1999; UDDIN et al., 2002; SHAMSUDIN et al., 2005).

O cultivo comercial de goiabeiras (*Psidium guajava*) representa importante papel na economia brasileira. No ano de 2007, o País atingiu uma produção de 316 mil toneladas, em uma área plantada de aproximadamente 15 mil hectares, sendo um dos principais produtores mundiais. As cultivares mais plantadas são Kumagai, Pedro Sato, Sassaoka, Paluma, Rica, Século XXI e IAC-4 (EL-BULUK et al., 1995; ANUÁRIO BRSILEIRO DA FRUTICULTURA, 2009).

É cultivada no Brasil desde o Rio Grande do Sul até o Maranhão**,** destacando-se o Estado de São Paulo como maior produtor (CAVALIN, 2004). O fruto é do tipo baga, apresentando formato predominante ovalado, piriforme e arredondado, com diâmetro médio de 5 a 7 cm e peso médio de 80 g. Nas cultivares destinadas à mesa, a massa do fruto pode chegar a 300-400 g. A cor da polpa pode apresentar diversas tonalidades: branca, creme, amarelo-ouro, rósea e vermelho-escuro. A polpa é sucosa e doce, com numerosas sementes reniformes, duras, com tamanho de 2 a 3 mm. No Brasil, maior produtor mundial de goiabas vermelhas, são produzidas frutas para a indústria (cultivares Paluma e Rica, principalmente) e para consumo *in natura* (cultivares Sassaoka e Pedro Sato, entre outras) (GOIABA, 2007).

No Nordeste, a cultura da goiaba tem destaque nos estados da Bahia, Pernambuco e Paraíba. No Submédio do Vale do São Francisco, há cerca de 4.000 ha plantados com goiabeira, destes, aproximadamente 2.500 ha são cultivados apenas no Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho, no Estado de Pernambuco (GONZAGA NETO, 2003).

A goiaba tem grande variedade e concentração de vitaminas (vitaminas B1, B2, B6, C), minerais (cálcio, ferro, fósforo, potássio, zinco), fibras, além de ser fonte importante de carotenoides e flavonoides (MELTZER, 1998; YAMASHITA; BENASSI, 2000; THAIPONG et al., 2006; TODA FRUTA, 2007). Possui alto teor de ácido ascórbico, sendo este, de três a seis vezes maior que na laranja. O consumo *in natura* é estimado em 300 g (per capita.ano)$^{-1}$ no Brasil e, embora seja pequeno o seu consumo, o fruto pode ser consumido *in natura* e, principalmente, industrializado na

forma de goiabada, geleias, pastas, fruta em calda, purê, alimentos para criança, base para bebidas, refrescos, sucos e xaropes (CEASA, 2004; GOIABA, 2007).

2.2.4 Pinha e Atemoia

A família Annonaceae constitui-se de 132 gêneros e 2.300 espécies (JESSUP, 1988), dos quais dois gêneros recebem notória importância na fruticultura, *Rollinia* e *Annona*. No gênero *Rollinia*, nenhuma das espécies é explorada comercialmente, mas muitas são apreciadas regionalmente, como na Amazônia (KAVATI, 1992). Já no gênero *Annona*, estão agrupadas as principais espécies cultivadas, as quais se distribuem em cinco grupos, sendo os mais importantes o "Guanabani" e o "Attae". O primeiro se refere ao grupo das gravioleiras, representado pela gravioleira (*Annona muricata*), a falsa gravioleira (*A. montana*) e a anona do brejo (*A. glabra*). O segundo está representado pelas anonas comuns, como a fruta-da-condessa (*Annona reticulata*), a pinha (*A. squamosa*), a cherimoia (*A. cherimola*) e a atemoia (*A. squamos* x *A. cherimola*.) (SCALOPPI JÚNIOR , 2007).

No Brasil, toda a área plantada com anonáceas soma 10.500 hectares, dos quais 7.100 ficam na Bahia, ficando os Estados de Pernambuco e Alagoas como segundo e terceiro maiores produtores (IBGE, 2005). Na comercialização das anonáceas na Ceagesp, os principais fornecedores são: São Paulo; Bahia e Minas Gerais. Conforme os dados analisados, em 2005, o predomínio da comercialização da pinha foi de 57% e o da atemoia, de 36%, com oferta das frutas durante o ano todo. O mercado da pinha é abastecido principalmente pela Bahia (52%) e São Paulo (26%). Para a atemoia, a Ceagesp recebe os maiores volumes de São Paulo e Minas Gerais, com 47% e 37% respectivamente (NOGUEIRA et al., 2007).

Dentre as espécies comerciais mais importantes no Brasil, destacam-se, para o consumo *in natura*, a pinha e, mais recentemente, a atemoia. A cherimoia, embora considerada um dos frutos mais saborosos do mundo, requer condições de clima muito

específico para seu cultivo, estando no Brasil restrito apenas a algumas regiões no Estado de São Paulo. A anonácea com maior potencial de industrialização é a graviola, utilizada principalmente na produção de polpa para várias finalidades (SCALOPPI JÚNIOR, 2007).

A atemoia é um fruto híbrido derivado do cruzamento entre um fruto tropical, a fruta-do-conde ou ata (*A. squamosa*), muito cultivada no Brasil e em regiões de clima quente, e um fruto subtropical, a cherimoia (*A. cherimola*), nativa das regiões andinas do Chile, Peru, Bolívia, Equador e em locais de clima ameno (BONAVENTURE, 1999; TOKUNAGA, 2000).

No Brasil, há relatos de que, em 1950, o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) introduziu o fruto no Estado de São Paulo visando a avaliar seu comportamento. Hoje, há diversas cultivares do fruto, sendo que as mais encontradas são: Thompson, Pink's Mammoth, Gefner, African Pride, QAS e PR. Uma pesquisa realizada no entreposto do CEAGESP-SP junto a atacadistas de atemoia aponta como cultivares mais comercializadas a Thompson e a Gefner (TOKUNAGA, 2000).

A pinha tem porte arbóreo, com 4 a 6 metros de altura, bastante engalhada, com folhas caducas e de coloração verde claro brilhante na face superior e verde azulado na inferior, de forma elíptica-oblonga, medindo de 5 a 17 cm de comprimento por 2 a 7 cm de largura e com pecíolos de 0,7 a 1,5 cm de comprimento (OCHSE et al., 1974; PINTO et al., 2005). É originária da América Central, provavelmente da região das Antilhas, encontrando-se distribuída em diversas regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil, foi introduzida no Estado da Bahia e vem se destacando como cultura de importância em vários estados da região Nordeste, entre eles Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba e Pernambuco e, no Sudeste, em São Paulo (DONADIO, 1997; ARAÚJO et al., 1999).

Sua produção comercial tende a crescer em áreas irrigadas do Nordeste, cujo clima é bastante positivo para o sucesso da cultura, pois favorece sua produção na

entressafra, quando acompanhada de um manejo que utilize técnicas apropriadas de plantio, poda, adubação e polinização.

2.3 Frutas e saúde

O consumo de frutas *in natura* vem aumentando na dieta dos consumidores que buscam maior valor nutritivo, efeitos terapêuticos e diferentes fitoquímicos, que possuem atividade antioxidante e podem estar relacionados com o retardo do envelhecimento e a prevenção de doenças, como câncer e problemas cardíacos (SEVERO et al., 2007).

A evidência científica de que dietas ricas em frutas e hortaliças protegem contra câncer e doenças degenerativas é cada vez mais forte e consistente (MARCHAND, 2002). A identificação dos alimentos com atividade preventiva pode levar a meios adicionais de proteção e ao consumo de alimentos específicos por indivíduos de risco. Experimentos realizados no Centro de Pesquisa em Nutrição Humana do USDA, em Tufts, Arkansas, EUA, mostraram que o aumento na capacidade antioxidante do plasma humano já pode ser detectado após uma refeição rica em alimentos considerados antioxidantes, ou após o aumento no número de porções de frutas e hortaliças consumidas por dia (PRIOR, 2002).

Esses alimentos contêm vitaminas, fibras, minerais e ainda outras substâncias que ajudam a viver mais e melhor. O Programa Cinco ao Dia tem um cardápio básico, em que se trabalha com cinco grupos de alimentos que são identificados pelas colorações vermelha, laranja, roxa, verde e branca (CALIARI, 2006), com um grande destaque para as frutas, conforme descrição a seguir:

- Vermelha: O grupo de alimentos vermelhos constitui fontes de carotenoides, que são precursores da vitamina A. O licopeno, fitoquímico encontrado em alguns alimentos deste grupo, ajuda na prevenção do câncer de próstata. Estão inclusos neste grupo: acerola, cereja, ciriguela, goiaba vermelha, pomelo, maçã, melancia, morango, pera vermelha, romã e uva vermelha;

- Laranja - os alimentos de coloração alaranjados, assim como os vermelhos, também são fontes de carotenoides e ricos em vitamina C, que é um antioxidante fundamental para a proteção das células. Deste grupo, participam: abacaxi, abiu, ameixa amarela, caju, carambola, caqui, damasco, laranja, mamão, manga, maracujá, mexerica, alguns tipos de melão, nectarina, pêssego, sapoti e tangerina;
- Roxa - o grupo dos arroxeados contém niacina (vitamina do Complexo B), vitamina C e minerais (potássio), prevenindo doenças cardíacas. São frutas deste grupo: ameixa preta, amora, figo roxo, framboesa, jaboticaba, jamelão, lichia, mirtilo e uva roxa;
- Verde - os alimentos do grupo verde são ricos em cálcio, fósforo e ferro. Promovem o crescimento e ajudam na coagulação do sangue, evitam a fadiga mental, auxiliam na produção de glóbulos vermelhos do sangue, além de fortalecer ossos e dentes. Estão inseridos neste grupo: abacate, kiwi, limão e uva verde;
- Branca - nos alimentos de coloração branca, encontram-se as vitaminas do complexo B e os flavonoides, que atuam na proteção das células. Auxiliam na produção de energia, no funcionamento do sistema nervoso e inibem o aparecimento de coágulos na circulação. Compõem este grupo: atemoia, banana, graviola, mangostão, pera e pinha.

2.4 Atributos de qualidade

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a qualidade não é um atributo único bem definido e sim um conjunto de muitas propriedades ou características peculiares de cada produto. Engloba propriedades sensoriais (aparência, firmeza, aroma e sabor), valor nutritivo e multifuncional decorrente dos componentes químicos; propriedades mecânicas, bem como a ausência ou a presença de defeitos no produto.

Do ponto de vista da ciência dos alimentos, a qualidade, de um modo abrangente, pode ser definida como o conjunto de inúmeras características, que

diferenciam componentes individuais de um mesmo produto e que tem significância na determinação do grau de aceitação pelos produtores, atacadistas, indústrias, varejistas e consumidores, permitindo, assim, a identificação de frutos de alta qualidade. Dessa forma, devem ser considerados os atributos físicos, sensoriais e a composição química, bem como devem ser realizadas associações ou relações entre as medidas objetivas e subjetivas, para um melhor entendimento das transformações que ocorrem, afetando ou não a qualidade do produto (FERNANDES, 1996; NORONHA, 1998).

2.4.1 Características físicas

As determinações das características físicas de frutos como massa, forma, rendimento e coloração, entre outras, não só auxiliam no estabelecimento do grau de maturação e do ponto ideal de colheita, como refletem nos padrões de qualidade de aceitação do produto pelo consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A massa de um fruto está relacionada linearmente com o seu grau de desenvolvimento e/ou amadurecimento, exceto quando se encontra em estádio avançado de maturação, quando apresenta tendência a perder massa fresca em decorrência do maior teor de umidade e de maior permeabilidade da casca (KAYS, 1997).

O tamanho é uma característica avaliada pelo diâmetro, comprimento, largura, pela massa, ou pelo volume (gravidade específica). A forma é avaliada pela relação entre os diâmetros ou por outras características peculiares da espécie ou cultivar. Sendo estes dois atributos, tamanho e forma, importantes parâmetros que, quando variam entre os mesmos produtos, irão afetar a escolha pelo consumidor, as práticas de manuseio, o potencial de armazenamento, a seleção de mercado e o destino final - consumo *in natura* ou industrialização. O diâmetro longitudinal (ou comprimento) e o transversal representam, em conjunto, o tamanho e a sua relação dá ideia da forma do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A coloração é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor e que, conscientemente ou não, afeta a vida diária das pessoas, tendo um efeito estimulante ou inibidor do apetite. Varia intensamente com as espécies e mesmo entre cultivares. Os produtos de cor forte e brilhante são os preferidos, embora a cor, na maioria dos casos, não contribua para um aumento efetivo do valor nutritivo ou da qualidade comestível do produto (COLLINS; PLUMBLY, 1995).

As cores das frutas se devem aos pigmentos naturais existentes, sendo que os três tipos mais comuns nos vegetais são: a clorofila, os carotenoides e as antocianinas. Uma vez que a coloração das frutas e hortaliças é resultante desses pigmentos, a variação na cor entre as cultivares de uma mesma espécie é usualmente devida às diferenças nas quantidades desses pigmentos (SOUZA, 2007; KAYS, 1997). De início, a cor muda gradualmente de verde-escuro para verde-claro. Em seguida, ocorre o surgimento de pigmentos amarelos, alaranjados e vermelhos (carotenoides e antocianinas).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a firmeza representa uma das mais importantes características físicas, uma vez que frutos mais firmes sugerem uma vida útil pós-colheita mais prolongada. Essa característica está associada não só à composição e estrutura das paredes celulares, como também, à manutenção de sua integridade. Frutas e hortaliças destinadas ao processamento devem ser firmes o suficiente para suportar os tratamentos térmicos. Conforme estes autores, a firmeza é definida como o conjunto de propriedades do alimento, composto por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob a aplicação de uma força.

2.4.2 Características físico-químicas e químicas

Com o amadurecimento do fruto, ocorre um aprimoramento das suas características sensoriais, sendo desenvolvidos sabores e odores específicos, em conjunto com o aumento da doçura, redução da acidez e da adstringência. Deste modo, o fruto torna-se mais macio, colorido e aceitável para o consumo. Entre as características físico-químicas e químicas utilizadas na avaliação da qualidade dos frutos, consideram-se as mais comuns: teor de sólidos solúveis (SS), pH, acidez total (AT), relação SS/AT, açúcares redutores, açúcares totais, substâncias pécticas, compostos voláteis, vitamina C, pigmentos e compostos fenólicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O teor de sólidos solúveis é utilizado como uma medida indireta do conteúdo de açúcares, pois seu valor aumenta à medida que estes vão se acumulando no fruto. No entanto, a sua determinação não representa o teor exato de açúcares, pois outras substâncias também se encontram dissolvidas no conteúdo celular (vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos), apesar de os açúcares serem os mais representativos e poderem constituir até 85-90% destes (CHITARRA; ALVES, 2001).

Segundo Figueiredo (2000), a acidez total e o potencial hidrogeniônico são os principais métodos usados para medir a acidez de frutos e hortaliças. Enquanto a acidez determina o percentual de ácidos orgânicos, o pH mede a concentração hidrogeniônica da solução.

O pH mede a quantidade de íons hidrogênio no suco, representando o inverso da concentração de íons hidrogênio (H^+) em um dado material e sua determinação é realizada com auxílio de papel indicador ou de potenciômetro (pHmetro). Já 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 ocorrência de outros, de acordo com a espécie. O conteúdo de ácidos orgânicos

diminui com o amadurecimento na maioria dos frutos tropicais devido à sua utilização no ciclo de Krebs ou sua transformação em açúcares durante o processo respiratório. Uma vez que a concentração de ácidos orgânicos totais tende a declinar, o pH sofreria, por consequência, uma elevação (CHITARRA;CHITARRA, 2005).

A relação SS/AT indica o grau de doçura de um fruto ou de seu produto, evidenciando qual o sabor predominante, o doce ou o ácido, ou ainda se há equilíbrio entre eles. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), essa relação é uma das formas mais utilizadas para a 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. Quanto maior for esta razão, mais doces serão as frutas, sendo um importante atributo de qualidade em acerolas, além de constituir uma forma usual para avaliar o sabor e selecionar a matéria-prima para o processamento (MUSSER et al., 2004).

O amido é o principal polissacarídeo de reserva nos vegetais, que ocorre intracelularmente como grânulos e é altamente hidratado, em dois tipos de polímeros: a amilose e amilopectina. A amilose é uma macromolécula constituída de 250 a 300 resíduos de D-glicopiranose, unidas por ligações glicosídicas a-1,4, que conferem à molécula uma estrutura helicoidal. Amilopectina é uma macromolécula, menos hidrossolúvel que a amilose, constituída de aproximadamente, 1.400 resíduos de D-glicopiranose unidas por ligações glicosidicas a-1,4, ocorrendo também ligações a-1,6 nas ramificações (NELSON; COX, 2002).

Conforme Chitarra e Chitarra (2005), esse carboidrato 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, que tem efeito no sabor e na textura. Em algumas frutas maduras, os teores de amido permanecem elevados, os quais as tornam insípidas, com grau de doçura inadequado para o consumo ao natural.

Os açúcares são ingredientes alimentícios multifuncionais. Além de adoçantes, são agentes espessantes, umectantes, conservantes, solubilizantes e ainda atuam modificando a textura, fornecendo volume, realçando aroma e sabor, modificando a aparência e atuando como precursores de aroma, sabor e de coloração. São ainda utilizados como matéria-prima fermentescível, controladores de ponto de congelamento e reguladores de estrutura e formação de cristais (CÂNDIDO; CAMPOS, 1995).

Um importante atributo de qualidade para frutos é o teor de açúcares, que tem papel fundamental no sabor e aroma, e também tem sido utilizado como indicador do estádio de maturação mais adequado para a colheita (ARRIOLA et al., 1980). Durante a maturação, umas das principais características é o acúmulo de açúcares, que ocorre, na maioria dos frutos, simultaneamente à redução da acidez (CHITARRA; ALVES, 2001).

De acordo com Kashiap et al. (2001), as pectinas são complexos coloidais de polisssacarídeos estruturais ácidos, que são encontrados na lamela média da parede celular dos vegetais. 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).

O teor de pectina tem relação com a consistência ou textura dos frutos, influenciando sua conservação, sendo importante na matéria-prima destinada à indústria, principalmente para elaboração de geleias, pois constitui um dos seus componentes básicos e fundamentais, responsável por conferir ao produto aspecto agradável e palatabilidade (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As pectinas possuem grande capacidade para formar géis e são utilizadas, na indústria de alimentos, como geleificantes. A capacidade de geleificação é fortemente influenciada pelo grau de metoxilação (SOUZA, 2007). As pectinas podem ser classificadas como de baixo teor de metoxilação, quando for inferior a 7%, ou seja,

menos de 50% de esterificação e como de alto teor de metoxilação, quando superar os 7% ou mais de 50% de esterificação. A principal aplicação das pectinas de baixa metoxilação se dá na produção de geleias e doces dietéticos, porque essa pectina não precisa de açúcar para formar gel (HOEF, 2006), enquanto as de alta metoxilação são solúveis em água e têm poder de geleificação na presença de açúcares e ácidos (UENOJO; PASTORE, 2007).

2.5 Compostos bioativos

A incidência de morte devido a acidentes cardiovasculares, câncer, acidente vascular cerebral, arteriosclerose, enfermidades hepáticas, dentre outros, pode ser minimizada por meio de alguns compostos bioativos e substâncias presentes em determinados alimentos, os chamados alimentos funcionais e os nutracêuticos (MORAES; COLLA, 2006).

Os alimentos funcionais ou nutracêuticos são estudados pela ciência chamada nutracêutica que descobriu os compostos bioativos nos alimentos, ou seja, os elementos que são capazes de atuar diretamente na prevenção e no tratamento de doenças. Em sua maioria, os compostos bioativos estão distribuídos entre as frutas, legumes, verduras, cereais, peixes de água fria, leite fermentado, dentre outros. Eles são aproveitados no próprio consumo dos alimentos *in natura* ou estão isolados e inseridos em outro produto passando então a ser enriquecido com nutrientes. Deste processo surgem, por exemplo, as cápsulas de fibras e aminoácidos, os leites enriquecidos com ácidos graxos (ômegas 3 e 6) e as vitaminas (SAÚDE E NUTRIÇÃO, 2008).

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas nos diferentes segmentos visando à descoberta de novas fontes nutricionais. A importância funcional desses compostos na saúde humana tem levado inúmeros pesquisadores a realizarem estudos buscando determinar as concentrações destes compostos nos alimentos mais consumidos e em

especial nas frutas. Estudos epidemiológicos têm demonstrado o efeito protetor de dietas ricas em frutas e vegetais contra doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer, devido, em parte, aos antioxidantes contidos nestes alimentos (RODRIGUES et al., 2003; LIMA et al., 2004; GRANDIS et al., 2005; MELO et al., 2006). Estas respostas se devem a alguns compostos presentes nesses alimentos, como fenólicos, vitamina C e carotenoides.

2.5.1 Compostos Fenólicos

Os fenólicos são compostos largamente distribuídos no reino vegetal, fazendo parte da dieta de forma significativa, influenciando fortemente a qualidade dos frutos, pois contribuem sensorial e nutricionalmente com estes (BAHORUN et al., 2004; SCALZO et al., 2005).

Existem mais de 8.000 compostos fenólicos no reino vegetal, que variam amplamente em complexidade. Estima-se que pessoas que consomem várias porções de frutas e hortaliças por dia, estejam ingerindo diariamente cerca de 1 g de fenólicos. Para a discussão sobre propriedades protetoras da saúde, os compostos fenólicos são agrupados em flavonoides e não flavonoides (ácidos fenólicos e cumarinas). Exemplos de fenólicos não flavonoides são o resveratrol, encontrado em uvas e no vinho, o ácido elágico, encontrado em caqui e romã, e o ácido clorogênico, encontrado em café, kiwi, maçã e nas pequenas frutas. Os principais flavonoides incluem as antocianinas, flavonas, isoflavonas, flavanonas, isoflavonas, flavanóis (catequinas) e as proantocianidinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Reynerston et al. (2008), os polifenóis de frutas são importantes constituintes antioxidantes da dieta. As frutas, principais fontes dietéticas de polifenóis, apresentam variações quantitativas e qualitativas na composição desses constituintes em função de fatores intrínsecos (cultivar, variedade, estádio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas). Por sua vez, a eficácia da ação

antioxidante depende da concentração destes fitoquímicos no alimento (MELO et al., 2008).

Os flavonóis possuem coloração branca ou amarela clara e geralmente acompanham as antocianinas em frutos, provavelmente porque apresentam rotas de biossíntese semelhantes, além de atuarem na copigmentação das antocianinas (MELO, et al., 2006). As antocianinas são pigmentos fenólicos solúveis em água, pertencentes à classe dos flavonoides, responsáveis pelas várias nuanças entre laranja, vermelho e azul, exibidas pelas frutas, hortaliças, flores, folhas e raízes (LIMA et al., 2006).

Muitos estudos sugerem que flavonoides exibem várias atividades biológicas, incluindo antialérgica, antiviral, antitumoral, ações anti-inflamatórias e antioxidantes (HARBONE; WILLIAMS, 2000). As antocianinas possuem diversos efeitos *in vitro* que sugerem benefícios potenciais à saúde em geral e redução de doenças coronarianas, em particular (MAZZA, 2007).

2.5.2 Vitamina C

A vitamina C é uma vitamina hidrossolúvel cuja ingestão diária pelo homem faz-se necessária, uma vez que o organismo humano não é capaz de sintetizá-la, sendo encontrada abundantemente em frutas e hortaliças e, em menor quantidade, em produtos cárneos e no leite de vaca *in natura* (FRANCO, 2001; FRANKE et al., 2004; MOSER; BENDICH, 1991; SUNTORNSUK et al., 2002). É conhecida por prevenir o escorbuto e por atuar em importantes processos metabólicos, na síntese de lipídeos e proteínas, metabolismo de carboidratos, respiração celular, formação e manutenção de colágeno, regeneração dos tecidos, prevenção de sangramento, reduzindo o risco de infecções e facilitando a absorção de minerais. Mais recentemente, tem sido destacada sua ação antioxidante, protegendo as células e os tecidos do processo oxidativo (FRANKE et al., 2004; GARDNER et al., 2000; HALLIWELL, 2001; KIM et al.,

2002; MILANESIO et al., 1997; MOSER; BENDICH, 1991; SILVA, 2005; SUNTORNSUK et al., 2002).

Esta vitamina atua como um excelente antioxidante sobre os radicais livres na fase aquosa, embora não seja capaz de agir nos compartimentos lipofílicos para inibir a peroxidação lipídica. Por outro lado, estudos *in vitro* mostraram que essa vitamina, na presença de metais de transição, tais como o ferro, pode atuar como molécula pró-oxidante e gerar os radicais livres H_2O_2 e OH-**;** porém estes metais estão presentes em quantidades muito limitadas (ODIN, 1997). Efeito semelhante ocorre em frutos muito ricos nessa vitamina como é o caso da acerola (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

As recomendações nutricionais da vitamina C vêm aumentando ao longo do tempo. Na década de 1960, a comissão de especialistas da FAO/OMS recomendava 30 mg de vitamina C para adultos (homens e mulheres acima de 13 anos); 50 mg durante a gestação e lactação e 20 mg para crianças recém-nascidas e crianças até a idade de 13 anos. Nos anos 1970, o National Research Council recomendava 45 mg diários para adultos, 60 mg durante a gestação e 80 mg durante a lactação (PELÚZIO; OLIVEIRA, 2006).

É considerada como uma substância de grande importância para a nutrição humana e está amplamente distribuída no reino vegetal, sendo que algumas frutas são consideradas fontes excepcionais, destacando-se a acerola, goiaba e o caju (SILVA, 2007). Conforme Araújo e Minami (1994), após ser oxidado no organismo em ácido deidroascórbico, apresenta completa atividade vitamínica C, exercendo importante papel na biossíntese de corticoides e catecolaminas, na síntese e manutenção dos tecidos, ossos, dentes e sangue.

Entre as frutas tropicais que apresentam elevado valor nutricional devido à excelente fonte de vitamina C, a acerola é considerada como uma das fontes mais ricas dessa vitamina. No Brasil, têm sido relatados valores de 1.021 mg.100 g^{-1}; 1.836,8 mg.100 g^{-1} e 1.239,6 mg.100 g^{-1} de matéria fresca, respectivamente (ALVES et al., 1995; ARAÚJO et al., 2007; MOURA et al., 2007). No entanto, valores superiores ao

da acerola foram reportados por Alves et al. (2002) em frutos de camu-camu, que chegaram a apresentar 2.600 mg.100 g^{-1} de polpa. Estes resultados de acerola e camu-camu são superiores ao de muitas frutas conhecidas no mercado internacional como ricas em vitamina C, por exemplo, as pequenas frutas.

Gardner et al. (2000) avaliaram a capacidade antioxidante de sucos de diversas frutas e verificaram que foi maior naqueles sucos com altas concentrações de vitamina C, sendo o ácido ascórbico responsável por 65 a 100% do total da capacidade antioxidante de sucos derivados de frutas cítricas. Os autores referem-se ao ácido ascórbico como sendo um dos mais importantes antioxidantes hidrossolúveis nas células, com alta biodisponibilidade, sendo capaz de proteger as biomembranas e as LDL (lipoproteínas de baixa densidade do colesterol), dos danos da peroxidação. Segundo Kim et al. (2002), o ácido ascórbico é o antioxidante majoritário que ocorre naturalmente na dieta humana.

Além da acerola, outras frutas também são reconhecidas como portadoras de elevados teores de vitamina C. É o caso da goiaba, que contém de 3 a 6 vezes mais ácido ascórbico do que a laranja (UDDIN et al., 2002; AGOSTINI-COSTA et al., 2003). O teor médio de ácido ascórbico da goiaba pode variar de 50 a 300 mg.100 g^{-1} (THAIPONG et al., 2006; UDDIN et al., 2002). O IBGE (1999) informa o valor de 218 mg de vitamina C por 100 g da parte comestível, em média. As variações encontradas se devem às diferenças de cultivar e às condições e local de plantio (NOGUEIRA et al., 1978; PADULA; RODRIGUE-ZAMAYA, 1986; MATTIUZ et al., 2003).

2.5.3 Carotenoides

Os carotenoides são pigmentos naturais lipofílicos amplamente distribuídos na natureza, que apresentam diversas funções biológicas e benefícios à saúde. São responsáveis pela coloração vermelha, amarela e alaranjada de frutas, hortaliças, raízes,

flores, peixes, invertebrados e pássaros (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997; MINGUÉZ-MOSQUERA; HONERO, 2002).

Já foram identificados mais de 600 carotenoides e isso se deve às diferentes modificações da sua estrutura básica mediante hidrogenação, desidrogenação, ciclização, migração de ligação dupla, encurtamento ou extensão da cadeia, rearranjo, isomerização, introdução de substituintes ou combinações destes processos (ZECHMEISTER, 1944; RODRIGUEZ-AMAYA, 1999; MELLO, 2002).

Alguns são precursores da vitamina A e dentre os mais encontrados na natureza estão: a-caroteno, ?-caroteno, criptoxantina e ß-caroteno, sendo este último e seus isômeros os de maiores méritos, tendo em vista a sua atividade de vitamina A, em relação aos demais (RODRIGUEZ-AMAYA, 1989). Sendo assim, os carotenoides de origem vegetal têm importância nutricional para o homem como precursores de vitamina A, atuando na manutenção da integridade dos tecidos epiteliais, no processo visual, no crescimento, reprodução, etc. (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Entretanto, alguns fatores podem afetar a sua absorção pelo indivíduo, dentre eles encontram-se: o tipo e a quantidade de carotenoide ingerido na dieta, ligações moleculares, matriz em que o carotenoide se encontra, presença de fatores inibidores ou facilitadores da absorção, estado nutricional do indivíduo, fatores genéticos, bem com a interação entre as variáveis citadas anteriormente (CAMPOS; ROSADO, 2005).

Os carotenoides contêm potencial para benefícios que vão além da atividade de vitamina A. Luteína e zeaxantina parecem proteger o olho contra degeneração macular, ß-criptoxantina, encontrada em altos níveis em citros, pode estar inversamente associada com risco de câncer de pulmão (MANNISTO et al., 2004). O consumo de produtos ricos em licopeno tem sido associado à proteção contra certos tipos de câncer, notadamente de próstata (GIOVANNUCCI et al., 1995).

Os carotenoides são também, pigmentos responsáveis pela cor de muitas frutas, hortaliças, temperos e ervas (AGOSTINI-COSTA et al., 2003). Durante o amadurecimento dos frutos, estes pigmentos podem já estar presentes, tornando-se

visíveis com a degradação da clorofila ou podem ser sintetizados simultaneamente com a sua degradação (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Pantastico (1975) relata que o material liberado durante a degradação da clorofila pode ser utilizado para síntese de carotenodes, à medida que os frutos vão amadurecendo e ocorrendo a degradação da clorofila.

Segundo Palozza (1998), existem evidências da atividade pró-oxidante do ß-caroteno e de outros carotenoides, tanto *in vitro* como *in vivo*, sendo que a passagem de antioxidante para pró-oxidante depende do potencial redox da molécula e do seu ambiente biológico. O potencial pró-oxidante dependeria de vários fatores, dentre os quais podem-se citar a pressão parcial de oxigênio, a concentração do carotenoide e a interação com outros antioxidantes.

2.6 Atividade antioxidante

Além das defesas antioxidantes enzimáticas, os antioxidantes não enzimáticos, supridos pela dieta, também participam do sistema de defesa antioxidante do organismo. Esses compostos são definidos como quaisquer substâncias que, quando presentes em baixas concentrações, comparadas às de um agente oxidante, são capazes de prevenir a oxidação do substrato (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999).

A oxidação é um processo metabólico que leva à produção de energia necessária para as atividades essenciais das células. Entretanto, o metabolismo do oxigênio nas células vivas também leva à produção de radicais livres (ROESLER et al., 2007).

O radical livre é um átomo ou molécula que contém um ou mais elétrons não pareados. A presença deste elétron não pareado altera a reatividade química do átomo ou molécula tornando-o mais reativo que as espécies não radiculares (com os elétrons pareados). O radical hidrogênio (H^{o}), que contém um próton e um elétron, é o mais simples de todos os radicais. As reações em cadeia dos radicais livres são, então,

iniciadas pela remoção do Hº de outras moléculas, como, por exemplo, durante a peroxidação lipídica (VANNUCCHI; JORDÃO JÚNIOR, 2005).

Existem indiscutíveis evidências de que radicais livres causam danos oxidativos a lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. Os radicais livres podem estar na origem de numerosas doenças como, o câncer e doenças degenerativas cardíacas, vasculares e neurológicas (PRIOR et al., 1998). Portanto, antioxidantes que possam neutralizar radicais livres podem ter importância central na prevenção dessas condições patológicas.

Espécies reativas de oxigênio (EROs), tais como radical hidroxila (?OH), ânion radical superóxido ($O^{2?}$) e hidroperoxila (ROO?), causam danos ao DNA ou podem oxidar lipídios e proteínas. Os EROs atacam cadeias de ácidos graxos poli-insaturados dos fosfolipídios e do colesterol, abstraindo um hidrogênio do grupo metileno bis-alílico, iniciando assim o processo de peroxidacão lipídica nas membranas celulares. Os radicais de carbono formados podem reagir com oxigênio originando radicais peroxila, que, por sua vez, podem atacar novas cadeias de ácidos graxos poli-insaturados, propagando a reação, sendo o resultado desse processo, a oxidação de várias moléculas de ácidos graxos (SOUSA et al., 2007), as substâncias que venham a reagir com esses radicais livres são de extrema importância para evitar os danos causados pelos mesmos.

Para combater os radicais livres e/ou as chamadas espécies reativas de oxigênio (ERO) e nitrogênio (ERN), o corpo é equipado com um sistema de defesa efetivo (antioxidantes endógenos), o qual inclui várias enzimas e moléculas antioxidantes de alto e baixo peso molecular (KAUR; KAPOOR, 2001). Esta proteção pode ser baseada em vários mecanismos de ação, principalmente: inibição da geração e a capacidade de neutralizar ERO/ERN, capacidade redutora, capacidade de quelar metais, atividade como enzima antioxidante e inibição de enzimas oxidativas (MAGALHÃES et al., 2008). Além destes antioxidantes endógenos, há aqueles consumidos na dieta (antioxidantes exógenos), que incluem o ácido ascórbico

(vitamina C), a vitamina E, a vitamina A, os carotenoides e os compostos fenólicos. Estes atuam protegendo as células vivas e alimentos *in natura*, bloqueando a ação de radicais livres, formados pela oxidação química e, ou enzimática (lipoxigenase e cicloxigenase), envolvidas na oxidação de ácidos graxos poli-insaturados e, consequentemente, na formação de peróxidos. As dietas contendo substâncias que atuam como antioxidantes (frutas, hortaliças, cereais, óleos e grãos) são benéficas para o mecanismo de defesa celular, protegendo desta forma os componentes da célula das alterações oxidativas (ARAÚJO, 2004b).

Muita atenção tem sido focada para a atividade antioxidante total presente em frutas e hortaliças, devido aos diversos constituintes presentes e que possuem propriedades de reduzir o nível do stress oxidativo (HASSIMOTO et al., 2005).

De acordo com Silva e Naves (2001), os resultados dos estudos epidemiológicos indicam que a ingestão de quantidades fisiológicas de antioxidantes, dentre eles carotenoides, pode retardar ou prevenir o aparecimento de câncer. Assim, o consumo de uma dieta rica em frutas e hortaliças, contendo quantidades dessas substâncias próximas às recomendadas nutricionalmente, contribui com a defesa antioxidante do organismo, inibindo danos oxidativos em macromoléculas.

Como a maioria dos fitoquímicos bioativos possui capacidade antioxidante, o somatório desses potenciais confere a capacidade antioxidante total. Além disso, os compostos antioxidantes presentes nas frutas e hortaliças podem produzir sinergismo ou inibição entre si. Por isso, torna-se interessante, além de avaliar as moléculas isoladamente, estudar o potencial no contexto mais complexo, ou seja, extratos totais obtidos das frutas (ROMBALDI et al., 2006).

2.6.1 Métodos para avaliação

Existe uma grande diversidade de métodos analíticos (químicos, físicos e /ou físico-químicos) propostos na literatura para avaliar o grau de oxidação lipídica e a

atividade antioxidante, colocando, na prática, algumas dificuldades de seleção (SILVA et al., 1999).

Evidências epidemiológicas crescentes do papel de alimentos antioxidantes na prevenção de certas doenças têm conduzido ao desenvolvimento de grande número de métodos para determinar a capacidade antioxidante (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURACALIXTO, 2006). Estes métodos podem ser baseados na captura do radical peroxila ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity Assay), TRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), poder de redução do metal FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), CUPRAC (Cupric Reducing/Antioxidant Capacity), captura do radical hidroxila (método de desoxirribose), captura do radical orgânico ABTS (2,2´-azinobis (3-tilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico), DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazil), quantificação de produtos formados durante a peroxidação de lipídios TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances), oxidação do LDL, co-oxidação do ß-caroteno) (FRANKEL; MEYER, 2000; SÁNCHEZ-MORENO, 2002; ARUOMA, 2003). Dentre estes métodos, ABTS, FRAP, DPPH e ORAC são alguns dos mais usados atualmente (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURACALIXTO, 2006).

2.6.1.1 Método ABTS

O ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt) ou TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Activity) é um método baseado na habilidade dos antioxidantes de captura a longo prazo do cátion radical $ABTS^{\cdot+}$. Esta captura produz um decréscimo na absorbância, que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante em diferentes tempos sendo representadas graficamente (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURACALIXTO, 2006). A curva gerada pela inibição da absorbância é calculada, sendo que os resultados são interpolados na curva de calibração e expressos

em capacidade antioxidante equivalente a 1 mM do trolox. O trolox é um composto sintético, análogo da vitamina E, porém hidrossolúvel.

KUSKOSKI et al. (2005) trabalharam com várias polpas de frutas comercializadas no sul do Brasil avaliando a atividade antioxidante pelo método ABTS expresso em VCEAC (capacidade antioxidante equivalente a vitamina C). Encontraram valores para a acerola, por exemplo, de 1.198,9 ± 8,1 mg.100 g^{-1}. Estes mesmos autores avaliaram a atividade antioxidante pelo mesmo método expressando em TEAC (capacidade antioxidante equivalente ao Trolox) nos tempos de 1 e 7 minutos e encontraram valores para a acerola de 66,5 ± 3,1 mg.100 g^{-1} e 67,6 ± 0,4 mg.100 g^{-1}, respectivamente, confirmando o grande potencial que a acerola representa em relação a outras frutas tropicais.

2.6.1.2 Método ORAC

O método ORAC é um ensaio *in vitro* ou *in vivo* que mede a força antioxidante de alimentos e de compostos químicos. Existe tendência mundial de adotar o ORAC como método padrão para a avaliação da capacidade antioxidante total em alimentos (DUXBURY, 2005).

O método ORAC baseia-se em um mecanismo HAT que mede a capacidade de captura de um radical específico, o peroxil, gerado a partir de uma molécula orgânica AAPH – 2,2' Azobis (2–methylpropianamidine dihydrochloride). Os radicais atacarão a molécula de fluoresceína oxidada que já não emite fluorescência, produzindo, portanto, um decréscimo na mesma (longitude de onda de excitação a 493 nm e de emissão a 515 nm). Na presença dos antioxidantes, a reação do radical peroxil com a fluoresceína fará com que esta mantenha a mesma emissão de fluorescência. Dessa forma, pode-se comparar o decréscimo da fluorescência produzida na presença e na ausência de um antioxidante (OU et al., 2001).

Uma vantagem do uso do método ORAC em relação aos demais métodos antioxidantes que usam a absorbância e o uso da fluorescência como medida do dano oxidativo é que há menor interferência dos compostos coloridos presentes nas amostras, fator importante a se considerar quando se analisam alimentos que possuem cor (especialmente frutas e hortaliças), suplementos de produtos naturais, e vinho tinto. Outra vantagem é o uso de radicais peroxil ou hidroxil como pró-oxidantes, conferindo significado biológico maior em relação a métodos que usam oxidantes que não são necessariamente pró-oxidantes fisiológicos (LIMA, 2008).

2.6.1.3 Método Sistema ß-caroteno/ácido linoléico

O sistema ß-caroteno/ácido linoléico foi desenvolvido por Marco (1968) e modificado por Miller (1971), empregando-se o ácido linoleico, Tween 40 e ß-caroteno. Este método avalia a atividade de inibição de radicais livres gerados durante a peroxidação do ácido linoleico (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006). Trata-se de um ensaio espectrofotométrico baseado na oxidação (descoloração) do ß-caroteno induzida pelos produtos da degradação oxidativa do ácido linoléico. A determinação é efetuada a 470 nm, na presença e na ausência de um antioxidante. É um método simples, sensível, mas não específico, pois, substâncias oxidantes ou redutoras interferem no ensaio (SILVA et al., 1999). A co-oxidação do ß-caroteno é normalmente efetuada no meio emulsionado, o que origina muitas vezes falta de reprodutibilidade dos valores de absorbância medidos. Acresce ainda a dificuldade de interpretação dos resultados devido à interação do ß-caroteno com o oxigênio (BERSET; CUVELIER, 1996; VON GADOW et al., 1997). Apesar dos inconvenientes referidos, este método é amplamente usado e como não recorre a altas temperaturas, permite a determinação do poder antioxidante de compostos termo-sensíveis e a avaliação qualitativa da eficácia antioxidante de extratos vegetais (SILVA et al., 1999).

2.6.1.4 Método DPPH

O método do DPPH· (BRAND-WILLIAMS et al., 1995) é baseado na captura do radical DPPH· (2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazil) de antioxidantes, o qual produz um decréscimo da absorbância a 515 nm. Este método foi modificado por SÁNCHEZ-MORENO et al. (1998) para medir os parâmetros cinéticos. A atividade do antirradical expressa pelo parâmetro EC50 é definida como a quantidade do antioxidante necessário para diminuir 50% da concentração do DPPH·inicial. Algumas modificações nesse método são necessárias no sentido de adaptá-lo às frutas, devido ao mecanismo da reação entre o antioxidante e o DPPH·depender da conformação estrutural de cada antioxidante avaliado.

Diferentes autores utilizam protocolos que variam na concentração inicial do radical (22,5 – 250 μM), tempo de reação (5 – 60 min), solvente e pH reacional. Estas variáveis do método afetam o resultado obtido e por consequência tornam difícil uma comparação válida entre resultados de diferentes autores (SHARMA et al., 2009). Apesar disso, é considerado um método válido e fácil para avaliar a atividade antioxidante de compostos puros e/ou extratos complexos, visto que é utilizado um radical estável e que não necessita ser gerado como em outros métodos baseados na neutralização de radicais (SANCHEZ-MORENO, 2002).

2.6.1.5 Método FRAP

Dentre os métodos em avaliação, o FRAP é o único que não é baseado na capacidade de captura do radical livre e sim na capacidade de redução (BENZIE; STRAIN, 1996). Em meio ácido, o complexo férrico tripiridiltriazina é reduzido ao ferroso, mudando sua coloração para azul na presença de um antioxidante, causando um aumento da absorbância. No método original (BENZIE; STRAIN, 1996), a

absorbância é monitorada após 4 minutos. Porém, Pulido et al. (2000) afirmaram que este tempo de reação não é completo e sugeriram o monitoramento prolongado após 30 minutos. A absorbância alcançada em um ponto fixo é interpolada em uma curva de calibração e os resultados são expressos em capacidade antioxidante equivalente a 1 mM do $FeSO_4$.

A absorbância alcançada em um ponto fixo é interpolada em uma curva de calibração e os resultados são expressos em μM sulfato ferroso. g^{-1} (RUFINO et al., 2006a). Outros autores expressam seus resultados em μM de trolox.L^{-1} por estas unidades serem mais utilizadas na expressão dos resutados (PÉREZ-JIMÉNEZ, 2007).

Pulido et al. (2000) descreveram o método FRAP como uma alternativa desenvolvida para determinar a redução do ferro em fluidos biológicos e soluções aquosas de compostos puros. O método pode ser aplicado não somente para estudos da atividade antioxidante em extratos de alimentos e bebidas, mas, também, para o estudo da eficiência antioxidante de substâncias puras, com resultados comparáveis àqueles obtidos com outras metodologias mais complexas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e obtenção da matéria-prima

O estudo foi conduzido no Submédio do Vale do São Francisco, nas cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, latitude 9º09' Sul, longitude 40º 22' Oeste e altitude média de 365,5 metros.

Segundo a classificação de Köeppen, o clima da região é do tipo Bswh, que corresponde a uma região semiárida muito quente. O índice pluviométrico anual é de 571,5 mm. A temperatura média anual é de 26,4ºC, com média das mínimas de 20,6ºC, e média das máximas de 31,7ºC (EMBRAPA, 2009). Os dados climáticos referentes ao período estudado são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Precipitações mensais e médias mensais de temperatura média, umidade relativa, radiação solar e insolação durante o ano de 2009 no Submédio do Vale do São Francisco.

Meses	Precipitação total (mm)	Temperatura média (°C)	Umidade relativa (%)	Radiação solar (ly/dia)	Insolação (horas)
Janeiro	45,7	27,5	59	448,4	6,8
Fevereiro	127,0	26,1	71	416,7	5,8
Março	152,9	26,2	74	403,0	6,5
Abril	223,6	25,5	81	365,0	5,1
Maio	85,4	24,2	83	309,0	3,1
Junho	14,5	23,6	73	320,1	5,0
Julho	3,6	24,3	69	333,9	5,9
Agosto	1,0	25,2	59	327,1	6,7
Setembro	0,0	27,1	49	393,7	8,4
Outubro	105,7	27,0	64	364,9	7,1
Novembro	0,0	27,4	55	390,9	9,7
Dezembro	49,0	27,4	60	347,8	5,4
Média	-	25,9	66	368,3	6,2

Fonte: Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE (2009).

Foram avaliadas mangas 'Van Dyke', 'Tommy Atkins, 'Haden', 'Kent', 'Palmer', 'Keitt', 'Espada' e 'Rosa'; acerolas 'Sertaneja', 'Okinawa', 'Costa Rica' e 'Flor Branca'; goiabas 'Paluma', 'Rica' e 'Pedro Sato'; pinha; e atemoia 'Gefner', todas oriundas de áreas comerciais do Submédio do Vale do São Francisco.

A colheita foi realizada entre os meses de março a outubro de 2009, dependendo da safra dos frutos estudados, em operação manual, nas primeiras horas do dia.

3.1.1 Manga

As mangas das variedades 'Van Dyke', 'Tommy Atkins', 'Haden', 'Kent', 'Palmer', 'Keitt', 'Espada' e 'Rosa' (Figura 2) foram colhidas entre os meses de março e outubro de 2009, manualmente nas primeiras horas do dia. Elas foram colhidas na maturidade fisiológica (estádio de maturação "de vez"), caracterizada por apresentar ombros cheios, casca verde escura e roxa, polpa branco-creme. Depois de colhidas, foram acondicionadas em caixas de papelão e, em seguida, transportadas para o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE, onde permaneceram à temperatura ambiente (com temperatura média de 25,9 ± 1,7°C e UR de 66 ± 5%), até atingirem, por meio de avaliação subjetiva, o estádio de maturação desejável para o estudo (maduro).

Quando os frutos apresentaram-se maduros, foram divididos em quatro repetições, sendo cada repetição formada por 20 frutos, perfazendo um total de 80 frutos por cultivar. Logo em seguida, foram caracterizados fisicamente quanto à massa total, coloração da casca e da polpa (parâmetros L, C e H), tamanho (diâmetro e comprimento) e firmeza da polpa. Somente após estas análises, as mangas foram descascadas, cortadas e processadas em centrífuga doméstica, sendo a polpa congelada em freezer à temperatura de -20°C para as demais análises físico-químicas e químicas.

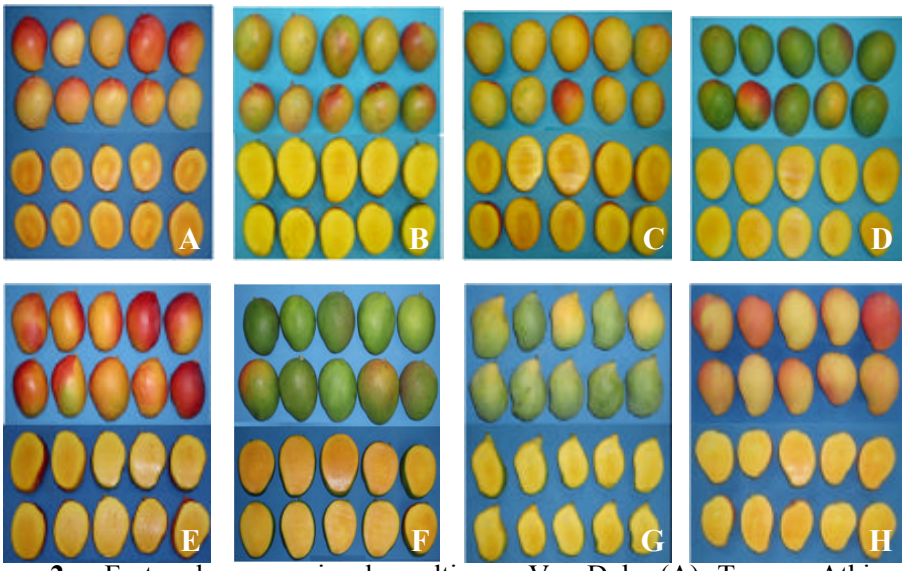

Figura 2 – Frutos de mangueira das cultivares Van Dyke (A), Tommy Atkins (B), Haden (C), Kent (D), Palmer (E), Keitt (F), Espada (G) e Rosa (H). Fotos: Danielly Cristina Trindade.

As características físico-químicas e químicas avaliadas foram: acidez titulável, açúcares solúveis totais e redutores, amido, pH, sólidos solúveis, relação SS/AT, vitamina C, pectina total, flavonoides amarelos, carotenoides totais, polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total (AAT) pelos métodos ABTS e ORAC. Para as análises de polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total (AAT) foram utilizadas três repetições, enquanto para as demais foram utilizadas quatro repetições. Os métodos para obtenção dos valores para cada uma das características citadas serão descritos nos itens 3.2 e 3.3.

3.1.2 Acerola

Acerolas das cultivares 'Sertaneja', 'Okinawa', 'Costa Rica' e 'Flor Branca' (Figura 3) foram colhidas no mês de março de 2009, manualmente, nas primeiras horas do dia, no estádio de maturação comercial, que se caracteriza pela coloração vermelha, mas ainda firmes para suportar o manuseio.

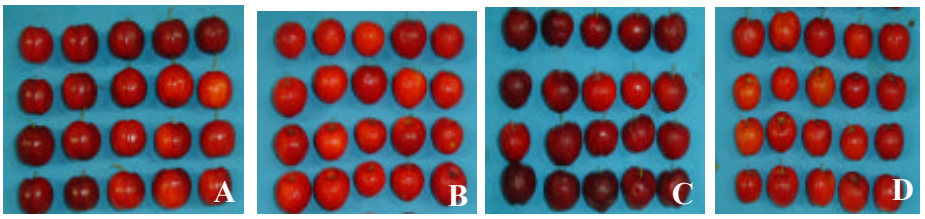

Figura 3 - Frutos de aceroleira das cultivares Sertaneja (A), Okinawa (B), Costa Rica (C) e Flor Branca (D). Fotos: Patrício Ferreira.

Após a colheita, os frutos foram acondicionados em sacos plásticos, armazenados em caixas de isopor e em seguida transportados para o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE. Para as análises físicas, foram utilizadas quatro repetições, cada uma contendo 25 frutos, perfazendo um total de 100 frutos, que foram caracterizados fisicamente quanto à coloração (parâmetros L, a* e b*), massa total, tamanho (diâmetro e comprimento) e firmeza da polpa. Para as análises físico-químicas e químicas, as acerolas foram divididas em quatro repetições, cada uma contendo 2 kg de amostra, sendo um total de 8 kg por cultivar. Logo em seguida, foram processadas em centrífuga doméstica, sendo a polpa congelada em freezer à temperatura de -20°C, para as análises de acidez titulável, açúcares solúveis totais, amido, pH, sólidos solúveis, relação SS/AT, vitamina C, pectina total, flavonóides amarelos, antocianinas, carotenoides totais, polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total (AAT) pelos métodos ABTS e ORAC. Para as análises de polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante

total (AAT) foram utilizadas três repetições, enquanto para as demais foram utilizadas quatro repetições.

3.1.3 Goiaba

As goiabas das cultivares Paluma, Rica e Pedro Sato (Figura 4) foram colhidas no mês de abril de 2009, manualmente nas primeiras horas do dia.

Os frutos foram colhidos na maturidade fisiológica, reconhecida pela coloração verde-mate da casca (Pereira, 1995), sendo, em seguida, acondicionados em caixas de papelão e imediatamente transportados para o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, onde permaneceram em caixas de papelão à temperatura ambiente (com temperatura média de 25,9 ± 1,7°C e UR de 66 ± 5%), até atingirem, por meio de observação visual, o estádio de maturação desejável para o estudo (maduro).

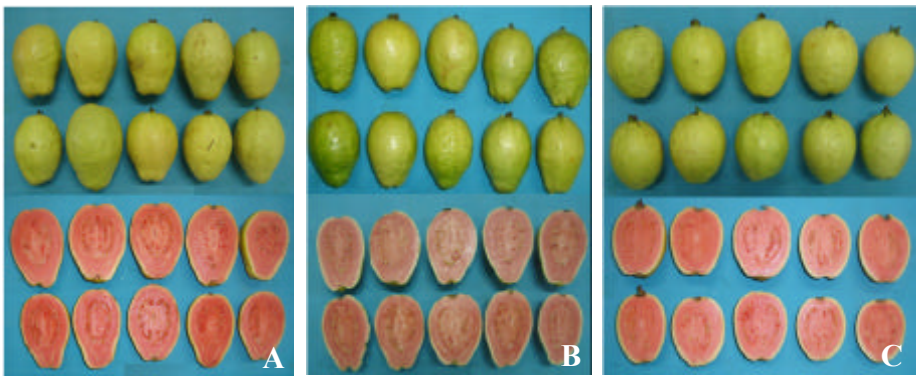

Figura 4 – Frutos de goiabeira das cultivares Paluma (A), Rica (B) e Pedro Sato (C). Fotos: Patrício Ferreira.

Quando os frutos apresentavam-se maduros, cuja casca é amarelada, foram divididos em quatro repetições, sendo cada uma formada por 20 frutos, perfazendo um total de 80 frutos por cultivar. Logo em seguida, foram realizadas as análises físicas de

cada fruto individualmente, sendo avaliadas quanto à massa total, coloração da casca e da polpa (parâmetros L, C e H), tamanho (diâmetro e comprimento) e firmeza da polpa. Somente após estas análises, as goiabas foram descascadas, cortadas e processadas em centrífuga doméstica, sendo a polpa congelada em freezer à temperatura de -20°C para as demais análises físico-químicas e químicas: acidez titulável, açúcares solúveis totais e redutores, amido, pH, sólidos solúveis, relação SS/AT, vitamina C, pectina total, flavonoides amarelos, antocianinas, carotenoides totais, polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total (AAT) pelos métodos ABTS e ORAC. Para as análises de polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total (AAT) foram utilizadas três repetições, enquanto para as demais foram utilizadas quatro repetições.

3.1.4 Pinha e Atemoia

A pinha de variedade não identificada (Figura 5) foi colhida no mês de maio de 2009, manualmente, nas primeiras horas do dia. Enquanto que a atemoia cultivar 'Gefner' foi colhida no mês de setembro. Os frutos foram colhidos na maturidade fisiológica, determinado pelo afastamento dos carpelos e coloração verde-amarelada dos tecidos intercarpelares. Em seguida, foram acondicionados em caixas de papelão e imediatamente transportados para o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, onde permaneceram em caixas de papelão à temperatura ambiente (com temperatura média de 25,9 ± 1,7°C e UR de 66 ± 5%), até atingirem, por meio de observação visual, o estádio de maturação desejável para o estudo (maduro).

Quando os frutos apresentavam-se maduros, foram divididos em quatro repetições, cada uma formada por 20 frutos, perfazendo um total de 80 frutos por cultivar.

Figura 5 – Frutos de pinheira (A) e de atemoeira cultivar Gefner (B). Fotos: Patrício Ferreira.

Logo em seguida, foram realizadas as análises físicas de cada fruto individualmente, nas quais foram avaliados quanto à massa total, coloração da casca (parâmetros L, C e H) e da polpa (parâmetros L e C), tamanho (diâmetro e comprimento) e firmeza da polpa para atemoia e resistência da polpa à compressão no caso da pinha. Somente após estas análises, as pinhas foram cortadas e processadas, sendo a polpa congelada em freezer à temperatura de -20°C para as demais análises físico-químicas e químicas: acidez titulável, açúcares solúveis totais e redutores, amido, pH, sólidos solúveis, relação SS/AT, vitamina C, pectina total, flavonoides amarelos, polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total (AAT) pelos métodos ABTS e ORAC. Para as análises de polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total (AAT) foram utilizadas três repetições, enquanto para as demais foram utilizadas quatro repetições.

3.2 – Métodos usados para as características físicas

3.2.1 Massa total

Foi determinada pela pesagem individual dos frutos em balança semianalítica, com resultados expressos em gramas (g).

3.2.2 Diâmetro e comprimento

Com uso de um paquímetro digital foram realizadas as medidas individuais do diâmetro e comprimento, sendo expressas em milímetro (mm).

3.2.3 Cor instrumental

A cor foi avaliada pela média de duas leituras efetuadas em pontos equidistantes de cada fruto, utilizando-se reflectômetro da marca Colortech, o qual expressa a cor em três parâmetros, definidos conforme coloração característica do fruto e conforme a variação esperada com o amadurecimento: L, que corresponde a luminosidade (brilho, claridade ou reflectância; 0= escuro/opaco e 100= branco); C, o croma (saturação ou intensidade de cor; 0= cor impura e 60= cor pura); e H, o ângulo Hue (ângulo da cor; 0°= vermelho; 90°= amarelo; 180°= verde; 270°= azul e 360°= negro); ou L; a (valores negativos correspondem à intensidade da cor verde e valores positivos a intensidade da cor vermelha) e b (valores negativos correspondem a intensidade da cor azul e valores positivos a intensidade da cor amarela).

3.2.4 Firmeza da Polpa

A firmeza da polpa foi determinada nos frutos íntegros, antes do processamento e do congelamento. Em manga, goiaba e atemoia, a determinação foi feita com o penetrômetro manual Magness-Taylor modelo FT 011 com ponteira de 8 mm de diâmetro. Foram feitas duas leituras por fruto, em lados opostos da porção equatorial, obtendo-se a média. As leituras, em lbf, foram multiplicadas por 4,4482 para expressar o resultado da força necessária para romper a resistência da polpa em Newtons (N). A firmeza da polpa da acerola foi feita com um texturômetro digital Extralab Brasil, modelo TA.XT.Plus com ponteira de 2 mm.

3.2.5 Resistência da Polpa à Compressão

Dadas as características do mesocarpo do fruto, incluindo distribuição das sementes, para a pinha não foi possível utilizar procedimento equivalente ao usado para os demais. Adotou-se a determinação da resistência da polpa à compressão, utilizando-se texturômetro digital Extralab Brasil, modelo TA.XT.Plus, com uma placa de pressão P/75, medindo-se a força necessária, em N, para promover uma compressão de 20% do volume do fruto.

3.3 Métodos usados para as características físico-químicas e químicas

3.3.1 Sólidos Solúveis (SS)

Após filtrar a polpa com papel de filtro, o teor de sólidos solúveis foi obtido por meio de refratômetro digital tipo ABBE com escala de variação de 0 a 65 °Brix, de acordo com metodologia recomendada pela AOAC (1995), sendo o resultado expresso em °Brix.

3.3.2 pH

O pH foi determinado diretamente na polpa, utilizando-se um potenciômetro (Metter Modelo DL 12) com membrana de vidro, de acordo com a recomendação da AOAC (1995), utilizando os tampões 4,0 e 7,0.

3.3.3 Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável foi determinada por diluição de 1 g de polpa em 50 mL de água destilada, titulando-se com solução de NaOH 0,1N, usando indicador fenolftaleína para verificação do ponto de viragem de incolor para róseo claro permanente (AOAC, 1995). Os resultados foram expressos em percentagem. Para a apresentação dos resultados de acidez titulável, nas acerolas foram expressos em percentagem de ácido málico, enquanto que para as demais frutas foi expresso em percentagem de ácido cítrico.

3.3.4 Relação SS/AT

A relação SS/AT foi obtida por meio do quociente entre essas duas variáveis.

3.3.5 Amido

O teor de amido foi determinado conforme metodologia descrita em AOAC (1995), com algumas adaptações. Amostra de 5 a 13 g de polpa, dependendo do fruto, foi diluída em 50 mL de água destilada e centrifugada a 3000 rpm, durante 10 minutos, por três vezes. Ao resíduo, foram adicionados 30 mL de água destilada mais 5 mL de ácido clorídrico a 37%. Após fervura durante 2 h, sob refluxo, foi resfriado e

neutralizado com solução de carbonato de sódio a 20%. Filtrou-se o volume e completou-se para 200 mL, com água destilada. A partir do filtrado diluído, os açúcares redutores foram determinados pelo método do DNS (ácido dinitrosalicílico), conforme Miller (1959). Sendo assim, tomou-se 1,5 mL do filtrado diluído e 1 mL de ácido dinitrosalicílico (DNS) a 1%, procedendo-se a reação em banho-maria, a 100ºC por 5 minutos. Após resfriadas em banho de gelo, o volume das amostras foi completado para 10 mL. As leituras foram feitas em espectrofotômetro, a 540 nm. Os resultados obtidos foram multiplicados pelo fator 0,90 para a obtenção do amido em g.100 g^{-1} da massa fresca.

3.3.6 Açúcares solúveis totais (AST)

Os açúcares solúveis totais foram doseados pelo método da antrona, segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954). O extrato foi obtido da diluição de 0,5 a 1,0 g de polpa em um balão de 100 mL com água destilada, filtrando em seguida. Em tubos de ensaio contendo as alíquotas do extrato, foi adicionado o reativo antrona, sendo logo em seguida agitados e aquecidos em banho-maria a 100°C por 8 minutos e imediatamente resfriados em banho de gelo. A leitura foi realizada em espectrofotômetro em comprimento de onda igual a 620 nm, sendo os resultados expressos em g.100 g^{-1}.

3.3.7 Açúcares redutores (AR)

Para análise dos açúcares redutores (AR), a extração foi feita em água destilada e a determinação, segundo Miller (1959). A partir de 1 g de amostra de polpa diluída para 100 mL e filtrada em papel Wathman qualitativo nº 1, tomou-se 1,5 mL. A este volume, adicionou-se 1 mL de ácido dinitrosalicílico (DNS) a 1%, procedendo-se a

reação em banho-maria, a 100ºC por 5 minutos. Após resfriadas em banho de gelo, o volume das amostras foi completado para 10 mL. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 540 nm. Os resultados foram expressos em g.100 g^{1} da massa fresca.

3.3.8 Vitamina C

Foi obtido por titulometria, usando a solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol a 0,02 %) até coloração róseo claro permanente, utilizando de 1 a 5 g de polpa diluída em 100 mL de ácido oxálico 0,5 %, de acordo com Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.100 g^{-1} de polpa.

3.3.9 Carotenoides totais

Os carotenoides totais foram determinados pelo método de Higby (1962). Em recipiente plástico, foram colocados de 10,0 a 15,0 g de polpa, variando conforme o tipo de fruto, 30 mL de álcool iso-propílico e 10 mL de hexano, seguido de agitação por 1 minuto. O conteúdo foi transferido para um funil de separação de 125 mL envolvido em papel alumínio, completando o volume com água destilada. Após repouso de 30 minutos, procedeu-se a lavagem do material. Essa operação foi repetida por mais duas vezes. O conteúdo separado foi filtrado com algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro, para um balão volumétrico de 50 mL envolto em papel alumínio onde foram adicionados 5,0 mL de acetona, aferindo o volume do balão com hexano. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro no comprimento de onda igual a 450 nm e os resultados expressos em mg.100 g^{1} da massa fresca da polpa, calculados por meio da fórmula:

Carotenoides totais = (A_{450} x 100)/(250 x L x W), onde:

A_{450}= absorbância;

L= largura da cubeta em cm; e

W=quociente entre a massa da amostra original em gramas e o volume final da diluição em mL.

3.3.10 Antocianinas totais e Flavonoides amarelos

As antocianinas totais e os flavonoides amarelos foram doseados segundo Francis (1982). Pesou-se 4,0 g de polpa, em seguida, adicionou-se 30 mL da solução extratora etanol (95%) - HCl (1,5N) na proporção 85:15. As amostras foram homogeneizadas em um homogeneizador de tecidos tipo "Turrax" por 2 minutos na velocidade "5". Logo após, o conteúdo foi transferido diretamente para um balão volumétrico de 25 mL ao abrigo da luz, aferido com a solução extratora, homogeneizado e armazenado em frasco âmbar, o qual ficou em repouso por uma noite na geladeira. No dia seguinte, o material foi filtrado em um béquer de 50 mL protegido da luz. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro, no comprimento de onda igual a 535 nm para antocianinas e 374 nm para flavonoides amarelos. Os resultados foram expressos em mg.100 g^{-1}, por meio das seguintes fórmulas:

- Antocianinas totais = Absorbância x fator de diluição/98,2
- Flavonoides amarelos = Absorbância x fator de diluição/76,6

3.3.11 Substâncias pécticas totais

As substâncias pécticas totais foram extraídas de 3,0 a 5,0 g de polpa homogeneizada em etanol 95%, segundo procedimento descrito por McReady e

MacComb (1952). Após repouso, a amostra foi lavada por duas vezes com etanol 75%. Em seguida, ajustou-se o pH para 11,5 com solução de NaOH 1 N para posterior repouso por 30 minutos. A seguir, o pH foi ajustado para 5,0-5,5 com ácido acético glacial para permitir as condições ideais de hidrólise por meio da pectinase (E.C. 3.2.1.15) de *Aspergillus niger*, 1,0 U/mg (Merck). As leituras foram feitas, por colorimetria, a 520 nm, mediante a reação de condensação com m-hidroxidifenil, segundo Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973), sendo os resultados expressos em mg de pectina por 100 g da massa fresca da polpa.

3.3.12 Polifenóis extraíveis totais (PET)

Os polifenóis extraíveis totais foram determinados por meio do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Larrauri et al. (1997). A extração foi realizada usando de 1,0 a 15,0 g de polpa variando conforme o tipo de fruto. Foi adicionado 20 mL de solução de metanol 50% (primeira solução extratora), homogeneizando e deixando em repouso por 1 hora para extração. Logo em seguida, a mistura foi centrifugada a 15.000 rpm por 15 minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante obtido foi filtrado e colocado em um balão de 50 mL protegido da luz. O precipitado foi dissolvido em uma solução de acetona 70% (segunda solução extratora), ficando em repouso por mais 1 hora. Logo em seguida essa mistura foi centrifugada a 15.000 rpm por 15 minutos. O segundo sobrenadante obtido foi misturado ao primeiro no mesmo balão de 100 mL, aferindo com água destilada, obtendo assim o extrato. A determinação foi realizada usando alíquotas de 0,05 a 0,5 mL do extrato, completando-se para 1 mL com água destilada, 1 mL do reagente Folin-Ciocalteu, 2 mL de $NaCO_3$ 20% e 2 mL de água destilada em tubos de ensaio, sendo em seguida homogeneizados e deixados em repouso por 30 minutos. Depois de decorrido o tempo, a leitura foi

realizada em espectrofotômetro, usando a curva padrão de ácido gálico e os resultados expressos em mg de ácido gálico.100 g^{-1} de polpa.

3.3.13 Atividade antioxidante total (AAT)

3.3.13.1 ABTS

O ensaio com o radical livre ABTS foi obtido pela reação do ABTS (7 mM) com persulfato de potássio (2,45 µM, concentração final). O sistema foi mantido em repouso, à temperatura ambiente (±25ºC), durante 16 horas em ausência de luz. Uma vez formado o radical ABTS•+, diluiu-se com etanol até obter um valor de absorbância entre 700 a 705 nm. A leitura espectrofotométrica foi realizada exatamente após 6 minutos, a partir da mistura do radical com o extrato em um comprimento de onda de 734 nm. Utilizou-se uma alíquota de 30 µL de amostra e 3 mL de radical ABTS•+. A curva gerada a partir dos valores das absorbâncias e das concentrações das amostras foi calculada. Os valores da AAT foram obtidos substituindo-se o valor de y na equação da reta pela absorbância equivalente a 1.000 µM de Trolox, sendo os resultados expressos em µM Trolox.g^{-1} polpa (RUFINO et al., 2006b).

3.3.13.2 ORAC

A extração e determinação da atividade antioxidante total pelo método ORAC seguiu a metodologia descrita por Ou et al. (2001), com modificações.

a) Obtenção dos extratos das frutas

Em um erllermeyer, pesou-se 0,5 g de polpa das frutas liofilizadas, adicionando-se 20 mL de acetona 50% (v/v), cobriu-se o recipiente com papel alumínio e colocou-se em *shaker* para agitação por uma hora. Após este período, centrifugou-se a 25.000 g (15.000 rpm) durante 15 minutos, sendo o sobrenadante filtrado em papel de filtro e armazenado sob refrigeração a 4 ºC, obtendo-se, assim, um extrato na concentração final de 25 $g.L^{-1}$, para cada fruta avaliada. Para a realização das leituras, foram feitas diluições dos extratos em solução tampão fosfato (75mM, pH 7.4), para a obtenção de três concentrações, que variaram de acordo com cada tipo de fruta.

b) Procedimento de leitura

A diminuição da fluorescência foi monitorada de minuto em minuto, durante 180 minutos, utilizando o programa Kinetics do equipamento Espectro Fluorímetro Varian: Cary Eclipse, com leitor de microplacas, seguindo as especificações de leitura apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Especificações de leitura do programa Kinetics do Espectro Fluorímetro Varian: Cary Eclipse.

Excitação ?= 485 nm; Emissão ? = 520 nm.
Fenda de Excitação =20 nm; Fenda de Emissão =10 nm.
Ave Time= 0,2 sec.
Tempo de execução =180 min.
Y(min-max) = 0-1000
Filtro de Excitação: Auto
Filtro de Emissão: Open
PMT: 670 v

c) Preenchimento da microplaca

Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 25 µL do branco (Tampão fosfato), de cada concentração da curva do padrão Trolox (6,25 µM, 12,5 µM, 25 µM, 50 µM e 100 µM) de cada diluição da amostra, para uma microplaca preta de 96 poços, colocando-se cada concentração em um poço distinto, em ordem crescente de concentração e no sentido em que o equipamento realizava as leituras, conforme a Figura 6. Foram utilizadas quatro repetições para o branco e cada concentração da curva e 6 repetições para cada concentração da amostra, devido a possibilidade de erros durante a leitura.

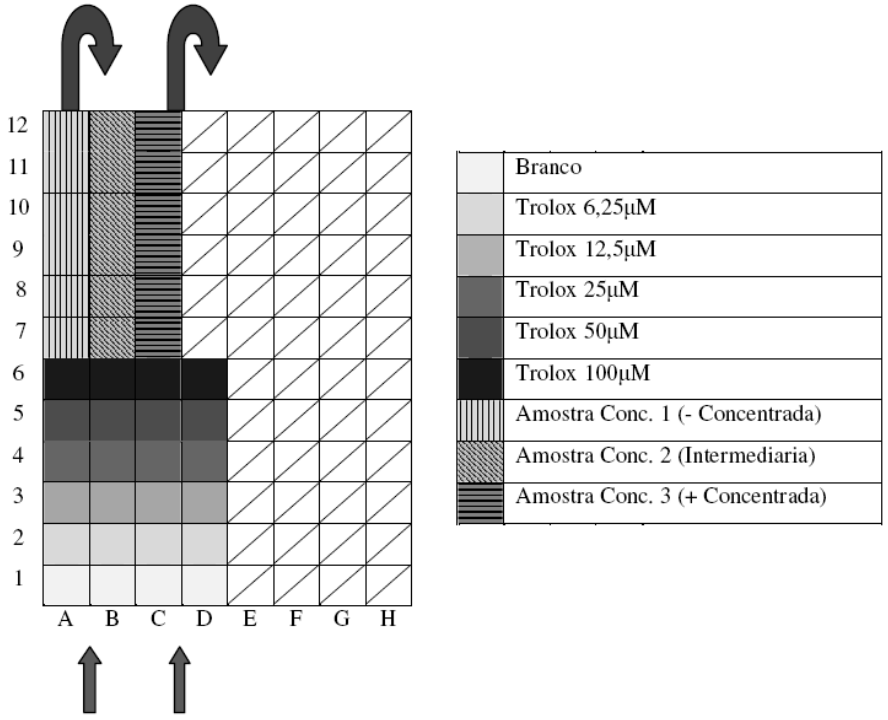

Figura 6 - Esquema de preparação da microplaca para leitura.

Foram adicionados 250 µL de solução de fluoresceína (48 nM) em cada poço da placa. Agitou-se suavemente a placa sob a superfície de uma bancada, para a mistura dos compostos. Tampou-se a microplaca, que foi pré-incubada em estufa com circulação de ar a 37ºC por 10 minutos. Juntamente com a microplaca, foi colocado também, sob aquecimento, em um becker de vidro, aproximadamente 10 mL de tampão fosfato, que foi utilizado posteriormente para dissolver o radical AAPH. Após o período de incubação, adicionou-se em cada poço da placa 50 µL do radical AAPH (153 mM), agitou-se a placa, sendo iniciada imediatamente a leitura. A fluorescência foi monitorada de minuto em minuto, durante 180 minutos, utilizando o programa Kinetics do Espectro Fluorímetro Varian Cary Eclipse, seguindo as especificações de leitura apresentada na Tabela 2 e ilustrada na Figura 7. Para realização do ensaio, foram adicionados 25 µL de amostra ou padrão (Trolox) + 250 µL de FL (48 nM) + 50 µL de AAPH (153 mM), perfazendo um volume total de 325 µL em cada poço da microplaca.

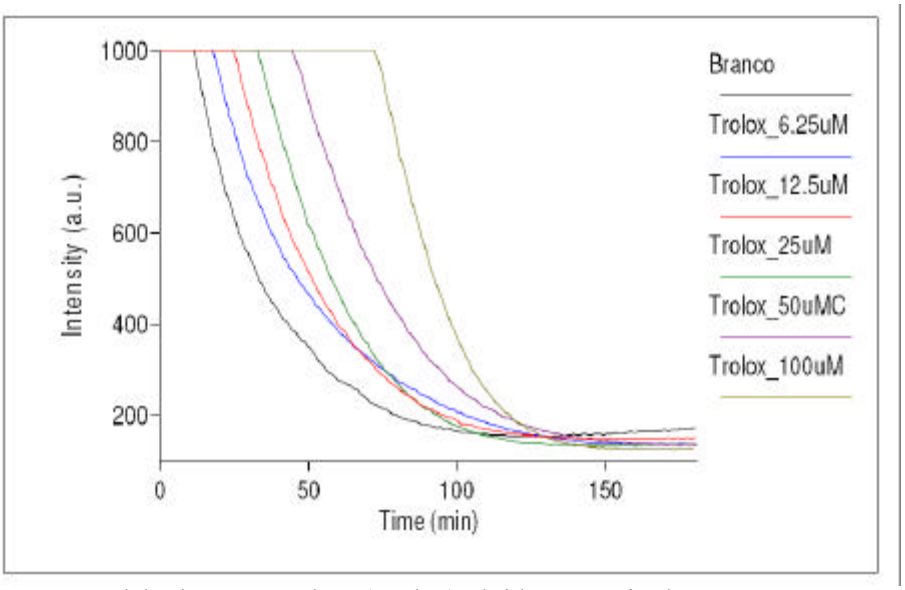

Figura 7 - Modelo da curva padrão (Trolox) obtida por meio do programa *Kinetics* do Espectro Fluorímetro Varian Cary Eclipse.

d) Valor ORAC

O valor ORAC é calculado pela área sob a curva de emissão da fluorescência, que será proporcional à concentração de Trolox. A partir dos valores das intensidades ao longo do tempo, calcula-se a área sob a curva (AUC) utilizando-se a seguinte equação:

$$AUC = 0.5 + (f_i/f_0 + \ldots f_i/f_0 + \ldots f_{179}/f_0) + 0.5\,(f_{180}/f_0) \quad \text{(Eq. 1)}$$

Onde f0= leitura inicial da fluorescência com 0 min e fi= leitura da fluorescência no tempo *i*.

Em seguida, calcula-se a AUCnet, que corresponde a AUC menos a AUC do branco.

$$AUCnet = AUC - AUC_{Branco} \quad \text{(Eq. 2)}$$

Utilizando-se o programa Microsoft Exel, plotou-se os valores médios da AUCnet obtidos no eixo X e as respectivas concentrações da curva do padrão Trolox (6,25 µM, 12,5 µM, 25 µM, 50 µM e 100 µM) no eixo Y (Figura 8), exibindo a equação da reta e interpolando a concentração desconhecida.

$$Y = ax + b \quad \text{(Eq. 3)}$$

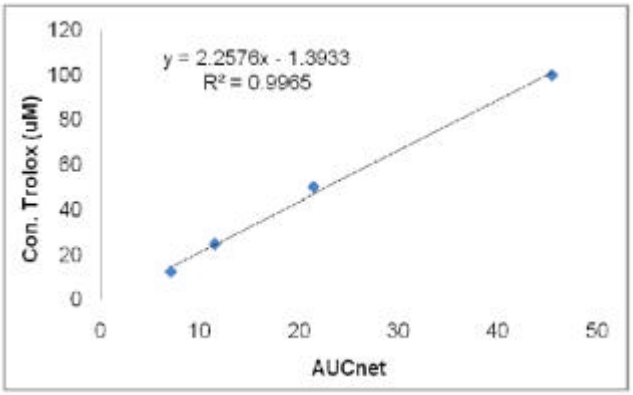

Figura 8 - Exemplo da Curva AUCnet versus concentrações de Trolox.

Substitui-se na equação da reta x pelos valores da AUCnet obtidos para as amostras de frutas analisadas, obtendo-se o valor de y correspondente em µM Trolox. Multiplicou-se o valor obtido pelo número de diluições feitas no extrato (FD) para obtenção das três concentrações diferentes da amostra, e pela razão entre o volume de solvente e a massa da amostra para extração.

$$Valor_{(ORAC)} = (a\ AUC_{net} + b) * FD * (V_{ext} / m_{amostra}) \quad \text{(Eq. 4)}$$

Onde:

Valor(ORAC): µM de equivalentes de trolox por grama de amostra (µM Trolox/g)

UCnet: Área sob a curva da amostra analisada corrigido.

b: Intercepção da curva de calibração padrão (Trolox).

a: Inclinação da curva de calibração padrão (Trolox).

FD: Fator de diluição utilizado.

V(ext): Volume de solvente utilizado durante a extração (L).

m(amostra): Massa de amostra (g)

3.4 Análise estatística

Os resultados das análises físicas e físico-químicas foram submetidos à análise estatística descritiva, obtendo-se a média e desvio padrão para cada variedade de fruta analisada (BANZATTO; KRONKA, 1995).

Foi realizada análise de correlação de Pearson ao nível de 5% de significância, entre os compostos bioativos (vitamina C, carotenóides totais, flavonoides amarelos e polifenóis extraíveis totais) e a atividade antioxidante total pelos métodos ABTS e ORAC, utilizando o programa estatístico "SAS - Statistical Analysis System" (SAS INSTITUTE INC, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliações físicas

4.1.1 Massa

Na Figura 9, podem ser observados os valores para a massa total dos frutos das diferentes cultivares avaliadas. As mangas das cultivares Van Dyke, Tommy Atkins, Haden, Kent, Palmer e Keitt utilizadas neste experimento apresentaram massas dentro dos padrões de exigência para exportação, que é de 300 a 450 g, para o mercado europeu, e de 250 a 600 g, para os Estados Unidos (ARAÚJO, 2004).

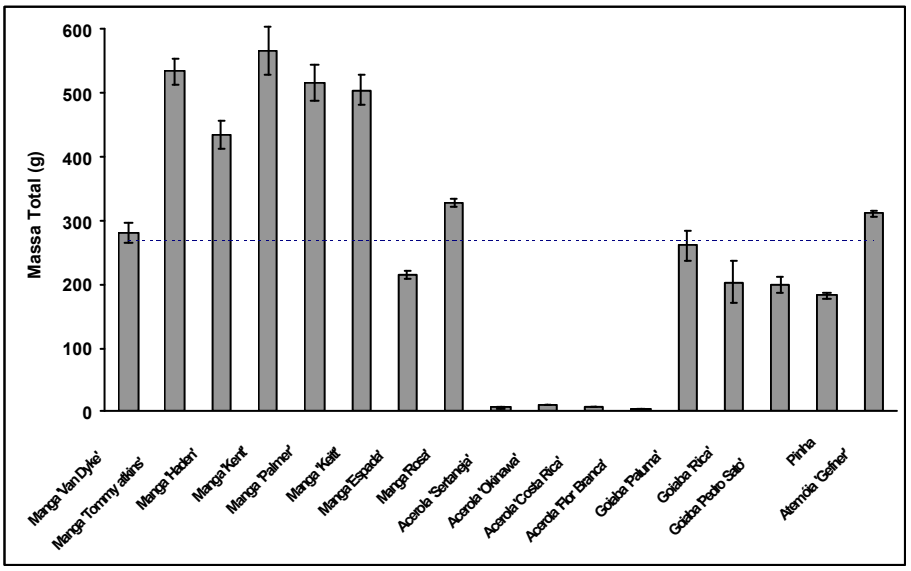

Figura 9 – Massa total de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Os valores encontrados para as cultivares Espada e Rosa, foram inferiores a massa média encontrado por Padilha (2005), que foi de 272 e 485 g, respectivamente. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a massa é uma característica física inerente à espécie ou cultivar, os quais são bastante flexíveis e pode ser influenciada por fatores climáticos e culturais.

Os valores encontrados para as cultivares de aceroleira Sertaneja, Okinawa e Flor Branca foram semelhantes aos encontrados por Silva (2008) que, trabalhando com 19 clones no município de Limoeiro do Norte/CE, encontrou para essas cultivares**,** médias de 6,11, 7,77 e 4,67 g, respectivamente.

Os valores da massa média encontrados para as cultivares de goiaba Paluma e Pedro Sato foram superiores à massa média encontrada por Lima et al. (2002) e Vieira et al. (2008), que relataram 104,80 e 155,86 g, respectivamente.

O valor de massa média encontrado para a pinha, foi inferior aos reportados por Marcellini et al. (2003) e Moura et al. (2000), que obtiveram valores médios de 201,42 e 220,91 g, respectivamente.

Para a atemoia 'Gefner', a média obtida foi superior à encontrada por Neves e Yuhara (2003) e inferior a obtida por Marcellini et al. (2003), que obtiveram médias de 275,1 e 321,47 g, respectivamente.

4.1.2 Comprimento e Diâmetro

Dentre as cultivares de mangas avaliadas, a Palmer e a Keitt apresentaram os maiores comprimentos, sendo de 13,05 e 12,80 cm, respectivamente (Figura 10). Com relação ao diâmetro, as mangas que apresentaram os maiores valores foram as cultivares Tommy Atkins (8,98 cm) e Kent (8,98 cm), sendo estas características peculiares de cada cultivar (Figura 11). Carvalho et al. (2004), avaliando diferentes variedades de mangas, obtiveram os seguintes valores médios, respectivamente, para o

comprimento e diâmetro: 11,30 e 6,5 cm, para a cultivar Espada; 9,6 e 8,3 cm, para Haden; 11,9 e 7,7 cm, para Palmer; 10,1 e 8,0 cm, para Tommy Atkins; e 9,8 e 7,8 cm, para Van Dyke. Santos et al. (2008b), pesquisando as características físicas das mangas 'Palmer' e 'Haden' obtiveram valores médios de 13,9 e 8,8 cm e 10,8 e 7,8 cm para comprimento e diâmetro, respectivamente. Leite et al. (2005), estudando características físicas da manga 'Tommy Atkins' no Submédio do Vale do São Francisco, obtiveram valores médios para o comprimento e diâmetro de 11,2 e 8,93 cm, respectivamente.

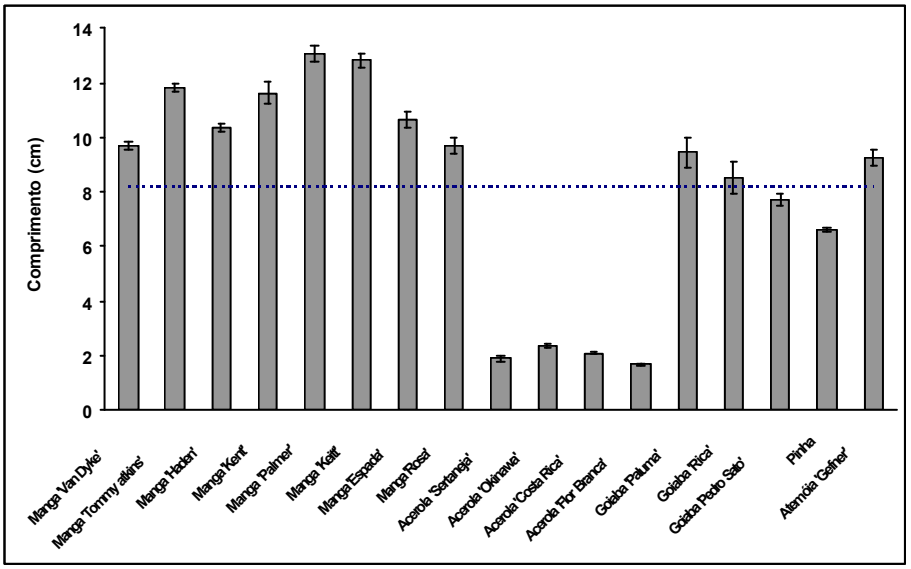

Figura 10 - Comprimento de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Dentre as cultivares de acerolas analisadas, a Okinawa apresentou o maior comprimento (2,35 cm) e diâmetro (2,70 cm). As menores dimensões foram obtidas na cv. Flor branca, com 1,69 e 1,96 cm, para comprimento e diâmetro, respectivamente (Figuras 10 e 11). Como as indústrias de transformação exigem diâmetro mínimo de 1,5 cm (IBRAF, 1995), todas as cultivares avaliadas atendiam esse requerimento.

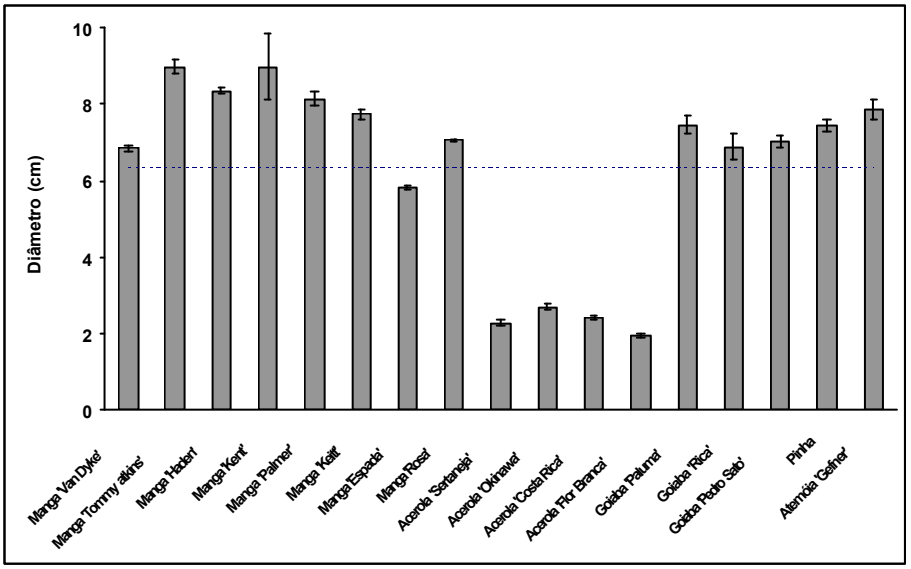

Figura 11 - Diâmetro de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Musser et al. (2005) observaram variação significativa entre os genótipos, verificando que os frutos são, em média, mais largos que altos, o que define um formato em geral, subgloboso. Fato que pode ser comprovado com os resultados obtidos neste estudo, pois todas as cultivares avaliadas apresentaram comprimento menor que o diâmetro. Freire et al. (2006), estudando as características físicas de acerolas em diferentes regiões do Estado da Paraíba, encontraram médias para o comprimento e diâmetro variando de 1,53 a 2,01 cm e de 1,66 a 2,32 cm, respectivamente.

De acordo com as dimensões observadas e segundo as normas de qualidade e classificação de goiabas do Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP (2000), as goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato' apresentaram calibre 7 (diâmetro de 7 a <8 cm),

com 13 frutos por caixa, enquanto a goiaba 'Rica' teve calibre 6 (diâmetro 6 a < 7cm), com 15 frutos por caixa.

As dimensões dos frutos de pinha foram de 6,60 cm de comprimento (Figura 10) e 7,44 cm de diâmetro (Figura 11). Estes valores foram inferiores às médias encontradas por Pereira et al. (2009) e Araújo et al. (2008).

Para a atemoia, foram encontrados valores médios de 9,25 e 7,87 cm para comprimento e diâmetro, respectivamente (Figura 10 e 11). Resultados semelhantes às médias encontradas por Neves e Yuhara (2003) e por Pereira et al. (2009), que trabalharam com a mesma cultivar.

4.1.3 Coloração

4.1.3.1 Cor da casca

Na Figura 12, pode-se verificar os valores para luminosidade da casca das diferentes cultivares frutíferas avaliadas. Esse parâmetro representa o brilho da superfície e segue uma escala que vai de 0 (cores escuras e opacas) a 100 (cores brancas ou de brilho máximo). Ente as cultivares de mangas avaliadas**,** as que apresentaram os maiores valores médios de L da casca foram as cultivares Van Dyke, Haden e Rosa, com valores de 47,72, 49,80 e 45,79, respectivamente. A cultivar Keitt, apresentou o menor brilho (31,55), constituindo uma desvantagem comercial em relação às demais cultivares, pois este parâmetro é reconhecido como fator de atração ao consumidor.

Ribeiro et al. (2008), trabalhando com mangas das cultivares Keitt, Kent e Palmer, encontraram valores médios de 38,72, 49,23 e 45,76, respectivamente. Lima et al. (2007), avaliando a influência da época de aplicação pós-colheita do 1-metilciclopropeno (1-MCP) e da refrigeração sobre a vida útil de mangas 'Tommy

Atkins', observaram valores médios de luminosidade da casca semelhantes ao obtido neste experimento para a mesma cultivar.

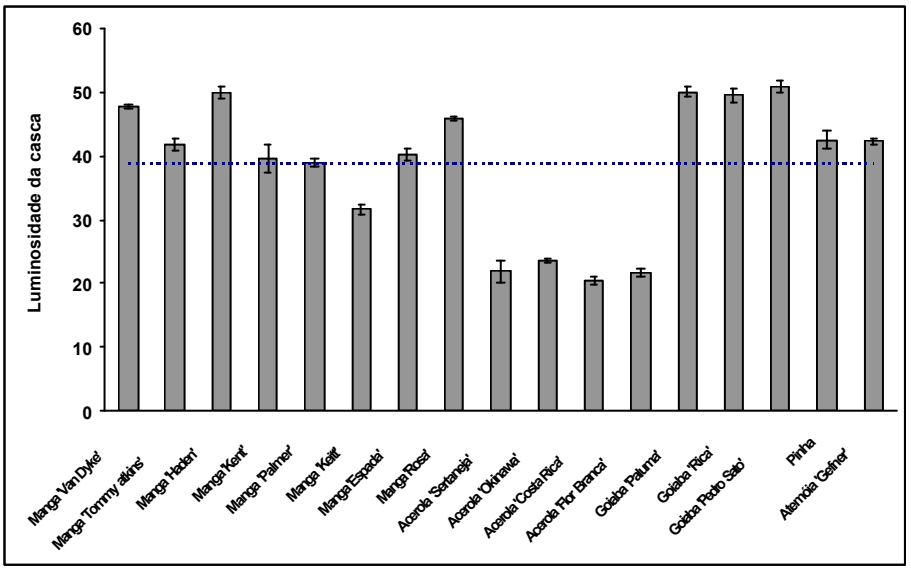

Figura 12 – Luminosidade da casca de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Para as acerolas, os valores de L da casca foram inferiores aos encontrados por Silva (2008), que trabalhando com 19 clones de aceroleira no município de Limoeiro do Norte/CE, observou valores na faixa de 32,10 a 45,93 e por Brunini et al. (2004), que, analisando acerolas provenientes de várias regiões de cultivo, relataram variação de 22,12 a 43,27.

As cultivares de goiabas apresentaram valores de luminosidade e croma (Figura 12 e 13) para a casca inferiores aos encontrados por Pereira (2009), que observou valores médios para a cultivar Paluma de 69,85 e 43,84, respectivamente. Esta mesma autora encontrou valor de ângulo hue de 98,90, o que confere aos frutos uma coloração amarela, semelhante aos valores médios encontrados neste estudo para

as cultivares Paluma, Pedro Sato e Rica (Figura 14). Pode-se observar ainda, que as cultivares Paluma, Pedro Sato e Rica são bastante semelhantes com relação aos parâmetros luminosidade, croma e ângulo hue da casca.

A pinha e a atemoia 'Gefner' apresentaram valores de luminosidade da casca de 42,48 e 42,27 e croma de 22,79 e 32,34, respectivamente (Figura 12 e 13). O croma define a intensidade da cor, assumindo valores próximos a zero para cores neutras (cinza) e ao redor de 60 para cores vívidas (MCGUIRE, 1992). Para frutos como os de anonáceas, que desenvolvem manchas escuras de senescência muito rapidamente na superfície da casca, os valores de croma observados nesse estudo, que, inclusive, são comparáveis aos das goiabas e de algumas cultivares de manga, indicam boa aparência e alto potencial de aceitação pelo consumidor.

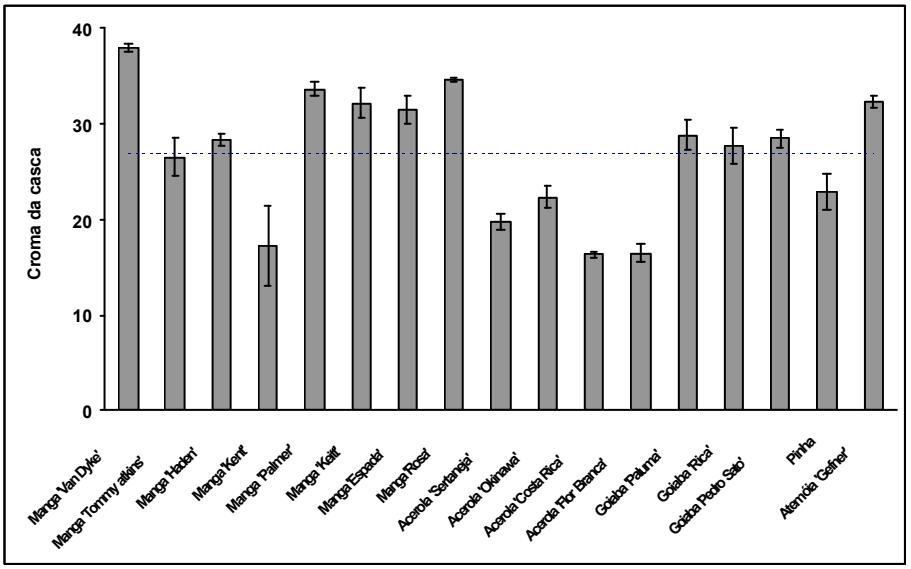

Figura 13 – Croma da casca de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Os valores de croma da casca, obtidos para as cultivares de manga, apresentaram variação de 17,17 a 37,90 (Figura 13). Entre as cultivares de manga avaliadas**,** a Van Dyke apresentou a cor mais intensa, com valor médio de 37,90. As cultivares Kent, Tommy Atkins e Haden apresentaram cores menos intensas, com valores médios de 17,17, 26,53 e 28,29, respectivamente. Ribeiro et al. (2009) e Lima et al. (2007) observaram, para a cultivar Tommy Atkins, croma de 23,07 e 23,00, respectivamente, valores semelhantes aos obtidos neste trabalho para a mesma cultivar.

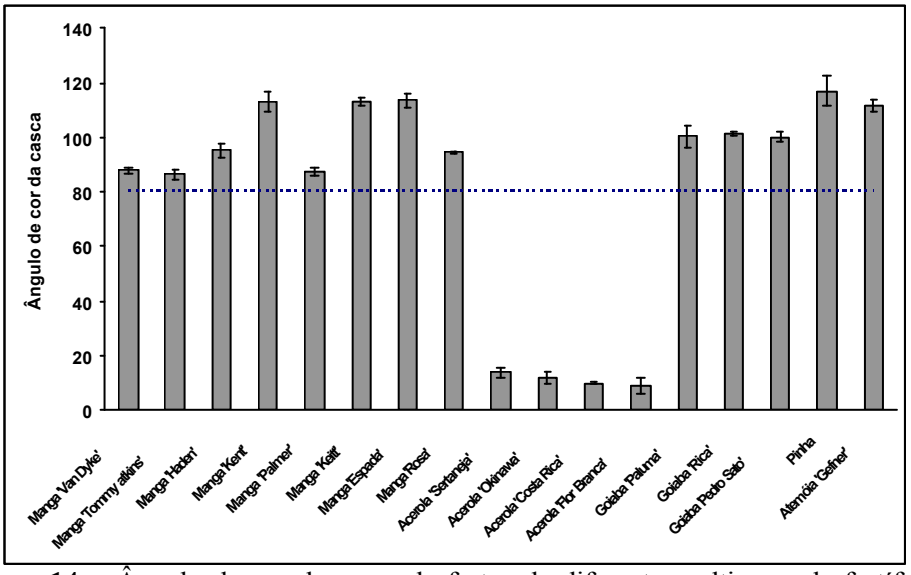

Figura 14 – Ângulo de cor da casca de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Para as cultivares de acerola, houve variação de 16,36 a 22,33 para o croma da casca, sendo estes valores inferiores aos obtidos por Brunini et al. (2004), que mencionaram variação de 23,78 a 61,41. Observou-se que, entre as acerolas avaliadas, a cultivar Okinawa apresentou o maior valor de croma, com média de 22,33.

O ângulo de cor (h) pode variar de 0º a 360º, sendo que o 0º corresponde à cor vermelha, 90º corresponde ao amarelo, 180º ao verde e 270º ao azul. Verifica-se na Figura 14, que os valores de h da casca obtidos para as cultivares de mangas Van Dyke, Tommy Atkins e Palmer indicam que esses frutos apresentavam cor alaranjada. Nas cultivares Haden, Kent, Keitt, Espada e Rosa, os valores observados, na faixa de 94,45 a 133,44º, caracterizaram coloração da casca amarelada. Ribeiro et al. (2008) observaram valores de 95,11, 74,66 e 72,31° para as cultivares Keitt, Kent e Palmer, respectivamente. Destaca-se que, no presente estudo, as cultivares Kent, Keitt e Espada apresentaram colorações da casca típicas da cultivar e dentro dos padrões exigidos pelo mercado consumidor.

Os valores de h da casca observados para as cultivares de acerolas estavam na faixa de 9,17 a 14,04º, correspondendo a uma coloração vermelho arroxeado. A cor é um atributo de qualidade importante também para frutos destinados predominantemente ao processamento, como a acerola, havendo variações de acordo com a época de colheita e estádio de maturação. A coloração vermelha forte é afetada pelo conteúdo total de antocianinas e sua distribuição, pela quantidade de cromoplastos que armazenam tais pigmentos, pela formação de complexos antocianinas-metais e pelo pH (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A cultivar de atemoia 'Gefner' e a pinha apresentaram ângulos de cor da casca de 111,76 e 117,05°, respectivamente, correspondendo à cor amarelada. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Lima et al. (2003), que, avaliando as alterações físicas e físico-químicas, relacionando-as às taxas respiratória e de liberação de etileno durante a maturação de uma outra anonácea, a graviola 'Morada', caracterizaram valor médio de 118,9º para o fruto maduro.

4.1.3.2 Cor da polpa

Comparadas às demais frutas, a pinha e a atemoia apresentaram maior brilho da polpa, com valores de 51,48 e 44,19, respectivamente (Figura 15). Estas mesmas frutas apresentaram valores médios de croma abaixo da média geral, isso indica uma menor intensidade de cor da polpa (Figura 16). Silva et al. (2009), avaliando a qualidade pós-colheita de atemoias cv. Gefner submetidas a embalagens e armazenamento refrigerado, observaram, ao 15° dia de armazenamento, valor médio para luminosidade da polpa de 78,15, resultado superior aos obtidos neste trabalho para a mesma cultivar de atemoia e a pinha. Este valor pode estar relacionado com estádios mais avançados de maturação, quando a polpa possui alto conteúdo de água, promovendo maior reflexão da luz que incide sobre ela.

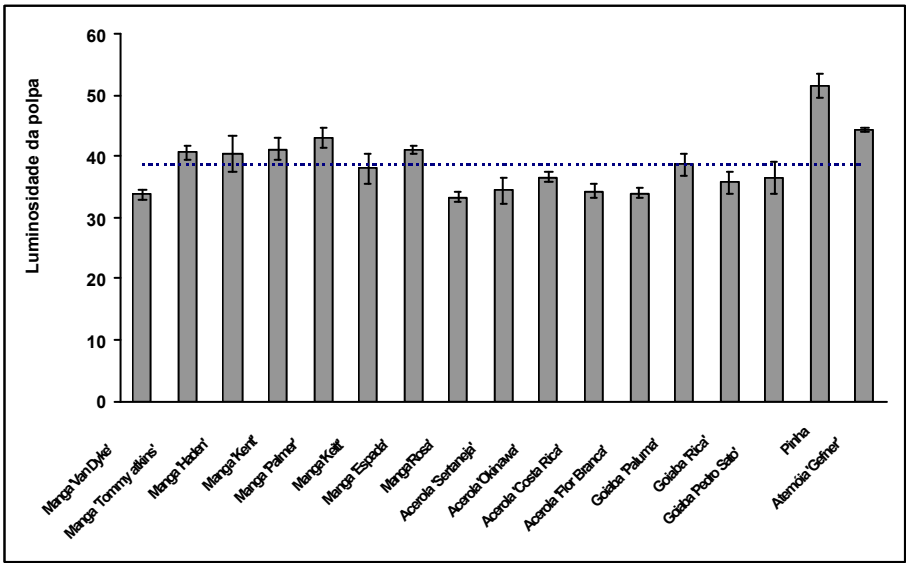

Figura 15 - Luminosidade da polpa de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Pode-se observar, na Figura 15, que houve uma variação de 33,35 a 42,95 na luminosidade da polpa das diferentes cultivares de manga avaliadas. Os maiores valores médios foram observados nas cultivares Palmer e Kent. Com relação ao croma da polpa, as cultivares que apresentaram os maiores valores foram as cultivares Palmer e Espada (Figura 16). Esta característica é importante para o mercado de fruta fresca, formando, juntamente com o aroma, a textura e o sabor, importante fator de aceitação do produto comercial pelo consumidor.

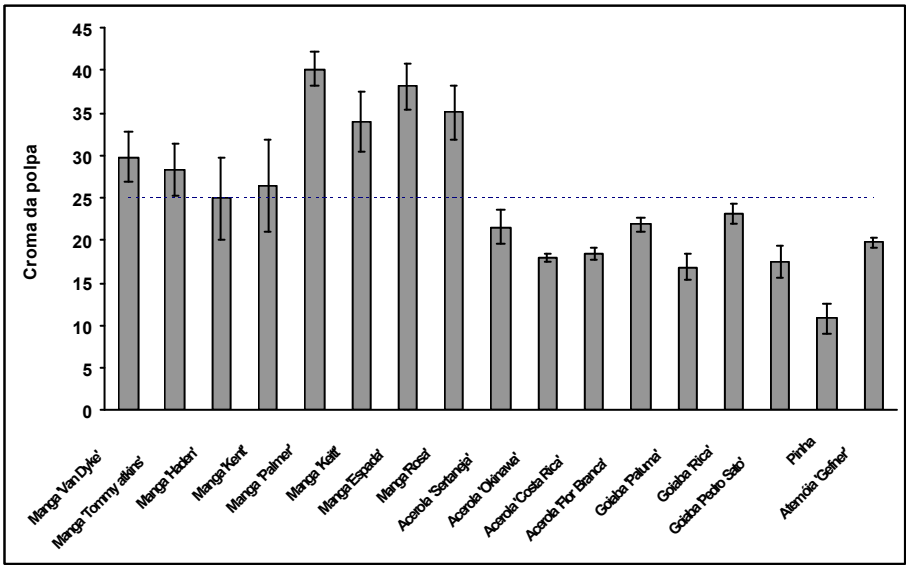

Figura 16 – Croma da polpa de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Observou-se, dentre as cultivares de manga avaliadas, uma coloração de polpa alaranjada, com h° variando de 81,70 a 89,06, com exceção das cultivares Espada (95,11) e Kent (93,73), que apresentaram coloração de polpa amarela (Figura 17). Silva et al. (2009), caracterizando diferentes cultivares de manga maduras, mencionaram valores médios de 79,4, 74,7, 79,2, 82,9 e 83,1, paras as cultivares Espada, Haden,

Kent, Palmer e Tommy Atkins, respectivamente, o que corresponde à coloração alaranjada em todas elas.

As cultivares de acerola apresentaram valores de luminosidade e ângulo hue semelhantes aos encontrados por Lima (2005), mas croma inferior ao encontrado por esta mesma autora, o que conferiu à acerola uma polpa de coloração alaranjada menos intensa. Brunini et al. (2004), analisando acerolas de diferentes regiões de cultivo, observaram coloração da polpa entre a cor rósea e vermelha, conforme o local de plantio.

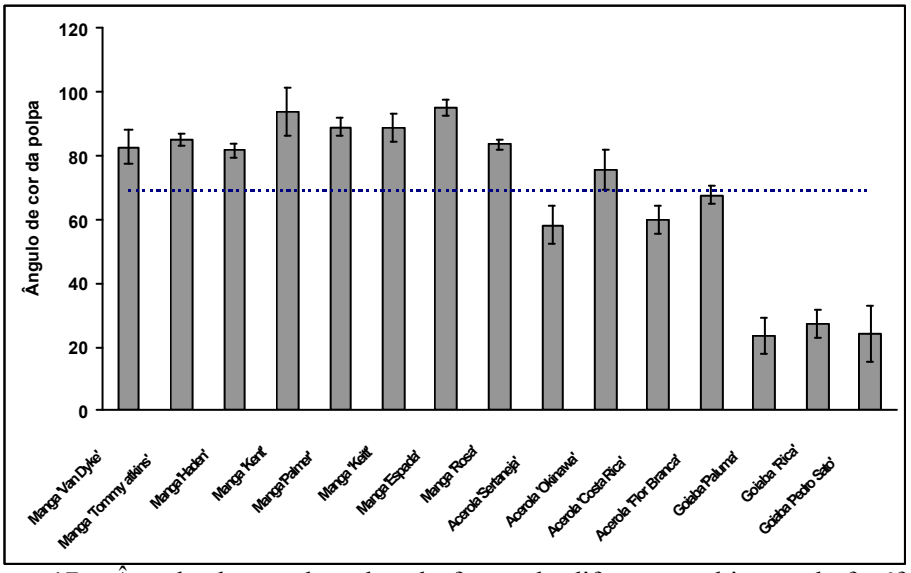

Figura 17 - Ângulo de cor da polpa de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Todas as cultivares de goiaba analisadas apresentaram valores de luminosidade, croma e ângulo hue de polpa (Figura 15, 16 e 17) inferior ao encontrado por Pereira (2009), caracterizando a goiaba analisada neste trabalho como tendo polpa de coloração vermelha menos intensa. Porém, as cultivares avaliadas neste estudo

tiveram sua maturação concluída após a colheita, que foi realizada quando os frutos estavam na maturidade fisiológica. Esta condição, em geral, resulta em menor intensidade de cor da polpa e, em alguns casos, de sólidos solúveis, nos frutos que amadurecem dessa forma. Entretanto, é a situação que representa a comercialização dessas frutas.

4.1.4 Firmeza

Na Figura 18, podem-se verificar as médias para a firmeza da polpa das diferentes espécies frutíferas avaliadas. A goiaba 'Paluma' apresentou a maior média, com 18,79 N, seguido da manga 'Rosa', com valor médio de 16,92 N. As acerolas 'Flor Branca', 'Sertaneja', 'Costa Rica' e 'Okinawa' apresentaram as menores médias, com 2,14, 2,19, 2,38 e 2,62 N, respectivamente. Valores superiores foram encontrados por Silva (2008), que, avaliando 19 clones de aceroleira, relatou média geral de 8,82 N, e por Moura et al. (2007), que observaram média geral, para 45 clones de aceroleira, de 3,59 N.

Entre as cultivares de manga avaliadas, as que apresentaram as menores médias para a firmeza foram as cultivares Keitt e Kent, com valores de 5,05 e 6,71N, respectivamente. Ribeiro et al. (2008), estudando as características físico-químicas de frutos de quinze cultivares de mangueira de origem estrangeira, pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido, encontraram valores médios de 3,67, 9,90 e 9,75 N, para as cultivares de manga 'Keitt', 'Kent' e 'Palmer', respectivamente, no estádio de maturação maduro. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), essas diferenças são atribuídas principalmente a variações das condições climáticas regionais, posição do fruto na planta e grau de maturação.

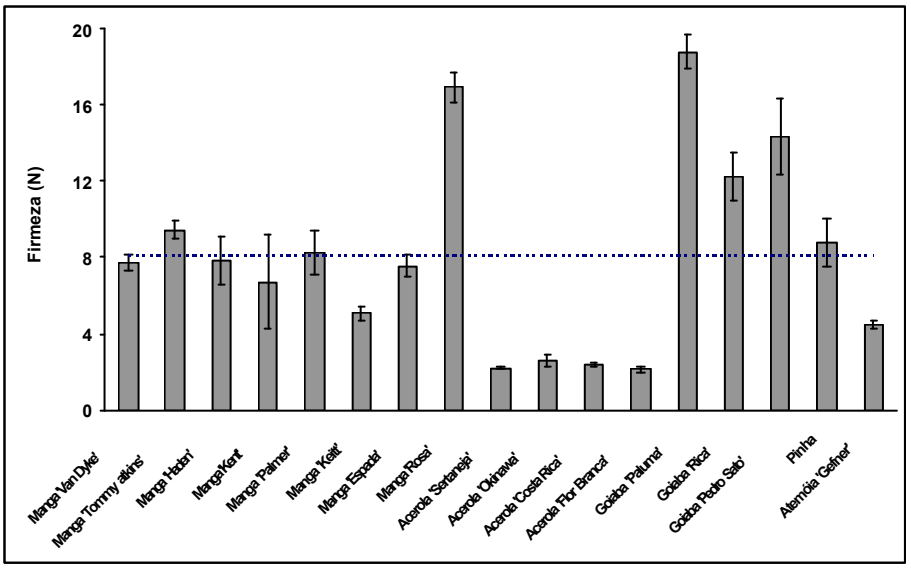

Figura 18 - Firmeza de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Santos et al. (2008a), pesquisando características físico-químicas de frutos da manga 'Tommy Atkins' produzidos no município de Iaçu-BA, encontraram valores médios para firmeza, no estádio de maturação 5, de 6,23 N, valor inferir ao obtido neste trabalho (9,45 N).

A pinha e atemoia Gefner apresentaram valores médios para firmeza da polpa de 8,79 e 4,48 N, respectivamente. Medeiros et al. (2009), caracterizando atemoias em diferentes estádios de maturação, obtidas no Agropolo Mossoró-Assu, no Estado do Rio Grande do Norte, obtiveram, para atemoia no estádio de maturação maduro, valor médio de 17,16 N. Esse valor supera o obtido no presente trabalho. Lima et al. (2003), avaliando as alterações físicas e físico-químicas, relacionando-as às taxas respiratória e de liberação de etileno, durante a maturação da graviola 'Morada', relataram valor médio de 0,9 N no estádio de maturação maduro.

4.2 Características físico-químicas e químicas

4.2.1 Sólidos solúveis (SS)

Na Figura 19, pode-se observar que dentre as frutas avaliadas, a atemoia e a pinha apresentaram os maiores valores médios para o teor de sólidos solúveis (SS), sendo de 26,7 e 24,2°Brix, respectivamente. O resultado é inferior aos reportados na literatura por Marcelline et al. (2003), que, fazendo uma comparação físico-química e sensorial da atemoia cv Gefner com a pinha e a graviola produzidas no Estado de Sergipe, observaram valores médios de 30,9 e 27,5°Brix para a atemoia e pinha, respectivamente. Pereira et al. (2009) mencionaram valores médios de sólidos solúveis para atemoia cv. Gefner e pinha, no estádio de maturação maduro, de 29,8 e 28,2°Brix, respectivamente, sendo também superiores aos encontrados neste trabalho para as mesmas frutas.

As cultivares de manga avaliadas no estudo apresentaram teor de SS variando de 12,0 a 18,1°Brix (Figura 19). As mangas das cultivares Van Dyke, Palmer, Espada, Haden, Rosa e Tommy Atkins destacaram-se pelos valores mais elevados. No entanto, estes valores foram inferiores aos observados por Carvalho et al. (2004). Os autores registraram, nas cultivares Van Dyke, Palmer, Espada, Haden e Tommy Atkins, teor de SS de 20,2, 17,9, 17,0, 17,3 e 16,6°Brix, respectivamente. Todas as cultivares de manga avaliadas neste estudo apresentaram teor de SS acima do mínimo aceitável pela legislação brasileira, que estabelece os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de manga de 11°Brix (BRASIL, 2000). Segundo Cardoso (2005), os teores de SS podem variar em função de diversos fatores, tais como a cultivar, clima, solo, irrigação, levando muitas vezes a divergências em relação ao papel de determinado elemento na qualidade de frutas.

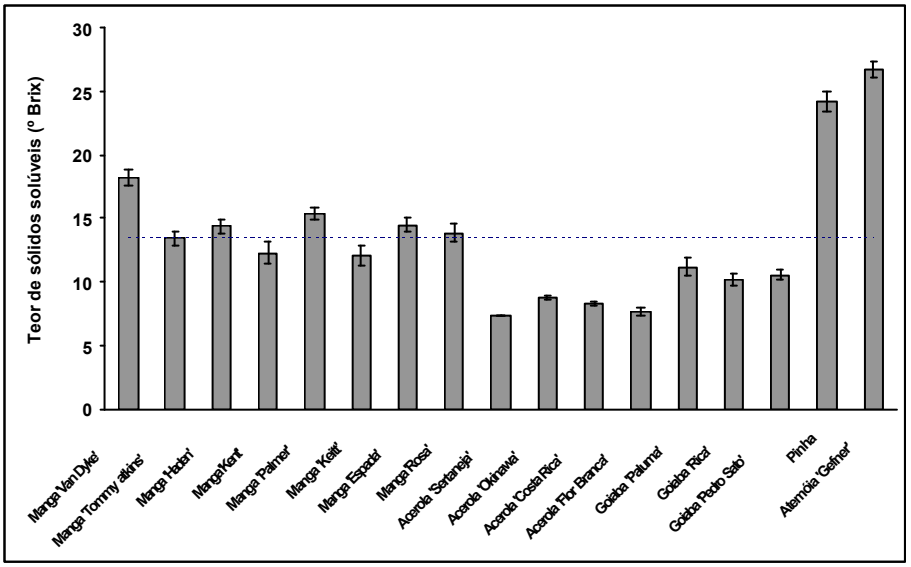

Figura 19 - Sólidos solúveis de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Dentre as frutas avaliadas, as acerolas 'Sertaneja', 'Flor Branca', 'Costa Rica' e 'Okinawa' foram as que apresentaram os menores teores de sólidos solúveis, com média de 7,3, 7,6, 8,3 e 8,7°Brix, respectivamente (Figura 19). No entanto, todas as cultivares de acerola analisadas atingiram valores de SS compatíveis com as exigências para exportação, que correspondem ao teor mínimo de 7,0°Brix para a Europa e de 7,5 °Brix para o Japão, além de exigidos nas indústrias de transformação (Alves, 1996; IBRAF, 1995). Estes resultados se apresentam dentro da faixa citada por Silva (2008), que foi de 4,7 a 11,0, com média geral de 7,6°Brix. Moura et al. (2007) encontraram valores médios na faixa de 5,7 a 11,1°Brix, avaliando as características físicas e físico-químicas dos frutos de 45 clones de aceroleira cultivadas em área comercial localizada no município de Limoeiro do Norte, Ceará.

Os teores médios de sólidos solúveis observados para as cultivares de goiaba Paluma, Rica e Pedro Sato foram de 11,1, 10,1, 10,5°Brix, respectivamente, sendo superiores aos valores informados por Cavalini et al. (2006) e Oshiro et al. (2008), que trabalharam com as cultivares Paluma e Pedro Sato, respectivamente. Entretanto, apresentam-se dentro da faixa citada por Hojo et al. (2007), que, verificando a qualidade dos frutos e o comportamento produtivo da goiabeira cv. Pedro Sato em plantas podadas em diferentes épocas do ano, observaram valores médios entre 6,7 e 11,4°Brix.

4.2.2 pH

Entre as cultivares de manga avaliadas, Tommy Atkins, Palmer e Van Dyke apresentaram os maiores valores de pH, sendo de 4,62, 4,62 e 4,52, respectivamente, enquanto que as cultivares Espada e Rosa obtiveram os valores mais baixos: 3,88 e 3,90, respectivamente (Figura 20). Esses valores são próximos aos obtidos por Santos et al. (2008b), para a cultivar Tommy Atkins e Carvalho et al. (2004), para as cultivares Haden, Palmer e Tommy Atkins.

O pH variou entre as acerolas de 3,15 a 3,45. Os resultados foram próximos aos encontrados por Moura et al. (2007), que obtiveram média de 3,59; Brunini et al. (2004), entre 2,39 e 4,00 e Silva (2009), com média de 3,22.

Foram obtidos valores médios de 3,92, 4,11 e 4,25 para o pH das goiabas 'Paluma', 'Rica' e 'Pedro Sato', respectivamente, dentro da faixa encontrada por Hojo et. al. (2007), que trabalhou com a cultivar Pedro Sato.

O pH da cultivar de atemoia Gefner analisada foi semelhante aos obtidos por Silva et al. (2009) e Marcellini et al. (2003), que obtiveram valores médios de 4,77 e 4,53, respectivamente, para a mesma cultivar.

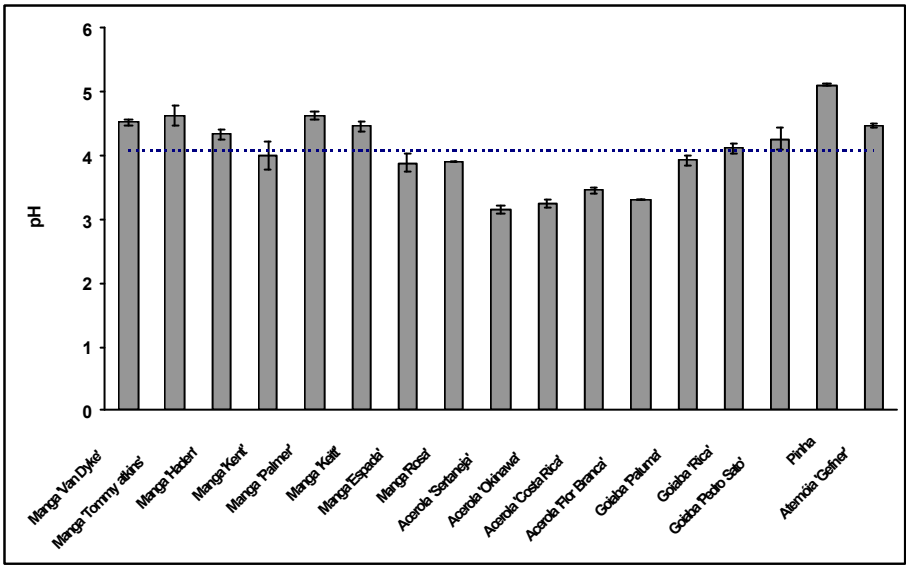

Figura 20 - pH de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Santiago et al. (2006), avaliando a qualidade pós-colheita de pinha colhida de plantas submetidas a diferentes tratamentos, obtiveram valores de pH de 5,22 a 6,45, estando numa faixa superior à média encontrada neste estudo.

4.2.3 Acidez Titulável (AT)

Dentre as frutas avaliadas, as cultivares de acerolas Okinawa, Sertaneja, Flor Branca e Costa Rica foram as que apresentaram os maiores valores médios de acidez titulável, sendo de 1,87, 1,74, 1,35 e 1,11% de ácido málico, respectivamente (Figura 21). Resultados inferiores foram encontrados por Moura et al. (2007), que, avaliando a acidez titulável em 45 clones de aceroleira provenientes de Limoeiro do Norte-CE,

encontraram média de 1,04% de ácido málico. Esses mesmos autores encontram valores de 0,94, 1,26 e 1,34% de ácido málico para as cultivares Flor Branca, Sertaneja e Okinawa, respectivamente. Os valores de acidez titulável obtidos por Silva (2008), para as cultivares Flor Branca, Sertaneja e Okinawa, foram semelhantes aos determinados no presente trabalho.

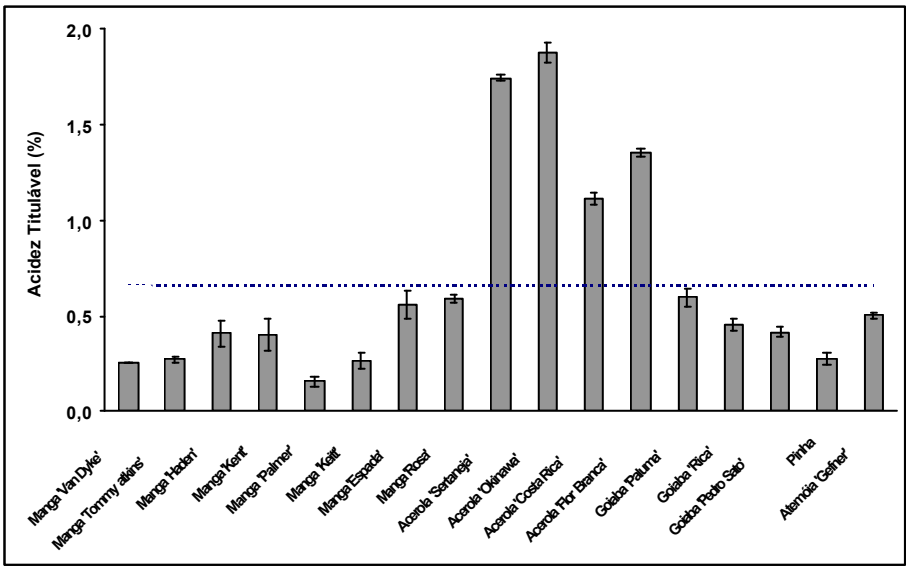

Figura 21 - Acidez titulável de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Com relação às mangas, menores valores de acidez titulável foram obtidos nos frutos das cultivares Palmer (0,15% de ácido cítrico), Van Dyke (0,25% de ácido cítrico), Keitt (0,26% de ácido cítrico) e Tommy Atkins (0,27% de ácido cítrico). Silva et al. (2009), avaliando 15 cultivares de mangueiras oriundas de Viçosa e Visconde do Rio Branco-MG, encontraram valores de 0,17, 0,20, 0,26, 0,27 e 0,35% de ácido cítrico para as cultivares Tommy, Atkins, Palmer, Espada, Kent e Haden,

respectivamente. As cultivares Keitt e Kent estudadas por Ribeiro et al. (2008), apresentaram valores de acidez titulável superiores aos encontrados neste estudo.

Nos frutos das cultivares Espada e Rosa, a AT foi de 0,55 e 0,59% de ácido cítrico, respectivamente. Carvalho et al. (2004) e Silva et al. (2009), trabalhando com manga espada no estádio de maturação maduro encontraram valores de 0,27 e 0,26% de ácido cítrico, respectivamente, resultados inferiores ao obtido neste trabalho. Padilha (2005) encontrou resultados de acidez titulável inferiores para as cultivares de manga Espada (0,40%) e Rosa (0,44%) e superior para a Tommy Atkins (0,32%). A variação entre dados da composição química de mangas pode ser devida às diferentes cultivares que foram estudadas. Comparando-se as mesmas cultivares, as diferenças são atribuídas às metodologias de análise utilizadas, ao estágio de maturação do fruto quando colhido e à região produtora (Medlicott et al.,1988; Bleinroth, 1989, Bernardes-Silva et al., 2003; Bastos et al., 2005 e Benevides et al., 2008).

As três cultivares de goiaba avaliadas apresentaram valores de acidez titulável muito próximos (Figura 21) e semelhantes aos valores reportados na literatura por Cavalini et al. (2006), Oshiro et al. (2008) e Pereira (2009).

Em relação à acidez titulável da pinha, os valores obtidos mostram-se superiores à média de 0,18 g de ácido cítrico. 100 g^{-1} polpa, obtida por Marcellini et al. (2003). Entretanto, apresenta-se dentro da faixa encontrada por Santiago et al. (2006), que, avaliando o comportamento pós-colheita de frutos de pinha submetidos a tratamentos com $CaCl_2$ e acondicionados em bandejas de isopor com total recobrimento com filme de PVC e irradiação gama, obtiveram valores de 0,07 a 0,24% de ácido cítrico.

Para a atemoia, a média de 0,50% de ácido cítrico obtida para a acidez titulável está dentro da média encontrada por Marcellini et. al. (2003), que foi de 0,47%, para a mesma cultivar utilizada neste estudo. Medeiros et al. (2009), caracterizando atemoias em diferentes estádios de maturação obtidas no Agropolo Mossoró-Assu, no Estado do

Rio Grande do Norte, relataram 1,0% de ácido cítrico em frutos maduros, resultado superior ao encontrado neste trabalho.

4.2.4 Relação SS/AT

Entre as cultivares de mangas avaliadas a que apresentou a maior relação SS/AT foi a Palmer, seguido da Van Dyke, com média de 98,54 e 71,26, respectivamente (Figura 22). O fato pode ser justificado pelos maiores teores de sólidos solúveis nestas cultivares e por terem apresentado os menores valores de acidez titulável.

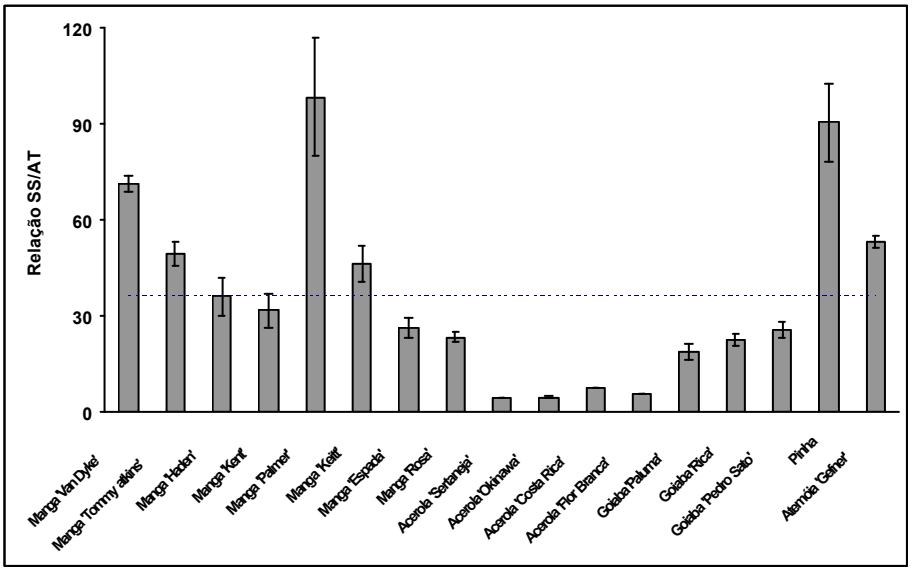

Figura 22 – Relalão Sólidos solúveis/acidez titulável de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

O aumento da relação SS/AT, durante o amadurecimento, pode afetar a doçura e o flavor dos frutos, mas essa relação nem sempre é indicativo de sabor ou flavor ideais. Frutos com baixo teor de SS e baixa AT podem apresentar relação elevada e, no entanto, serem insípidos (EMBRAPA, 2006). Desta forma, é preciso conhecer a fruta e até mesmo suas diferentes cultivares para se identificar, em estádio de maturação específico, a relação SS/AT desejável ou que represente o melhor sabor.

Carvalho et al. (2004), trabalhando com as mesmas cultivares e no mesmo estádio de maturação, obtiverem valores de 51,7 e 45,6 para as cultivares Palmer e Van Dyke, respectivamente. As cultivares Rosa, Espada e Tommy Atkins tiveram menor relação SS/AT, quando comparadas aos valores citados na literatura por Padilha (2005), que informou média de 46,14, 48,37 e 60,63, respectivamente. Silva et al. (2009) encontraram valores médios de 71,7, 36,3, 68,3, 77,51 e 86,5, para as cultivares Espada, Haden, Kent, Palmer e Tommy Atkins, respectivamente. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a relação SS/AT é mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois a relação além de dar uma boa idéia do equilíbrio entre esses dois componentes indica o sabor dos frutos.

Os menores valores médios de relação SS/AT foram observados nas cultivares de acerola Sertaneja (4,22), Okinawa (4,67), Flor Branca (5,65) e Costa Rica (7,45), conforme Figura 22. Os resultados refletem o baixo teor de sólidos solúveis e a alta acidez titulável relativa nas acerolas maduras, estando dentro da faixa observada por Silva (2008) e Moura et al. (2007), que obtiveram valores de 2,86 a 11,64 e 4,32 a 11,94, respectivamente.

A relação dos SS/AT encontrada para as cultivares de goiaba Paluma, Rica e Pedro Sato, com médias respectivamente de 18,87, 22,47 e 25,52, encontram-se dentro da faixa citada por Hojo et al. (2007), que foi de 17,5 a 26,7, com média de 22,29 para a cultivar Pedro Sato.

A pinha apresentou valor médio para a relação SS/AT de 90,48, fato que pode ser justificado pelo seu alto teor de sólidos solúveis e por apresentar baixa acidez

titulável, o que pode indicar uma forte predominância do sabor doce. Resultado superior ao obtido por Moura et al. (2002), que encontraram valor médio de 80,14.

A relação SS/AT encontrada para a cultivar de atemoia Gefner foi de 53,44, semelhante à média encontrada por Melo et al. (2002), que obteve 48,7 trabalhando com cherimoia.

4.2.5 Amido

O teor de amido entre as cultivares de manga variou de 0,03 a 0,40% (Figura 23). O maior valor foi observado na cultivar Espada. Estes valores foram inferiores aos observados por Silva et al. (2009) que registraram, nas cultivares Espada, Haden, Kent, Palmer e Tommy Atkins, no estádio de maturação maduro, teor de amido de 1,5, 0,2, 0,7, 1,8 e 3,5%, respectivamente.

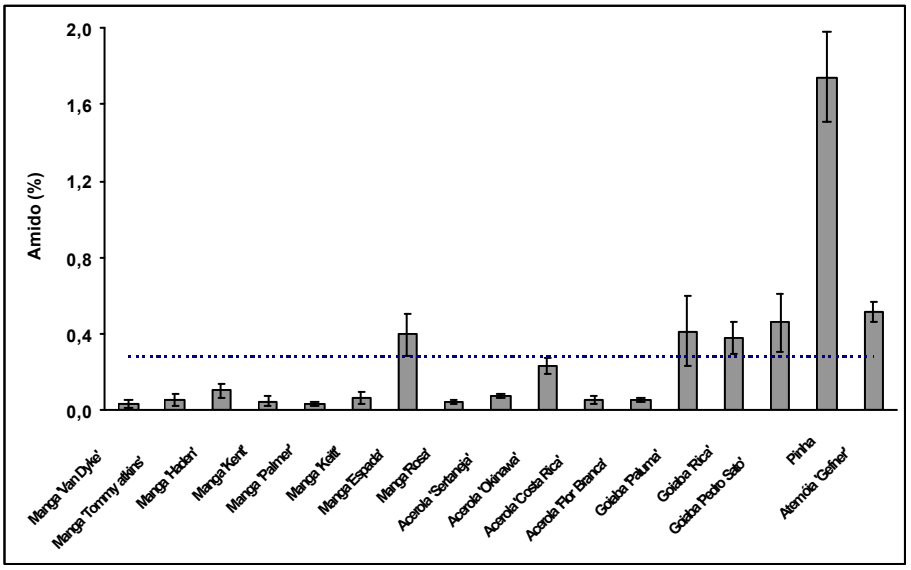

Figura 23 - Amido de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Essa diferença com relação aos resultados obtidos no presente trabalho pode estar relacionada com o fato dos frutos terem sido colhidos maduros diretamente na planta. É possível que, quando o fruto amadurece ligado à planta, os eventos associados ao amaciamento, os quais são caracterizados pela degradação de substâncias pécticas e de hemicelulose e pela hidrólise do amido (WILLS et al., 2007), ocorram em menor intensidade. Alguns autores descrevem o amido como a principal reserva de carbono utilizada na síntese pós-colheita da sacarose, açúcar predominante na manga madura. Todavia, a esse respeito não existe consenso, pois, de acordo com relatos de Bernardes-Silva et al. (2003), a síntese da sacarose nem sempre está temporalmente correlacionada com a degradação do amido. Estes mesmos autores encontraram valores semelhantes aos deste trabalho para o teor de amido na cultivar Van Dyke (0,05%) e superiores para as cultivares Haden (0,21%), Tommy Atkins (2,44%) e Palmer (1,58%).

O teor de amido variou de 0,05 a 0,23% entre as cultivares de acerolas analisadas. Resultados superiores foram obtidos por Soares et al. (2001), que, trabalhando com acerolas maduras, obtiveram valores médios de 2,76%.

As três cultivares de goiaba avaliadas apresentaram teores de amido semelhantes, sendo de 0,42, 0,38 e 0,46 para as cultivares Paluma, Rica e Pedro Sato, respectivamente.

Dentre as frutas avaliadas, o maior teor de amido encontrado foi observado na pinha, com média de 1,74%. Valor superior ao reportado por Moura et al. (2000), que caracterizando a pinha madura obtiveram valores médios de 0,87%.

4.2.6 Açúcares Solúveis Totais (AST)

Dentre as frutas avaliadas, a atemoia e a pinha apresentaram os maiores conteúdos de açúcares solúveis totais, com valores médios de 22,03% e 19,85%,

respectivamente (Figura 24). Moura et al. (2000), trabalhando com pinha, relataram valor de 19,23%, semelhante ao obtido neste trabalho. Sacramento et al. (2003), avaliando a qualidade de graviolas dos tipos 'Morada', 'Lisa' e 'Comum', produzidas na região sul do Estado da Bahia, obtiveram valores de 12,53 a 14,55%.

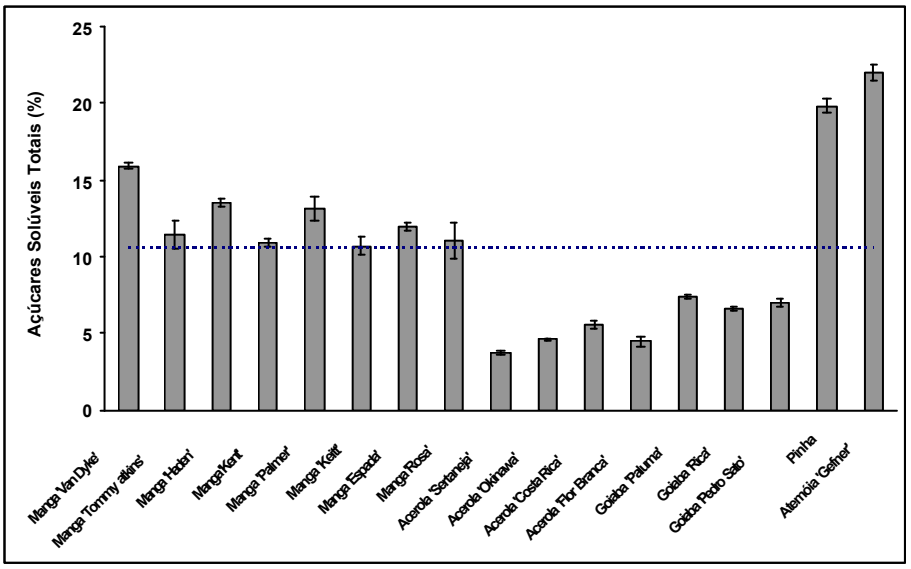

Figura 24 - Açúcares solúveis totais de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

As cultivares de manga analisadas tiveram teor de açúcares solúveis totais variando de 11,11 a 15,94%. As cultivares Van Dyke, Haden e Palmer destacaram-se pelos valores mais elevados. Silva et al. (2009), trabalhando com as cultivares Espada, Haden, Kent, Palmer e Tommy Atkins, relataram valores de 10,6, 6,7, 8,8, 9,9 e 11%, respectivamente, que são inferiores aos encontrados no presente trabalho para as mesmas cultivares.

Entre as três cultivares de goiaba avaliadas, a 'Paluma' apresentou o maior teor de AST, com média de 7,41%. A cultivar 'Pedro Sato' apresentou conteúdo de

açúcares solúveis totais dentro da faixa observada por Vila et al. (2007), que foi de 5,93% a 8,24%.

As cultivares de acerola avaliadas apresentaram teor de açúcares solúveis totais dentro da faixa obtida por Silva (2008) e Brunini et al. (2004), que foram de 1,37 a 6,84% e 3,06 a 8,72%, respectivamente.

4.2.7 Açúcares Redutores (AR)

As maiores médias para o conteúdo de açúcares redutores foram obtidas pela pinha, com 18,26%, e para a atemóia 'Gefner', com 12,66%. Moura et al. (2000) mencionaram valor médio de 15,96% para pinha madura (Figura 25).

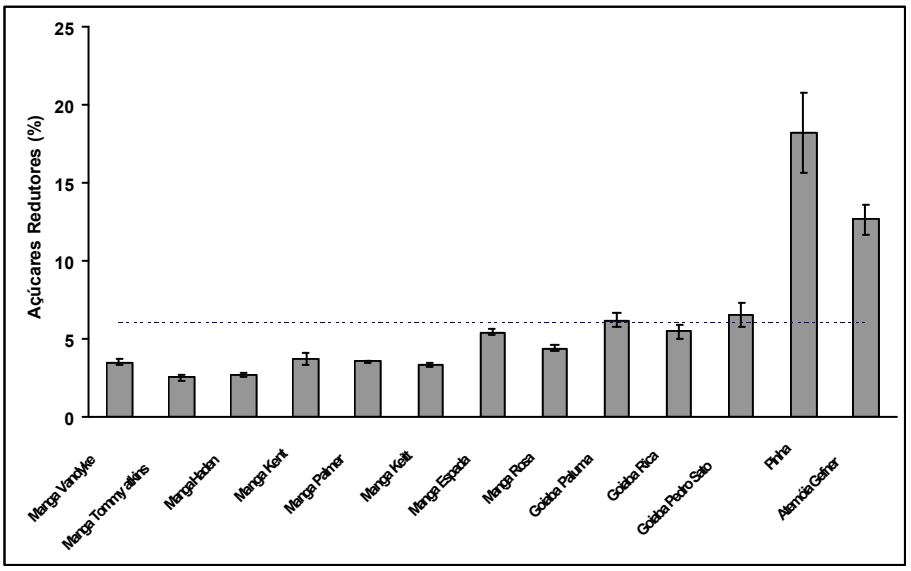

Figura 25 - Açúcares redutores de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

As goiabas apresentaram teor de açúcares redutores de 5,45, 6,16 e 6,48%, para as cultivares Rica, Paluma e Pedro Sato, respectivamente. Os resultados estão dentro da faixa obtida por Vila et al. (2007), que, estudando o uso de biofilmes de fécula de mandioca na manutenção da qualidade pós-colheita de goiabas Pedro Sato, observaram, aos 20 dias de armazenamento, valores entre 5,24 e 6,06%.

Evangelista e Vieites (2006), avaliando a qualidade de polpa de goiaba congelada comercializada na cidade de São Paulo, informaram teores de açúcares redutores médios variando de 3,73 a 7,69%.

Para as mangas, o teor de açúcares redutores variou de 2,51 a 5,42% (Figura 25). As cultivares Espada e Rosa apresentaram os maiores valores. Carvalho et al. (2004), trabalhando com mangas das cultivares Espada, Haden, Palmer, Tommy Atkins e Van Dyke, obtiveram valores superiores aos encontrados neste trabalho, com exceção da manga Espada. Pereira (2009), trabalhando com a cultivar Tommy Atkins, destacou valor médio para o teor de açúcares redutores de 1,50%, o que é inferior ao do presente trabalho.

Não foram apresentados os teores de açúcares redutores nas cultivares de acerola analisadas, pois os valores obtidos foram equivalentes para açúcares redutores e solúveis totais. Isso se deve a uma predominância dos açúcares redutores (glicose e frutose) em frutos de acerola no estádio de maturação maduro. Vendramini e Trugo (2000), investigando o efeito do estádio de maturação na composição química e nos componentes voláteis da acerola, pela análise de frutos em três diferentes estádios de maturação, destacaram valores iguais de açúcares redutores e solúveis totais, pois não foi detectada a presença de açúcares não redutores (sacarose) em frutos maduros.

4.2.8 Pectina total

Os valores médios de pectina total entre as cultivares de manga variou de 183,43 a 346,98 mg.100g^{-1} (Figura 26). Os maiores valores foram observados nas

cultivares Kent, Espada, Tommy Atkins e Van Dyke. Pereira (2009), avaliando a qualidade de frutas tropicais produzidas no Polo Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará, observou, para a cultivar 'Tommy Atkins', o teor médio de pectina total de 320 mg.100g^{-1}, próximo ao obtido no presente experimento para esta mesma cultivar.

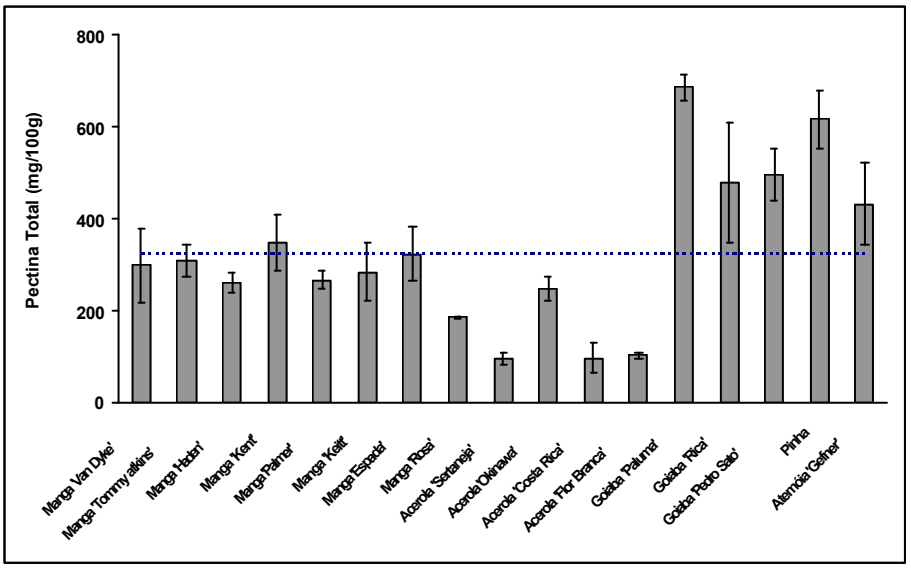

Figura 26 – Pectina total de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Dentre as cultivares frutíferas avaliadas, as acerolas apresentaram os menores valores médios de pectina total, com exceção da cultivar Okinawa, que obteve valor de 246,71 mg.100g^{-1}. Soares et al. (2001), trabalhando com polpa desidratada de acerola, relataram 1,14% de pectina, resultado superior aos obtidos neste trabalho. França et al. (2003), avaliando frutos de três matrizes com características físicas distintas, nos estádios de maturação "de vez" e maduro e em distintas safras, obtiveram teor de pectina na faixa de 0,73 a 1,20%. Estes valores também são superiores aos encontrados neste trabalho, para as quatro cultivares de acerola analisadas.

A goiaba 'Paluma' apresentou o maior teor de pectina total com média de 685,45 mg.100g^{-1}. As cultivares Rica e Pedro Sato obtiveram menores valores com relação à Paluma, com valores de 477,83 e 494,38 mg.100g^{-1}, respectivamente. Xisto et al. (2004), ao avaliarem a textura de goiabas Pedro Sato submetidas à aplicação de cloreto de cálcio, obtiveram para o teor de pectina total valores de 340 mg.100g^{-1} a 400 mg.100g^{-1}, inferiores aos resultados obtidos para as cultivares de goiabas avaliadas neste trabalho.

De acordo com Silveira (2008), maiores teores de pectina total são importantes para a conservação pós-colheita, visto que as pectinas influenciam a textura dos frutos e sua conservação. São também importante matéria prima destinada à indústria, principalmente para elaboração de geléias e doces em massa, pois diminuem o custo de processamento industrial, devido à menor necessidade de adição de pectina comercial e redução do tempo de fabricação. São também responsáveis por conferir ao produto, aspecto agradável e palatabilidade.

A pinha e a atemoia apresentaram média de 615,51 e 431,55 mg.100g^{-1}, respectivamente, para o teor de pectina total. Moura et al. (2000) obtiveram valores de 660 mg.100g^{-1}, semelhantes aos obtidos neste trabalho para a pinha.

4.2.9 Vitamina C

Os maiores teores de Vitamina C foram observados nas cultivares de acelora, com destaque para as cultivares Okinawa e Sertaneja, cujos valores foram de 2337,18 mg.100g^{-1} e 2075,13 mg.100g^{-1}, respectivamente (Figura 27). Valores superiores aos obtidos por Moura et al. (2007), que observaram 1225,24, 1421,50 e 1733,51 mg.100g^{-1} paras as cultivares Flor Branca, Sertaneja e Okinawa, respectivamente. O teor de vitamina C encontrado para todas as cultivares de acerola analisadas encontram-se dentro da faixa citada por Silva (2008), que obteve média variando de 350,45 mg.100g^{-1} a 2530,04 mg.100g^{-1} com média geral de 1367,47 mg.100g^{-1}. Entre as cultivares de

goiaba analisadas, a Rica apresentou o maior teor de vitamina C, com média de 107,40 mg.100g^{-1} (Figura 27). As cultivares Paluma e Pedro Sato apresentaram valores muito próximos, com média de 78,80 mg.100g^{-1} e 81,08mg.100g^{-1}, respectivamente. Vila et al. (2007), trabalhando com fécula de mandioca em diferentes concentrações, observaram valores variando de 110,90 mg.100g^{-1} a 168,52 mg.100g^{-1}, superiores, portanto, ao obtido neste trabalho para a mesma cultivar.

Os teores de vitamina C obtidos para as cultivares de goiaba Paluma e Pedro Sato encontram-se dentro da faixa citada por Cavalin (2006), que citou médias variando de 62,8 mg.100g^{-1} a 84,94 mg.100g^{-1}, para goiaba 'Paluma', em diferentes estádios de maturação.

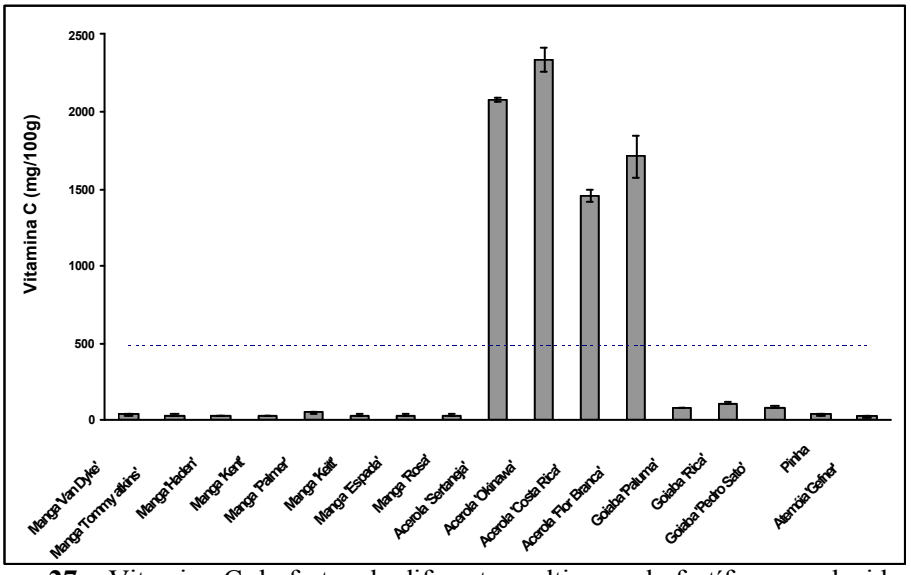

Figura 27 – Vitamina C de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

As mangas apresentaram teores de vitamina C variando de 29,68 mg.100g^{-1}, para a cultivar Kent, a 51,39 mg.100g^{-1}, para Palmer. Carvalho et al. (2004),

trabalhando com mangas das cultivares Espada, Haden, Palmer, Tommy Atkins e Van Dyke, informaram teores de vitamina C de 31,30, 36,60, 56,7, 31,7 e 38,3 mg.100g^{-1}, respectivamente. Estes resultados são semelhantes aos obtidos no presente trabalho para as mesmas cultivares. Entretanto, Silva et al. (2009), trabalhando com as cultivares Espada, Haden, Kent, Palmer e Tommy Atkins, observaram valores inferiores aos obtidos neste trabalho para as mesmas cultivares.

Dentre as frutas avaliadas**,** a atemoia 'Gefner' foi a que apresentou o menor teor de vitamina C, com média de 25,11 mg.100 g^{-1} (Figura 27). Valor inferior ao citado na literatura por Silva et al. (2009), que, trabalhando com diferentes embalagens e armazenamento refrigerado em atemoia 'Gefner', obteve faixa variando de 29,62 mg.100 g^{-1} a 88,88 mg.100 g^{-1}. Entretanto, Medeiros et al. (2009), estudando as características químicas e físicas de atemoias em dois estádios de maturação, mencionaram valor de 15,84 mg.100 g^{-1}, sendo inferior ao obtido no presente trabalho.

A pinha apresentou um teor de vitamina C de 35,39 mg.100 g^{-1}, valor superior ao citado por Moura et al. (2000), que observaram valor médio de 28,35 mg.100 g^{-1}.

4.2.10 Antocianinas totais e Flavonoides amarelos

Os flavonoides englobam classes de pigmentos naturais encontrados com frequência nos vegetais. As antocianinas e os flavonóis são compostos que pertencem ao grupo dos flavonoides e são responsáveis pela coloração que varia de vermelho vivo à violeta e de branco a amarelo claro, respectivamente (BOBBIO; BOBBIO, 1995). As cultivares de manga, atemoia e a pinha não foram analisadas com relação a antocianinas totais, pois este composto está diretamente relacionado com pigmentos de coloração vermelho a violeta. Como estes frutos não apresentam pigmentos com essa coloração, não houve necessidade da quantificação do mesmo nos referidos frutos.

A coloração vermelha da acerola madura é decorrente da presença de antocianinas (CHAN; YAMAMOTO, 1994). O teor de antocianina das acerolas foram superiores aos obtidos para goiabas (Figura 28). As cultivares Flor Branca, Sertaneja, Okinawa e Costa Rica apresentaram valores médios de 7,03, 10,90, 13,0 e 13,80 mg.100 g^{-1}, respectivamente. Esses resultados estão dentro da faixa relatada por Moura et. al. (2007) e Silva (2008), que foram de 1,52 a 28,47 mg.100 g^{-1} e 1,46 a 21,55 mg.100 g^{-1}, respectivamente.

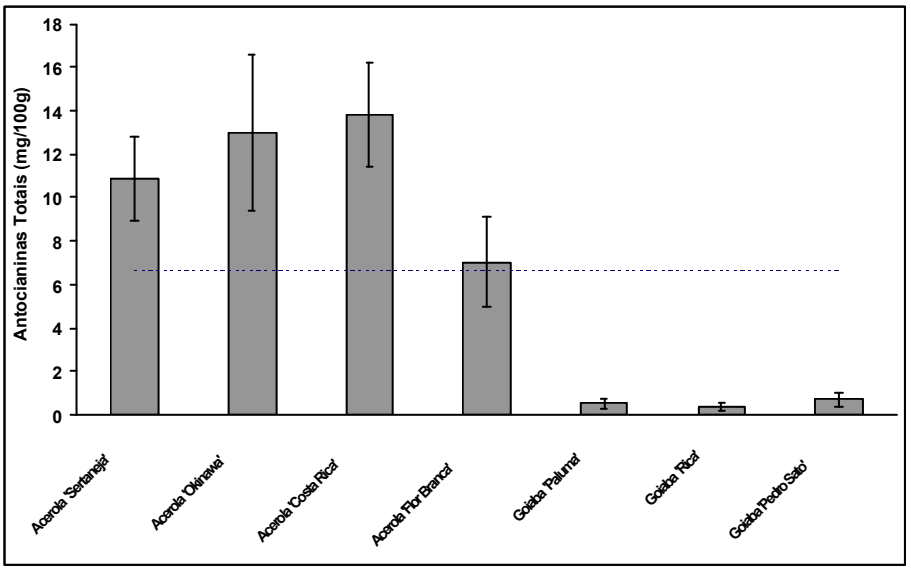

Figura 28 - Antocianinas totais da polpa de frutos de cultivares de aceroleiras e goiabeiras produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Lima et al. (2000) encontraram valores médios de 15,04 e 14,56 mg.100g^{-1}, para as cultivares de acerolas Okinawa e Flor Branca, o que representa resultados superiores aos obtidos neste trabalho para as mesmas cultivares. Lima (2005), caracterizando 12 genótipos de aceroleira do Banco Ativo de Germoplasma da UFRPE quanto ao teor de antocianina, destacou valores na faixa de 6,45 a 64,65 mg.100g^{-1}.

Kuskoski et al. (2006) verificaram teor de 16,0 mg.100g^{-1} de polpa congelada de acerola.

As cultivares de goiaba Paluma, Rica e Pedro Sato apresentaram média de 0,51, 0,40 e 0,69 mg.100 g^{-1}, respectivamente (Figura 28). Estes valores foram superiores aos encontrados por Pereira (2009), que foi de 0,34 mg.100 g^{-1}, para a goiaba cv. Paluma, e por Fernandes et al. (2007), que, trabalhando com suco de goiaba durante as várias etapas do processamento, registraram valor médio de 0,30 mg.100 g^{-1}.

Dentre as frutas avaliadas, as acerolas apresentaram os maiores valores de flavonoides, com destaque para as cultivares Sertaneja e Costa Rica, com média de 10,73 mg.100 g^{-1} e 9,90 mg.100 g^{-1} (Figura 29).

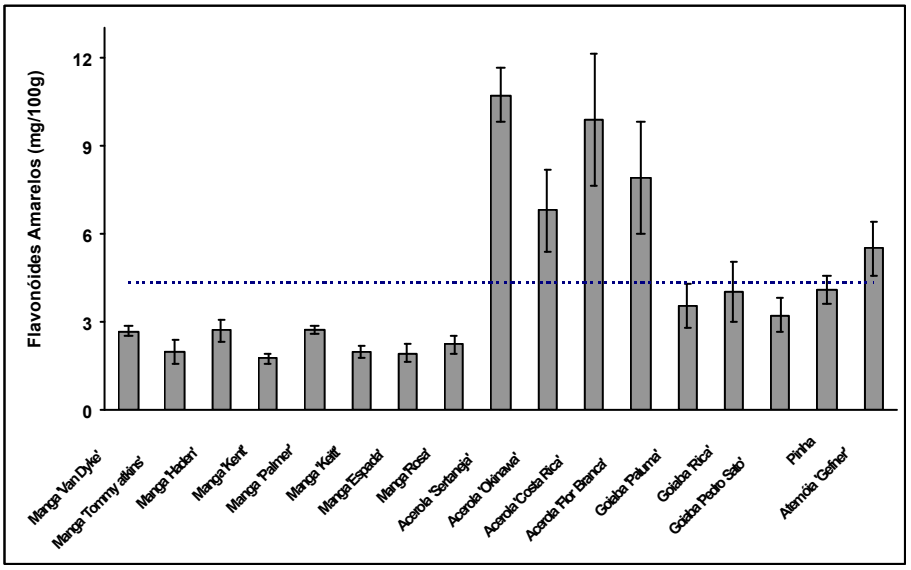

Figura 29 - Flavonoides amarelos de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

O resultado está dentro da faixa obtida por Silva (2008), que foi de 3,68 a 13,74 mg.100 g^{-1}, com média de 7,49 mg.100 g^{-1}. Os valores médios de flavonoides

comunicados por esses mesmos autores para as cultivares Sertaneja (4,25 mg.100 g^{-1}), Okinawa (6,06 mg.100 g^{-1}) e Flor Branca (7,78 mg.100 g^{-1}) foram inferiores aos valores obtidos no presente trabalho para as mesmas cultivares.

Lima et al. (2000), trabalhando com acerola, verificaram teores de flavonóis amarelos entre 9,31 e 20,22 mg de quercetina.100 g^{-1}.

O teor de flavonoides observado para as goiabas das cultivares Paluma, Rica e Pedro Sato foram inferiores ao informado por Pereira (2009), ao avaliar o conteúdo de flavonoides em goiaba da cultivar Paluma no estádio de maturação maduro, e superior aos valores citados por Morgado et al. (2008), que foram de 1,74 mg.100 g^{-1} a 2,22 mg.100 g^{-1} para goiabas "de vez" e maduras, respectivamente.

A atemoia e a pinha apresentaram valores médios de 5,51 e 4,10 mg.100 g^{-1}, respectivamente.

As mangas apresentaram os menores valores de flavonoides amarelos variando de 1,76 mg.100 g^{-1}, para a manga 'Kent', a 2,78 mg.100 g^{-1}, para 'Palmer'. Os resultados foram inferiores ao conteúdo de flavonoides amarelos obtido por Pereira (2009), que citou 5,26 mg.100 g^{-1} para a cultivar Tommy Atkins no estádio de maturação maduro.

4.2.11 Carotenoides totais

O maior teor de carotenoides totais foi observado na cultivar de acerola Sertaneja, com 3,28 mg.100 g^{-1} (Figura 30). As outras três cultivares de acerola analisadas apresentaram teores próximos para o conteúdo de carotenoides totais, com médias variando de 1,62 mg.100 g^{-1} a 1,75 mg.100 g^{-1}.

Os valores estão dentro da faixa obtida por Silva (2008), que foi de 0,31 a 2,64 mg.100 g^{-1}. Esta mesma autora obteve valores de 0,65, 0,73 e 0,84 mg.100 g^{-1}, para as

cultivares Okinawa, Flor Branca e Sertaneja, respectivamente, representando resultados inferiores aos obtidos deste trabalho.

Rufino et al. (2010), ao avaliar o conteúdo de carotenoides totais em dezoito espécies frutíferas, obtiveram valor médio de 1,40 mg.100 g^{-1} para a acerola.

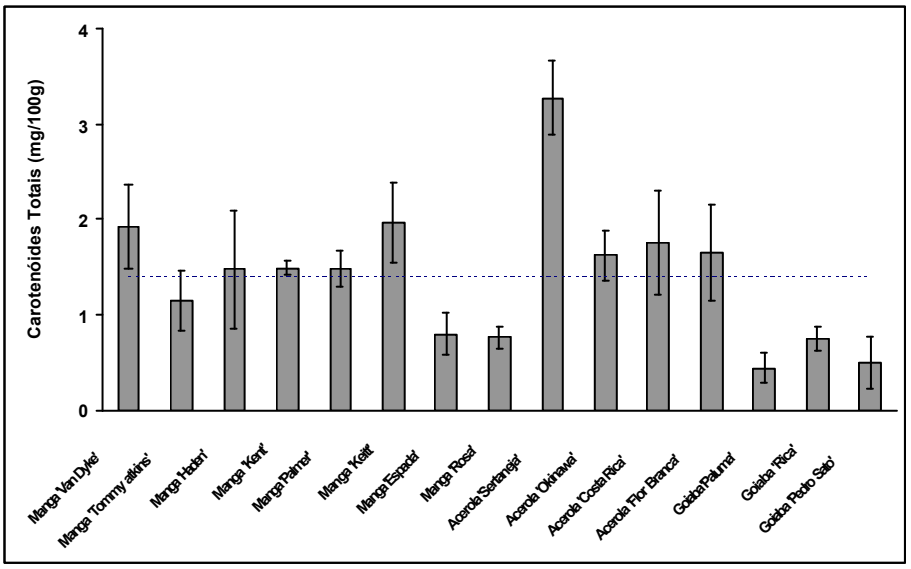

Figura 30 - Carotenoides totais de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

As mangas apresentaram conteúdos médios de carotenoides totais variando de 0,76 mg.100 g^{-1}, na cultivar Rosa, a 1,97 mg.100 g^{-1}, na Keitt. Ribeiro (2006), investigando o conteúdo de carotenoides totais em mangas oriundas do Estado de Minas Gerais, observou, para as cultivares de manga Haden, Tommy Atkins e Palmer, valores de 1,91, 2,53 e 2,63 mg.100 g^{-1}, respectivamente. Esses valores superam os obtidos neste trabalho para as mesmas cultivares.

Os mais baixos teores de carotenoides totais foram encontrados para as cultivares de goiaba, com média de 0,44, 0,50 e 0,75 mg.100 g^{-1}, para as cultivares

Paluma, Pedro Sato e Rica, respectivamente. Fernandes et al. (2007), analisando as alterações químicas e físico-químicas durante o processamento de suco de goiaba, destacou teores de carotenoides totais variando de 0,81 mg.100g^{-1} a 1,51 mg.100g^{-1}, valores superiores aos obtidos no presente trabalho para as três cultivares analisadas.

4.2.12 Polifenóis Extraíveis Totais – PET

As acerolas apresentaram os maiores teores de polifenóis extraíveis totais, com média de 850,26, 949,25, 1101,01 e 1345,21 mg.100 g^{-1}, para as cultivares Costa Rica, Flor Branca, Sertaneja e Okinawa, respectivamente (Figura 31), estando dentro da faixa encontrada por Silva (2008). A autora, avaliando 19 clones de aceroleira, mencionou teores de fenólicos totais desde 560,59 mg.100 g^{-1} a 1803,11 mg.100 g^{-1}, com média de 1114,67 mg.100 g^{-1}. Esta mesma autora obteve valores médios de PET, para as cultivares Flor Branca, Sertaneja e Okinawa, inferiores aos encontrados neste trabalho. Ao estudar o conteúdo de polifenóis extraíveis totais em dezoito espécies frutíferas, Rufino et al. (2010) obtiveram valor médio 1063,00 mg.100 g^{-1}, para acerola.

As cultivares de goiaba analisadas apresentaram teores de polifenóis extraíveis totais variando de 108,05 mg.100 g^{-1} a 149,97 mg.100 g^{-1}, sendo a Pedro Sato a que apresentou o maior conteúdo. Ainda assim, os valores estão abaixo da faixa encontrada por Taipong et al. (2006), os quais avaliando quatro cultivares de goiaba, destacaram médias de 170,0 mg.100 g^{-1} a 344,9 mg.100 g^{-1}, para o teor de fenólicos totais. Pereira (2009), trabalhando com goiaba da cultivar Paluma, observou valor médio de 210 mg.100 g^{-1}, sendo também superior ao das três cultivares analisadas no presente estudo. Fernandes et al. (2007), analisando as alterações químicas e físico-químicas durante o processamento de suco de goiaba, informaram que os teores de fenólicos totais variaram de 172,9 mg.100 g^{-1} a 198,45 mg.100 g^{-1}.

Dentre as frutas analisadas, as mangas apresentaram as menores médias de fenólicos totais, variando de 17,26 mg.100 g^{-1} a 36,04 mg.100 g^{-1}. Os maiores conteúdos de polifenóis extraíveis totais foram encontrados nas cultivares Palmer (36,04 mg.100 g^{-1}), Rosa (32,17 mg.100 g^{-1}) e Espada (30,32 mg.100 g^{-1}). Resultados superiores foram obtidos por Ribeiro (2006) que, trabalhando com quatro cultivares de manga de valor comercial, cultivadas em Minas Gerais, relatou valores médios de 208,70, 128,2, 62,10, e 48,40 mg.100 g^{1}, para as cultivares Ubá, Palmer, Haden e Tommy Atkins, respectivamente.

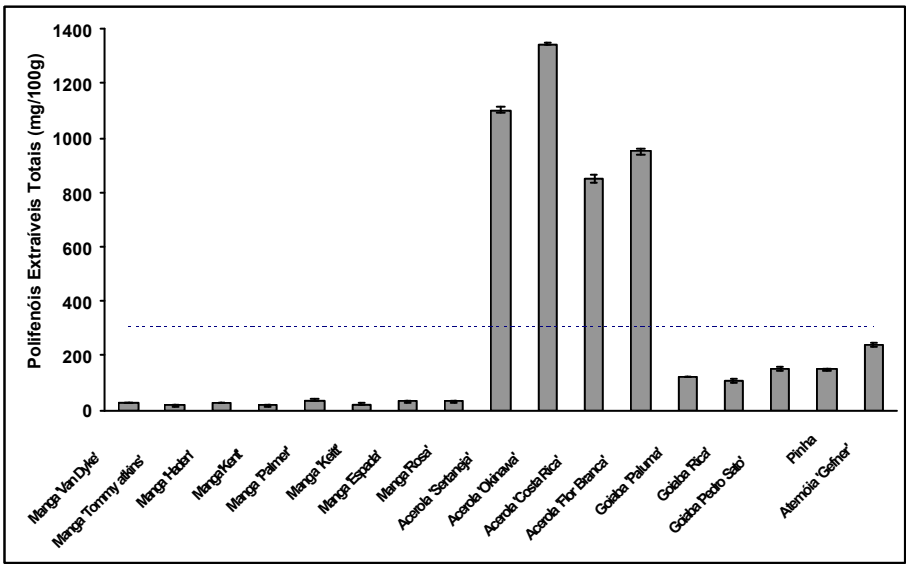

Figura 31 - Polifenóis extraíveis totais de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

Padilha (2005), avaliando a influência da cultivar, do estádio de maturação e do tratamento pós-colheita sobre os compostos bioativos das mangas mais consumidas em Pernambuco, informaram conteúdo de polifenóis extraíveis totais inferior ao obtido

neste trabalho, para a cultivar Espada (19,71 mg.100 g^{-1}), e superior, para as mangas Rosa (54,07 mg.100 g^{-1}) e Tommy Atkins (22,14 mg.100 g^{-1}).

Kuskoski et al. (2006), ao determinarem o índice de polifenóis extraíveis totais em frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas provenientes do comércio de Florianópolis – SC, encontraram teor de 84,3 mg.100 g^{-1} para a polpa congelada de graviola. O resultado é inferior ao obtido neste trabalho para a pinha e atemoia, que foi de 149,55 mg.100 g^{-1} e 237,81 mg.100 g^{-1}, respectivamente.

Torres (2008), estudando o efeito do tratamento hidrotérmico associado ou não ao uso de embalagem de PVC na conservação de frutos de atemoia cv. Thompson armazenados sob diferentes temperaturas, obteve conteúdo de polifenóis extraíveis totais de 400 mg.100 g^{-1} de polpa, sendo este resultado superior ao obtido no presente trabalho para a cultivar de atemoia Gefner e para a pinha.

4.2.13 Atividade antioxidante total (AAT)

4.2.13.1 ABTS

Dentre as frutas avaliadas, a maior atividade antioxidante total foi obtida pelas cultivares de acerola, que apresentaram valores de 78,27, 115,82, 122,72 e 144,77 M Trolox.g^{-1} polpa para as acerolas Costa Rica, Sertaneja, Flor Branca e Okinawa, respectivamente (Figura 32). Rufino et al. (2010), ao estudarem os compostos bioativos e a capacidade antioxidante de dezoito frutas tropicais não tradicionais brasileiras, observaram 96,6 uM Trolox.g^{-1} polpa para atividade antioxidante total, usando o método ABTS, em acerola. O valor é próximo ao obtido neste trabalho para a cultivar Costa Rica e inferior às demais cultivares de acerola analisadas.

As cultivares de goiaba analisadas apresentaram valores de AAT variando de 8,47 μM Trolox/g de polpa, para Rica, a 15,313 M Trolox.g^{-1} polpa, para Pedro Sato

(Figura 32). Os valores são inferiores aos 21,093 µM Trolox/g de polpa para a cultivar Paluma, reportados por Pereira (2009). Morgado et al. (2008), ao avaliarem a AAT em goiabas em estádio de maturação "de vez" e maduras, mencionaram valores de 21,94 a 25,86 µM Trolox/g de polpa, também superiores aos obtidos no presente trabalho para as três cultivares analisadas.

Taipong et al. (2006), ao avaliarem quatro cultivares de goiaba, observaram valores variando de 29,6 a 34,4 µM Trolox/g de polpa.

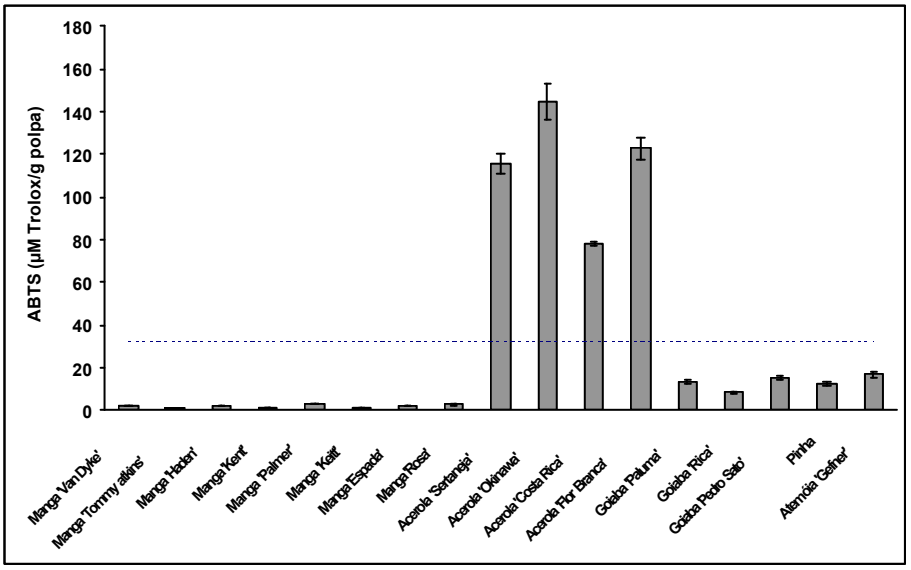

Figura 32 - Atividade antioxidante total, pelo método ABTS, de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

A pinha e a atemoia 'Gefner' apresentaram valores de 12,75 µM Trolox/g de polpa e 16,89 M Trolox.g^{-1} polpa, respectivamente. Kuskoski et al. (2005), ao avaliarem a atividade antioxidante total pelo método ABTS, em polpas congeladas de amora, uva, açaí, goiaba, morango, acerola, abacaxi, manga, graviola, cupuaçu e

maracujá, obtiveram valores de 7,10; 9,20; 9,40; 8,20; 12,00; 67,60; 3,40; 13,20; 4,80, 2,00; e 2,70 M Trolox.g^{-1} polpa.

As cultivares de manga analisadas apresentaram, para a atividade antioxidante total, valores médias variando de 1,0 M Trolox.g^{-1} de polpa, para a Tommy Atkins, a 3,0 M Trolox.g^{-1} de polpa, para Palmer. Pereira (2009), investigando a atividade antioxidante pelo método ABTS em manga da cultivar Tommy Atkins, destacou valor médio de 2,37 M Trolox.g^{-1}, resultado superior ao obtido neste trabalho para a mesma cultivar.

4.2.13.2 ORAC

Dentre as frutas avaliadas, a maior atividade antioxidante total determinada pelo método ORAC foi observada nas cultivares de acerola, cujos valores médios foram de 69,70, 66,82, 60,40 e 45,20 μM Trolox.g^{-1} de polpa, para Okinawa, Sertaneja, Flor Branca e Costa Rica, respectivamente (Figura 33). Observou-se que a cultivar Costa Rica apresentou a menor atividade antioxidante total média pelo método ORAC, quando comparada com as demais cultivares de acerola avaliadas. Essa menor atividade pode estar relacionada com menores teores de compostos bioativos (polifenóis extraíveis totais e vitamina C), que estão diretamente relacionados com a atividade antioxidante total. Heim et al. (2002) afirmaram que os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos.

Mezadri et al. (2008), ao avaliarem a atividade antioxidante de extratos hidrofílicos de frutas e polpas de acerola comercial pelo método ORAC, destacaram valores médios de 43,80 μM Trolox.g^{-1} de polpa, resultado inferior ao obtido no presente trabalho para as cultivares de acerola Sertaneja, Okinawa e Flor Branca e semelhante ao obtido para a cultivar Costa Rica.

Wang et al. (1996), avaliando a atividade antioxidante total de doze tipos de frutas, utilizando o método ORAC, reportaram maior atividade antioxidante total para o morango, com valor médio de 15,36 µM Trolox.g^{-1} de polpa, seguido de ameixa, laranja, uva vermelha, Kiwi, pomelo (*grapefruit*), uva verde, banana, maçã, tomate, pera e melão.

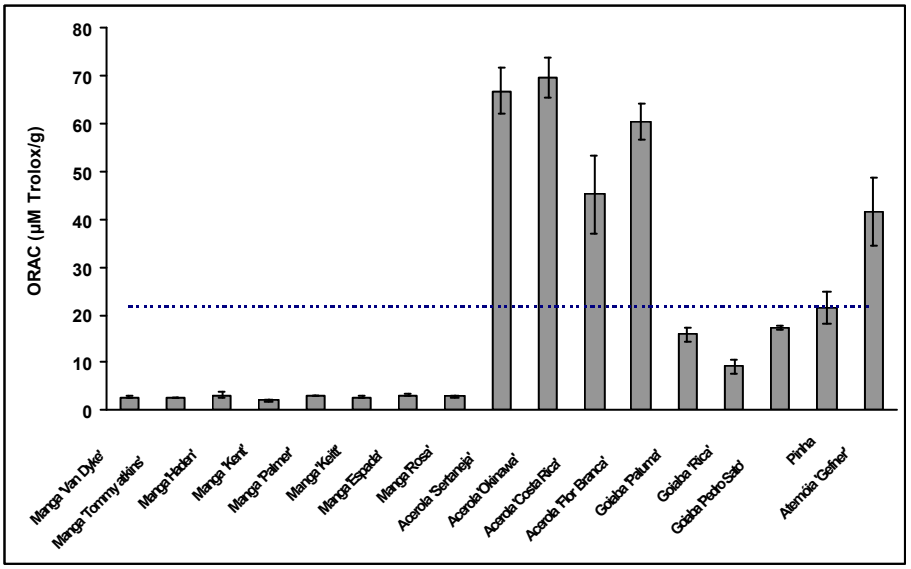

Figura 33 - Atividade antioxidante total, pelo método ORAC, de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. As barras verticais representam o desvio padrão e a linha tracejada, a média geral.

As menores atividades antioxidantes totais foram observadas nas cultivares de mangas, sendo os menores valores verificados em Kent, Tommy Atkins, Van Dyke, Keitt e Rosa, com valores médios de 2,03, 2,69, 2,83, 2,85 e 2,93 µM Trolox.g^{-1} polpa, respectivamente.

As cultivares de goiaba analisadas apresentaram atividades antioxidantes totais médias variando de 17,23 µM Trolox.g^{-1} de polpa, para a cv. Pedro Sato, a 9,29 µM Trolox.g^{-1} de polpa, para a cv. Rica. Pereira (2009), avaliando a qualidade de frutas

tropicais produzidas no Polo Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará, reportou atividade antioxidante total média, pelo método ORAC, de 17,9 e 3,23 μM Trolox.g^{-1} de polpa para a goiaba cv. Paluma e para a manga cv. Tommy Atkins, respectivamente. Os resultados são superiores aos obtidos no presente trabalho para as mesmas cultivares. Essa diferença pode estar relacionada com a região de cultivo, manejo e pelo fato de os frutos do estudo de Pereira (2009) terem sido colhidos maduros diretamente na planta, enquanto que, no presente estudo, os frutos foram colhidos "de vez" e tiveram seu amadurecimento completado após destacado da planta.

Mahattanatawee et al. (2006) avaliando a atividade antioxidante de diferentes frutas tropicais do sul da Florida, pelo metodo ORAC, reportaram 16,70 μM Trolox.g^{-1} de polpa, para a goiaba vermelha, e 2,20 uM Trolox.g^{-1} de polpa, para manga. Os valores se aproximam dos obtidos neste trabalho para as goiabas das cultivares Paluma (15,89 μM Trolox.g^{-1} de polpa) e Pedro Sato (17,23 μM Trolox.g^{-1} de polpa) e da cultivar de manga Kent, com teor médio de 2,03 uM Trolox.g^{-1} de polpa.

Entre as anonáceas, a atemoia apresentou maior atividade antioxidante total, com média de 41,52 μM Trolox.g^{-1} de polpa, enquanto que a pinha apresentou valor médio de 21,49 μM Trolox.g^{-1} de polpa.

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (2007) publicou um estudo contendo a atividade antioxidante total pelo método ORAC de frutas, nozes e vegetais. Dentre os frutos avaliados, encontram-se a goiaba vermelha e manga, com teores médios de 19,9 e 10,00 μM Trolox.g^{-1} de polpa, respectivamente. Valores superiores aos obtidos neste trabalho para as mesmas frutas.

4.3 Correlação

Verifica-se, na Tabela 3, que houve correlação positiva e significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os dois métodos de determinação da atividade antioxidante ABTS e ORAC (*0,766). Isto significa que os dois métodos analíticos

empregados apresentaram resposta similar. Com isso, ambos podem ser utilizados para quantificar a atividade antioxidante das diferentes cultivares frutíferas avaliadas no presente estudo (Tabela 3).

Houve correlação significativa entre os compostos bioativos vitamina C, antocianinas, flavonoides amarelos, carotenoides e polifenóis extraíveis totais (PET) com a atividade antioxidante determinada pelos métodos ABTS e ORAC, sendo essa correlação positiva em ambos os casos. Com isso, pode-se afirmar que todas essas variáveis estão estreitamente relacionadas com a atividade antioxidante.

Tabela 3 - Correlações entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante total pelos métodos ABTS e ORAC de frutos de diferentes cultivares de frutíferas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco.

	ABTS	**ORAC**	**PET**	**CT**	**FA**	**AT**
Vit. C	*0,573	**0,907	**0,972	**0,862	**0,990	**0,989
AT	*0,510	**0,851	**0,978	**0,856	**0,991	
FA	*0,527	**0,920	**0,973	**0,886		
CT	*0,563	**0,874	**0,914			
PET	*0,553	*0,830				
ORAC	*0,766					

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

Observou-se que a correlação entre os compostos bioativos (vitamina C, antocianinas, flavonoides amarelos, carotenoides e polifenóis extraíveis totais) foram maiores com o método ORAC, quando comparado com o método ABTS, para todas as variáveis estudadas. Esta diferença pode inferir maior aplicação e acurância de um método sobre o outro.

Muitos estudos têm verificado uma correlação direta entre a atividade antioxidante total e os compostos fenólicos, sendo estes considerados os mais representativos entre as substâncias bioativas com essa atividade (Heim et al., 2002).

Silva (2008), ao avaliar a correlação entre compostos bioativos e atividade antioxidante total pelo método DPPH, em frutos de dezenove clones comerciais de aceroleira, obteve correlação positiva significativa a 1% de probabilidade, para o conteúdo de polifenóis (0,73**) e para o teor de vitamina C (0,78**).

Rufino et al. (2010), ao analisar a correlação entre os compostos bioativos e atividade antioxidante total pelo método ABTS, de dezoito frutas tropicais, obteve correlações positivas e significativas, para o teor de vitamina C (0,70**) e para o conteúdo de compostos fenólicos (0,92**). Entretanto, não foi obtida correlação significativa para o conteúdo de antocianinas, carotenoides totais e flavonoides amarelos.

Kuskoski et al. (2006) constataram que os compostos fenólicos e as antocianinas contribuem para atividade antioxidante, observando uma correlação direta entre os valores de fenólicos e de antocianinas totais com os da atividade antioxidante em equivalente de Trolox (TEAC) e atividade antioxidante em equivalente de vitamina C (VCEAC).

Hassimoto et al. (2005) não verificaram correlação entre o conteúdo de fenólicos totais e vitamina C com a atividade antioxidantes total em frutas, legumes e polpas comerciais congeladas de frutos comumente consumidos no Brasil . Da mesma forma, Garcia-Alonso et al. (2004) verificaram, em seus estudos com frutas, que não existia uma correlação significativa entre a atividade antioxidante total e o conteúdo de flavonoides e afirmaram que o resultado da ação de diferentes compostos antioxidantes presentes em frutas deve-se ao possível sinergismo e a efeitos antagônicos ainda desconhecidos.

5 CONCLUSÕES

- Com exceção de pinha e atemoia, os frutos das demais cultivares de frutíferas avaliadas estão dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA) para polpa de frutas em relação aos teores de sólidos solúveis totais.
- Os frutos de mangueira das cultivares 'Van Dyke', 'Tommy Atkins', 'Haden', 'Kent', 'Palmer' e 'Keitt' apresentam-se dentro dos padrões de qualidade estabelecidos para comercialização no mercado interno e de exportação.
- Os frutos das cultivares de aceroleira se destacaram por apresentar conteúdos de vitamina C, carotenoides, flavonoides amarelos, antocianinas, polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante total muito superiores às demais frutas avaliadas.
- Houve correlação positiva e significativa entre a atividadade antioxidante e a concentração de vitamina C, antocianinas, flavonoides amarelos, carotenoides e polifenóis estraíveis totais (PET) nos dois métodos empregados, indicando que, nos frutos avaliados, essa atividade foi influenciada por todos os compostos bioativos determinados.
- Desta forma, é possível informar que a alta atividade antioxidante dos frutos das cultivares de goiabeira foi relacionada aos altos teores de vitamina C e de PET, enquanto nos frutos das anonáceas essa associação foi devida aos polifenóis especificamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 56-58, 2003.

ALMEIDA, J. I. L.; LOPES, J. G. V.; OLIVEIRA, F. M. M. **Produtor de acerola.** Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, Instituto Centro de Ensino Tecnológico, 2002. 40p.

ALVES, R. E. Características das frutas para exportação. In: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA. **Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA/ FRUPEX, 1996. p. 9-21.

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 atmospheres. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 370, p. 223-229, 1995.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H.; ARAÚJO, N. C. C; ALMEIDA, A. S. Camu-Camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh): a rich natural Source of vitamin C. **Proceedings of Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 46, p. 11-13, 2002.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, p. 128, 2009.

AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis.** 16. ed. Arlington: AOAC, 1995. 1141 p.

ARANHA, F. Q.; MOURA, L. S. A.; SIMÕES, M. O. S.; BARROS, Z. F.; QUIRINO, L. I. L.; METRI, J. C.; BARROS, J. C. de. Normalização dos níveis séricos de ácido ascórbico por suplementação com suco de acerola (*Malpighia glabra L.*) ou farmacológica em idosos institucionalizados. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 309-317, 2004.

ARAÚJO J. F.; ARAÚJO J. F.; ALVES, A. A. C. Instruções técnicas para o cultivo da pinha (*Annona squamosa* L.). Salvador : EBDA, 1999. 44p. il. (EBDA – Circular técnica, n.7).

ARAÚJO, J. L. P. Cultivo da mangueira: mercado e comercialização da manga. Embrapa Semi-árido, versão eletrônica – julho/2004a. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/mercado.htm>. Acesso em 20 dezembro de 2009.

ARAÚJO, J. F.; LEONEL, S.; PEREIRA NETO, J. Adubação organomineral e biofertilização líquida na produção de frutos de pinheira (*Annona squamosa* l.) no Submédio São Francisco, Brasil. **Bioscience Journal,** Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 48-57, 2008.

ARAÚJO, J. M. **Química de Alimentos: teoria e prática**, 3ªed., Editora UFV, 2004b. 478 p.

ARAÚJO, P. G. L. de.; FIGUEIREDO, R. W. D. E.; ALVES, R. E.; MAIA, G. A.; PAIVA, J. R. de. ? -caroteno, ácido ascórbico e antocianinas totais em polpa de frutos

de aceroleira conservada por congelamento durante 12 meses. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** , Campinas, v. 27, n. 1, p. 104-107, 2007.

ARAÚJO, P. S. R.; MINAMI, K. **Acerola.** Campinas: Fundação Cargill, 1994. 8p.

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 Fruts**. Wesport: AVI, p. 316- 340. 1980.

ARUOMA, O. I. Methodological characterizations for characterizing potential antioxidant actions of bioactive components in plant foods. **Mutation Research,** Amsterdam**,** v. 523-524, p. 9-20, 2003.

ASTN (Associação das Indústrias Processadoras de Frutos Tropicais); APEX (Programa Setorial Integrado de Promoção de Exportações de Sucos Tropicais). Brasília, 2001. Disponível em: <http://webm5.uol.com.br/cgi-bin/webmail.exe/ messages>. Acesso em: 14 dez. 2003.

BAHORUN, T.; SOOBRATTEE, M. A.; NEERGHEEN, V. S; LUXIMON-AMMA, A.; ARUOMA, O. I. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 579, p. 200-213, 2005.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola.** 3.ed. Jaboticabal. FUNEP/UNESP -FCAV, 1995. 247p.

BARRETO, J. C.; TREVISAN, M. T. S.; HULL, W. E.; ERBEN, G.; de BRITO, E. S.; PFUNDSTEIN, B.; WÜRTELE, G.; SPIEGELHALDER; OWEN, R. W. Characterization and quantitation of polyphenolic compounds in bark, kernel, leaves,

and peel of mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 5599-5610, 2008.

BASTOS, D. da S.; SOARES, D. M. B. G.; ARAÚJO, K. G. de L.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Desidratação da polpa de manga "TommyAtkins" utilizando a técnica de - avaliações químicas, físico-químicas e sensoriais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 8, p. 283-290, 2005.

BATISTA, M. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Parâmetros físico-químicos da acerola (*Malpighia punicifolia*, L.) em diferentes fases de maturação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 19-24, 2000.

BEHLING, A.; MAFRA, C.; COLOMBO, R.; BAMBERG, R. **Cultura da Acerola.** Frederico Westphalen: Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

BENEVIDES S. D.; RAMOS A. M.; STRINGHETA P. C.; CASTRO V. C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** , Campinas, v. 28, p. 571-578, 2008.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 239, p. 70-76, 1996.

BERNARDES-SILVA, A. P. F.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Evolução dos teores de amido e açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de manga. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos** , Campinas, n. 23, p. 116-120, 2003.

BERSET, C.; CUVELIER, M. E. Methods of estimating the degree of lipid oxidation and of measuring antioxidizing power. **Scienses des Aliments** , v. 16, p. 219-245, 1996.

BLEINROTH, E. W. Manuseio e tratamento de pós-colheita da manga. In: Donadio LC & Ferreira FR (Eds.). Anais do II simpósio sobre mangicultura. Jaboticabal, FCAV-FUNEP. p.171-184, 1989.

BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 54, p. 484-489, 1973.

BOBBIO, P.A., BOBBIO, F.O. **Introdução à química de alimentos**. 2.ed. São Paulo : Varela, 1995. 222p.

BONAVENTURE, L. **A cultura da cherimóia e de seu híbrido, a atemóia**, São Paulo: Nobel, 1999,184p.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 7 de Janeiro de 2000. **Padrões de identidade e qualidade para polpa de manga**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan. 2000b, Seção 1, p. 54.

BRUNINI, M. A.; MACEDO, N. B.; COELHO, C. V.; SIQUEIRA, G. F. Caracterização física e química de acerolas provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 486-489, 2004.

CALIARI, I. 5 ao dia. Disponível em: <http:// http://www.5aodia.com.br/>. Acesso em: 06 ago. 2006.

CAMPOS, F. M.; ROSADO, G. P. Novos fatores de conversão de carotenóides provitamínicos A. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 25, n. 3, p. 571-578, 2005.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiasi: dietéticos**. São Paulo: Varela, 1995. 423p.

CARDOSO, E. A. **Produtividade e qualidade de frutos da goiabeira 'Paluma' em função da adubação mineral.** 2005. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; PRETE, C. E. C.; GONZALEZ, M. G. N.; POPPER, I. O. Novas cultivares de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). UEL 3 (Dominga) - UEL 4 (Lígia) - UEL 5 (Natália). **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 124-126, 2002.

CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J.; MANTOVANI, D. M. B.; MORGANO, M.; CASTRO, J. V. de.; BORTOLETTO, N. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo Instituto Agronômico de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 264-271, 2004.

CARVALHO, R.A. **Análise econômica da produção de acerola no município de Tomé-Açú, Pará.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 21p. (Documento, 49)

CAVALINI, F. C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'**. 2004. 80p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; LOCHOSKI, M. A.; KLUGE, R. A.; ORTEGA, E. M. M. Maturity indexes for 'kumagai' and 'paluma' guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 176-179, 2006.

CEASA CAMPINAS. **Goiaba**. 2004. Disponível em: <http://www.ceasacampinas.com.br/padronização_goiaba. htm> Acesso em 12/02/2006.

CHAN, H. T.; YAMAMOTO, H. Y. Kinetics of anthocyanin decomposition in acerola juice. **ASEAN Food Journal**, v. 9, n. 4, p. 132-135, 1994.

CHITARRA, A. B.; ALVES, R. E. **Tecnologia pós-colheita para frutas tropicais**. Fortaleza: FRUTAL-SINDIFRUTA, 2001. 314 p.

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

CHOUDHURY, M. M.; COSTA, T. S. Perdas na cadeia de comercialização da manga. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 41 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 186).

COELHO, Y S.; RITZINGER, R.; OLIVEIRA, J. R. P.; SOARES FILHO, W. S.; PEREIRA, M. R. Proacerola: Programa de desenvolvimento da Cultura da Acerola no Estado da Bahia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, 49. 2003. Fortaleza, 2003. **Abstract...** Fortaleza: Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical, p. 303.

COLLINS, P.; PLUMBLY, J. Natural colors – stable future? **European Food Research and Technology**, v. 49, n. 2, p. 64-70, 1995.

CORREIA, R. C.; ARAÚJO, J. L. P.; CAVALCANTI, E. B. **A fruticultura como vetor de desenvolvimento:** o caso dos municípios de Petrolina-PE e Juazeiro - BA. [S.l.: s.n.], [2008]. Mimeografado.

COSTA, M. J. C.; TERTO, A. L. Q.; SANTOS, L. M. P.; RIVERA, M. A. A., MOURA, L. S. A. Efeito da Suplementação com acerola nos níveis sanguíneos de vitamina C e de hemoglobina em crianças pré-escolares. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 13-20, 2001.

CQH - Centro de Qualidade em Horticultura - CEAGESP. **A goiaba em números**. São Paulo: CEAGESP, 2000. (Folder). 10p.

DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of Selected Foods, 2007.

DONADIO, L. C. Situação atual e perspectivas das anonáceas. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAES, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. (eds). **Anonáceas**: produção e mercado (pinha, graviola, atemóia, cherimóia). Vitória da Conquista, UESB, Brasil, 1997. p. 1-4.

DONADIO, L. C. Variedades de mangueira. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Coord.) et al. Manga: tecnologia de produção de mercado. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1996. p. 32-56.

DUARTE-ALMEIDA, J. M.; DANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema ß-caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006.

DUXBURY, D. Antioxidant analysis: Measuring disease fighters. **Food Technology**, v. 59, n. 3, p. 56-58. 2005.

EL-BULUK, R. E.; BABIKER, E. E.; EL TINAY, A. H. Biochemical and physical changes in fruits of four guava cultivars during growth and development. **Food Chemistry**, v. 54, p. 279- 282, 1995.

EMBRAPA. A Expansão da Fruticultura no Nordeste do Brasil. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2003/abril/bn.2004-11-25.0605617831/>. Acesso em: 07 de janeiro de 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Dados meteorológicos da estação agrometeorológica de Bebedouro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/index.php?op=dadosmet>. Acesso em: 11 de dezembro de 2009.

ESPÍN, J. C.; SOLER-RTVAS, C., WICHERS, H. J.; GARCÍA-VIGUEIRA, C. Anthocyanin- based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p. 1588-1592, 2000.

EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba congelada, comercializada na cidade de São Paulo. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 76-81, 2006.

FAO. Food and Agriculture Organaization of the United Nations. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em: 3 de outrubro de 2007.

FERNANDES, A. G.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M. de.; COSTA, J. M. C. da.; FIGUEIREDO, R. W. de; PRADO, G. M. Comparação dos teores em vitamina C, carotenóides totais e fenólicos totais do suco tropical de goiaba nas diferentes etapas de produção e influencia da armazenagem. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v. 18, n. 4, p. 431-438, 2007.

FERNANDES, P. M. de G. C. **Armazenamento ambiente e refrigerado de melão, híbrido orange flesh, submetido à aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio**. 1996. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FIGUEIREDO, R. W. **Qualidade e bioquímica de parede celular durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculos de cajueiro anão precoce CCP 76 submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio.** 2000. 154f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FRANÇA, V. C.; NARAIN, N. Caracterização química dos frutos de três matrizes de acerola (*malpighia emarginata* d.c.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 157-160, 2003.

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

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos.** São Paulo-SP: Atheneu, 2001, 9.ed., 307 p.

FRANKE, A. A.; CUSTER, L. J.; ARAKAKI, C.; MURPHY, S. P. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 17, p. 1-35, 2004.

FRANKEL, E. N.; MEYER, A. S. The problem of using one dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. **Journal of the Science of Food and Agriculture,** v. 80, p. 1925-1941, 2000.

FREIRE, J. L. de O.; LIMA, A. N. de.; SANTOS, F. G. B.; MARINUS, J. V. de M. L. Características físicas de frutos de acerola cultivada em pomares de diferentes microrregiões do estado da Paraíba. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 27, n. 2, p. 105–110, 2006.

GARCIA-ALONSO, M.; PASCUAL-TERESA, S.; SANTOS-BUELGA, C.; RIVAS-GONZALO, J. C. Evoluation of antioxidant properties of fruits. **Food Chemistry,** v. 84, n. 1, p. 13-18, 2004.

GARDNER, P. T.; WHITE, T. A. C.; MCPHAIL, D. B.; DUTHIE, G. G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids of phenolic to the antioxidant potential of fruit juices. **Food Chemistry** , v. 68, p. 471-474, 2000.

GAYET, J. P. The european mango market: Brazil leads in Europe. **Fruitrop**, n. 2, p. 11-12, 1994.

GIOVANNUCCI, E.; KELM, M. A.; RIMM, E. B.; STAMPFER, M. J.; COLDITZ, G. A.; WILLET, W. C. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. **Journal of the National Cancer Institute**, v. 87, p. 1767-1776, 1995.

GOIABA. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Goiaba>, acesso em 21 de novembro de 2007.

GOMES, P. M. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, n. 24, p. 384-389, 2004.

GONZAGA NETO, L., 2003. A cultura da goiabeira no Brasil: um enfoque para o projeto Senador Nilo Coelho. In: RAMÍREZ, J. S. et al. (Eds.), Primer simpósio internacional de La guayaba. 8 a 11 de dezembro de 2003, Aguascalientes (México), PP. 198-211.

GORINSTEIN, S.; ZEMSER, M.; HARUENKIT, R.; CHUTHAKORN, R.; GRAVER, F.; MARTIN-BELLOSO, O.; TRAKHTENBERG, S. Comparative content of total polyphenols and dietary fiber in tropical fruits and persimmon. **The Jornal of Nutritional Biochemistry**, v. 10, p. 367-371, 1999.

GRANDIS, A.; CONDIEV, S.; NEPOMUCENO, M. F. D.; ALEIXO, A. M.; RUGGIERO, A. C. Estudo da capacidade antioxidante do extrato hidroalcoólico de oliva contra a peroxidação lipídica. In: 6º SLACA - SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTOS, 2005, Campinas. **Anais...** Campinas, 2005. CD-ROM.

GUIMARÃES, T. G. Visita técnica ao pólo frutícola do Vale do São Francisco, em Petrolina, PE e Juazeiro, BA; Planaltina DF: Embrapa Cerrados, 2007. 34p. – (Documentos/ Embrapa Cerrados 201)

HALLIWELL, B. Review: vitamin C and genomic stability. **Mutation Reserch**, Amsterdam, v. 475, p. 29-15, 2001.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radicals in biology and medicine**. 3 ed. Claredon Press, Oxford, New York, 2000. 968p.

HARBONE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoids researches since 1992. **Phytochemistry,** v. 55, p. 481-504, 2000.

HASSIMOTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 53, p. 2928-2935, 2005.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and struture-activity relationships. **Journal Nutricional Biochemistry,** v.13, p. 572-584, 2002.

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

HOEF, R. V. Innovative pectin creates innovative fruit based products. **Food Marketing & Technology**, Copenhagen, v. 20, n. 3, p. 1-12, 2006.

HOJO, R. H.; CHALFUN, N. N. J.; HOJO, E. T. D.; VEIGA, R. D.; PAGLIS, C. M.; LIMA, L. C. de O. Produção e qualidade dos frutos da goiabeira 'Pedro Sato' submetida a diferentes épocas de poda. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., Brasília, v.42, n. 3, p. 357-362, 2007.

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

IBGE. **Estudo nacional da despesa familiar.** Tabela de composição de alimentos. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, 1999, 5.ed., 137 p.

IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível: http://www.ibge.gov.br Acesso em: julho de 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Produção de Frutas no Brasil. Disponível em: http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp Acessado em 10.07.2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Resultado das exportações 2007. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br>. Acesso em: 5 maio 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Seleção Fruta a Fruta: Acerola. São Paulo, 1995. 59p.

INSTITUTO FNP. Agrianual: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2006. 520 p.

JESSUP, L.W. Australian *Annonaceae* in an Asian-Pacific context. **Proceedings of the Ecological Society of Australia**, v. 15, p. 249-57, 1988.

JORGENSEN, K.; SKIBSTED, L.H. Carotenoid scavenging of radicais. **Z. Lebcnsm Unters Forsch,** n. 5, p. 423-429, 1993.

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

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 36, p. 703 – 725, 2001.

KAVATI, R. O cultivo da atemóia. In: DONADIO, L.C.; MARTINS, A.B.G.; VALENTE, J.P. (Ed.). **Fruticultura Tropical**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 39-70.

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

KIM, D. O.; LEE, K. W.; LEE, H. J.; LEE, C. H. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 50, p. 3713-3717, 2002.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidant en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** , v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.

LACERDA, M. A. D.; LACERDA, R. D.; ASSIS, P. C.O. A participação da fruticultura no agronegócio brasileiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4 , n. 1, 2004.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stabilitity of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LEITE, J. C. A.; GOUVEIA, J. P. G. de; ALMEIDA, F. de A. C.; SILVA, M. M. da; SILVA, R. G. da; PEDROZA, J. P. Caracterização física da manga variedade Tommy Atkins. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa. Anais... João Pessoa: Embrapa/UFPB/UFS/SBF, 2005. 1 CD-ROM.

LIMA, A. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.)**. 133p. Tese (Doutorado: Bromatologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

LIMA, L. A. G. de. **Caracterização de antocianinas em frutos de genótipos de aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.) cultivadas no Banco Ativo de Germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco**. 2005. 133p. Tese (Doutorado em Nutrição) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LIMA, M. A. C. de.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ENÉAS-FILHO, J. Comportamento respiratório e qualidade Pós-coheita de Graviola (*Annona muricata* L.) 'Morada' sob temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 49-52, 2003.

LIMA, M. A. C. de.; ASSIS, J. S. de.; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 273-276, 2002.

LIMA, M. A. C. de.; SILVA, A. L. da.; SANTOS, P. de S.; AZEVEDO, S. S. N. Época de aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropeno e frigoarmazenamento na vida útil de manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 3, p. 445-450, 2007.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; SILVA, G. S. B.; LIMA, D. E. S. Fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato aquoso de broto de feijão-mungo (*Vigna radiata L.)*. **Revista de Nutrição** , Campinas, v. 17, n. 1, p. 53-57, 2004.

LIMA, V. L. A. G.; PINHEIRO, I. O.; NASCIMENTO, M. S.; GOMES, P. B.; GUERRA, N. B. Identificação de antocianidinas em acerolas do banco ativo de germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 26, n. 4, p. 927-935, 2006.

LIMA, V. L. G. de.; MELO, 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. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 1063-1064, 2000.

MAGALHÃES, L. M.; SEGUNDO, M. A.; REIS, S.; LIMA, J. L.. F. C. Methodological aspects about *in vitro* evaluation of antioxidant properties. **Analytica Chimica Acta**, v. 613, p. 1 – 19, 2008.

MAHATTANATAWEE, K.; MANTHEY, J. A.; LUZIO, G.; TALCOTT, S. T.; GOODNER, K.; BALDWIN, E. A. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-Grown tropical fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.7355-363, 2006.

MANNISTO, S.; SMITH-WARNER, S. A.; SPIEGELMAN, D.; ALBANES, D.; ANDERSON, K.; BRANDT, P. A. V. D.; CERHAN, J. R.; COLDITZ, G.; FESKANICH, D.; FREUDENHEIM, J. L.; GIOVANNUCCI, E.; GOLDBOHM, R. A.; GRAHAM, S.; MILLER, A. B.; ROHAN, T. E.; VIRTAMO, J.; WILLETT, W. C.; HUNTER, D. J. Dietary carotenoids and risk of lung cancer in a pooled analysis of seven cohort studies. **Cancer Epidemiology Biomarkers Prevention**, v. 13, p. 40-48, 2004.

MARCELLINI, P. S.; CORDEIRO, C. E.; FARAONI, A. S.; BATISTA, R. A.; RAMOS, A. L. D.; LIMA, A. S. Comparação físico-química e sensorial da atemóia

com a pinha e a graviola produzidas e comercializadas no estado de Sergipe. **Alimento e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 2, p. 187-189, 2003.

MARCHAND, L. L. Efeitos dos flavonóides na prevenção de câncer – uma revisão. **Biomedical Division of Pharmacotherapy** v. 56, p. 296-301. 2002.

MARCO, G. A rapid method for evaluation of antioxidants. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v. 45, p. 594-598, 1968.

MARTINS, C. G. M.; LORENZON, M. C. A.; BAPTISTA, J. L. Eficiência de tipos de polinização em acerola. **Caatinga,** Mossoró, v.12, n. 1, p. 55-59, 1999.

MATTIUZ, B.H.; DURIGAN, J.F.; ROSSI JUNIOR, O.D. Processamento mínimo em goiabas 'paluma' e 'pedro sato'. Avaliação química, sensorial e microbiológica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 409-413, 2003.

MAZZA, G. Bioactivity, absortion and metabolism of anthocyanins. **Anais do Proc. 1st IS on Hum. Health Effects of F & V.** Ed.: Y. Desjardins, Acta Horticultural, 2007, 744p.

MCCREADY, 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.

McGUIRE, R.G. Reporting of objective colour measurements. **Hort Science**, Alexandria, v.27, p.1254-1255, 1992.

MEDEIROS, P. V. Q.; MENDONÇA, V.; MARACAJÁ, P. B.; AROUCHA, E. M. M.; PEREIRA, R. G. Physical-chemical characterization of atemóia fruit in different maturation stages. **Revista Caatinga,** Mossoró, v .22, n. 2, p. 87-90, 2009.

MEDLICOTT, A. P.; REYNOLDS, S. B.; NEW, S. W.; THOMPSON, A. K. Harvest maturity effects on mango fruit ripening. **Tropical Agriculture**, v. 65, p. 153-157, 1988.

MELLO, M. C. **Flores e microalgas como fontes alternativas de carotenóides.** 2002. 113f. Tese (Doutorado). - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S., LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas** , v. 44, p. 193-201, 2008.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MELO, M. R.; CASTRO, J. V. de.; CARVALHO, C. R. L.; POMMER, C. V. Conservação refrigerada de cherimóia embalada em filme plástico com zeolite. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, 71-76, 2002.

MELTZER, W. Fresh Food Comparison. 1998. In: Center for Science in the Public Interest (Nutrition Action Health Letter). www.cspinet.org. Acesso em 11/04/2007. National Agricultural Library. www.nal.usda.gov. Acesso em 11/04/2007.

MEZADRI, T.; VILLAÑO, D.; FERNÁNDEZ-PACHÓN, M. S.; GARCÍA-PARRILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M. Antioxidant compounds and antioxidant activity in acerola (Malpighia emarginata DC.) fruits and derivatives. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, p. 282–290, 2008.

MILANESIO, M.; BIANCHI, R.; UGLIENGO, P.; ROETTI, C.; VITERBO, D. Vitamin C at 120 K: experimental and theoretical study of the charge density**. Journal of Molecular Structure (Theochem),** v. 419, p. 139-154, 1997.

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

MILLER, H. E. A simplified method for the evaluation of antioxidant. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v. 48, p. 91, 1971.

MINGUÉZ-MOSQUERA, M. I.; HONERO, D. Analysing changes in fruit pigments. In : MAC DOUGALL, D. (Ed.), ed. Woodhead Publishing. **Colour in food: improving quality**, 2002. 378p.

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.

MORGADO, C. M. A.; DURIGAN, J. F.; SANTOS, L. O. **Avaliação da atividade antioxidante em frutos de goiaba "de vez" e maduros**. XX Congresso Brasile iro de Fruticultura 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. Vitória-ES, 2008.

MOSCA J. L.; CAVALCANTE, C. E. B.; DANTAS, T. M. Características botânicas das principais anonáceas e aspectos fisiológicos de maturação. Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 28 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 106).

MOSER, U.; BENDICH, A. Vitamin. In: MACHILIN, L.J. **Handbook of vitamins.** 2nd.Ed. New York: Marcel Dekker, 1991. p.195-232.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; FIGUEIREDO, R. W. de.; PAIVA, J. R de. Avaliações físicas e físico-químicas de frutos de clones de aceroleira *(Malpighia emarginata* D.C.). **Revista Ciência Agronômica,** Fortaleza, v. 38, n. l, p. 52-57, 2007.

MOURA, C. F. H.; FILGUEIRA, H. A. C.; ALVES, R. E. **PINHA** (*Annona squamosa* L.). In: ALVES, R. E.; FILGUIERAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H. Caracterização de frutas nativas da América Latina. Jaboticabal: UNESP/SBF, 2000.

MUSSER, R. S.; LEMOS, M. A.; LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LEDERMAN, I. E.; SANTOS, V. F. Características físico-químicas de acerolas do Banco Ativo de Germoplasma de Pernambuco. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 24, n. 4, p. 556 - 561, 2004.

MUSSER, R. S.; LEMOS, M. A.; LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LEDERMAN, I. E.; SANTOS, V. F. Caracterização física e de produção de acerola do banco ativo de germoplasma em Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 320-323, 2005.

NAGAMINE, I.; AKIYAMA, T.; KAINUMA, M.; KUMAGAI, H.; YAMADA, K.; YANO, T.; SAKURAI, H. Effect of acerla cherry extract on cell proliferation and activation of Ras signal pathway at the promotion stage of lung tumongenesis in mice. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology,** v. 8, n. 1, p. 69-72, 2002.

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

NEVES, C. S. V. J.; YUHARA, E. Caracterização dos frutos de cultivares de atemóia produzidos no norte do Paraná. **Ciências Agrárias** , Londrina, v. 24, n. 2, p. 311-314, 2003.

NOGUEIRA, E. A.; MELLO, N. T. C.; CASER, D.V. **Anonáceas:** do Brasil império a atemóia. Frutas e Derivados. Disponível em: http:/ /www.ibraf.org.br/x-re/f-evista.html. Acesso em 9/2/2007.

NOGUEIRA, J.N.; SOYBIHE SOBRINHO, J.; VENSCOVSKY, R.; FONSECA, H. Efeito do armazenamento nos teores de ácido ascórbico e beta-caroteno em goiaba liofilizada. **Archives Latinoamericano de Nutricón.**, v.28, p.363-377, 1978.

NORONHA, M. A. S. de. **Características físico-químicas de frutos de umbu-cajá *Spondias spp.* provenientes dos Pólos Baixo-Jaguaribe (CE) e Assu-Mossoró (RN)**. Monografia (Graduação em Agronomia) – Departamento de Fitotecnia, ESAM, 1998.

OCHSE, J. J; SOULE, Jr; DIJKMAN, M. J.; WEHLBURG, C. Annonaceae: Annonas. In: Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Mexico, Limusa, v.1, 1974, p.616-634.

ODIN, A. P. Vitamins as antimutangens: advantagens and some possible mechanisms of antimutangenic action. **Mutation Reserch**, Amsterdam, v. 386, n. 1, p. 39-67, 1997.

OLIC, N. B. Brasil: exportações frutificando. **Revista Pangea – Quinzenário de Política, Economia e Cultura**. Disponível em: <http://www.clubemundo.com.br/revistapangea/show-news.asp?>. Acesso em: 1 out. 2005.

OLIVEIRA, J. R. P.; SOARES FILHO, W. S. Situação da cultura da acerola no Brasil e ações da Embrapa Mandioca e Fruticultura em recursos genéticos e melhoramento. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS E MELHORAMENTO DE PLANTAS PARA O NORDESTE DO BRASIL, 1998, Petrolina, **Anais...** Petrolina: Embrapa SemiÁrido, 1998.

OSHIRO, A. M.; VIEIRA, C. R. Y. I.; TANAMATI, F. Y.; AYRES, M. C. R.; NAMIUCHI, N. N.; FIGUEIREDO, P. G. Caracterização química de goiabas 'Pedro Sato' na região de Santa Terezinha, Itaporã, MS. In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 2008, Vitória. Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. Vitória : DCM/Incaper, 2008. CD-ROM.

OU, B.; HAMPCH-WOODILL, M.; PRIOR, R. L. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the flourescent probe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 4619-4626, 2001.

PADILHA, M. do R F. de. **Compostos bioativos em mangas (*Mangifera indica* L.): influência da cultivar, do estádio de maturação e do tratamento pós-colheita.**

2005. 120p. Tese (Doutorado em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Characterisation of the carotenoids and assessment of the vitamin A value of brasilian guavas (*Psidium guajava L.*). **Food Chemistry**, v. 20, p. 11-19, 1986.

PALOZZA, P. Prooxidant actions of carotenoids in biologic systems. **Nutrition Reviews** , v. 56, p. 257-265, 1998.

PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and vegetables**. Westport: AVI, 1975. 660p.

PELÚZIO, M. do C. G.; OLIVEIRA, V. P. **Vitaminas antioxidantes**. In: COSTA, N. M. B.; ROSA, C. de O. B. Alimentos funcionais. Viçosa, 2006. 202p.

PEREIRA, A. C. da S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutas tropicais e cítricas produzidas no Ceará**. 2009. 120p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PEREIRA, F. M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal:FUNEP, 1995.47p.

PEREIRA, M. C. T.; BANDEIRA, N.; ANTUNES JÚNIOR, R. C.; NIETSCHE, S.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. X. de.; ALVARENGA, M. D.; SANTOS, T. M. dos.; OLIVEIRA, J. R. Efeito do ensacamento na qualidade dos frutos e na incidência da broca-dos-frutos da atemoeira e da pinheira. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 389-396, 2009.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J. **Metodología para La evaluación de ingredientes funcionales antioxidantes:** efecto de fibra antioxidante de uva en status antioxidante y parámetros de resgo cardiovascular en humanos. 2007. 244p. Tesis (Doctoral) – Programa de Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**. v.39, p.791-800, 2006.

PINTO, A. C. de Q.; CORDEIRO, M. C. R.; ANDRADE, S. R. M. de; FERREIRA, F. R.; FILGUEIRAS, H. A. de; ALVES, R. E.; KIMPARA, D. I. Annonas **Species**. International Centre of Underutilised Crops, University of Sounthampton, Sounthampton UK, 2005, 268p.

PINTO, A. C. Q. O agronegócio da manga. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; DA SILVA, A. G (Ed.). Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, p. 402.

PIO-CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, v. 5, p. 87-88, 1974.

PIZA JÚNIOR, C. de T. A situação da cultura da mangueira em São Paulo. In: DONADIO, L. C.; FERREIRA, F. R. (Eds.). **Anais do II simpósio sobre mangicultura**. Jaboticabal: FCAV-FUNEP, 1989. p. 31-46.

PRIOR, R. L. Antioxidant capacity and health benefits of fruits and vegetables. Blueberry, the leader of the pack. Disponível em: <www.blueberry.org/tuft's.html>. Acesso em: 14 de Ago. 2002.

PRIOR, R. L.; CAO, G.; MARTIN, A.; SOFIC, E.; MCEWEN, J.; O´BRIEN, C.; LISCHNER, N.; EHLENFELDT, M.; KALT, W.; KREWER, G.; MAINLAND, C. M. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of Vaccinum species. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 46, p. 2686-2693, 1998.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 48, p. 3396-3402, 2000.

QUINTINO, H. M. S. **Benefícios sociais da política de incentivos à cultura do mamão no Estado do Ceará.** 2007. 81p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

REYNERSTON, K. A.; YANG, H.; JIANG, B.; BASILE, M. B.; KENNELY, E. J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry,** v. 109, n. 4, p. 883-890, 2008.

RIBEIRO, S. M. R. **Caracterização e avaliação do potencial antioxidante de mangas (*Mangifera intica* L.) cultivadas no Estado de Minas Gerais**. 2006. 149p. Tese (Doutorado em Bioquímica Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C. de.; COSTA, A. C. S.; TRINDADE, D. C. G. da.; AMARIZ, A.; LIMA NETO, F. P. Caracterização física e química de frutos e cultivares estrangeiras de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semi-Árido In: III Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semi-Árido, 2008, Petrolina. Anais da III Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semi-Árido.

Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. p.217 - 223. Embrapa Semi-Árido (Documentos, 210).

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C. de.; TRINDADE, D. C. G. SANTOS, A. C. N. dos.; AMARIZ, A. Uso de revestimentos à base de dextrina na conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2009.

ROCHA, I. Sistemas locais de inovação no Nordeste: fruticultura tropical no Nordeste. In: SEMINÁRIO DO PROJETO GLOBALIZAÇÃO E INOVAÇÃO LOCALIZADA: EXPERIÊNCIAS DE SISTEMAS LOCAIS NO ÂMBITO DO MERCOSUL E PROPOSIÇÕES DE POLÍTICAS DE C&T, 2., 1998, Mangaratiba. **Anais…** Mangaratiba: UFRJ, 1998.

RODRIGUES, H. G.; DINIZ, Y. S. A. FAINE, L. A.; ALMEIDA, J. A. FERNANDES, A. A.H.; NOVELLI, E. L. B. Suplementação nutricional com antioxidantes naturais: efeito da rutina na concentração de colesterol-HDL. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 315-320, 2003.

RODRIGUES-AMAYA, D. B. Critical review of provitamina A: determination in plants foods. **Journal Micronutrients Annual**, v.5, p.191-225, 1989.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in food**. Washington, DC: OMNI Research, 1999. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods.** Arlington: John Snow Inc./OMNI Project, 1997. 88p.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

ROMBALDI, C. V.; TIBOLA, C. S.; ZAICOVSKI, C. B.; SILVA, J. A.; FACHINELLO, J. C.; ZAMBIAZI, R. C. Potencial de conservação e qualidade de frutas: aspectos biotecnológicos de pré e pós-colheita. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio. Palestras e resumos... Cabo Frio-RJ: SBF/UENF/UFRuralRJ. 2006. p. 105-132.

RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais.** Tese (Doutorado: Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 264p. Mossoró- RN, 2008.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S. de., MORAIS, S. M. de., SAMPAIO, C. de G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D. Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução de ferro (FRAP). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, 2006a. 4p, (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 125).

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996–1002, 2010.

RUFINO, M. S. M.; ALVES. R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; PÉREZ-IMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. **Metodologia Científica: Determinação da**

atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS•+. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006b. 4p, (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico).

SACRAMENTO, C. D. do.; FARIA, J. C.; CRUZ, F. L. da.; BARRETTO, W de S.; GASPAR, J. W.; LEITE, J. B. V. Caracterização física e química de frutos de três tipos de gravioleira (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 329-331, 2003.

SÁNCHEZ-MORENO, C. Review: methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. **Food Science and Technology International**, v. 8, p. 121 – 137, 2002.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J.A.; SAURA-CALIXTO, F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal of the Science of Food Agricultural**, v. 76, p. 270-276, 1998.

SANTIAGO, A. da S.; FLORIANO, C. M.; CONEGLIAN, R. C. C. C.; VASCONCELLOS, M. A da S.; VITAL, H. de C. Avaliação da qualidade pós-colheita de frutos de pinha (A*nnona squamosa L.*) submetidos a diferentes tratamentos. **Agronomia**, v. 40, n. 1-2, p. 21 - 26, 2006.

SANTOS, D. B. dos.; PEREIRA, M. E. C.; VIEIRA, E. L.; LIMA, M. A. C. de. Caracterização físico-química dos estádios de maturação da manga 'Tommy Atkins' produzida no município de Iaçú-BA. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 20, n. 4, p. 342-348, 2008a.

SANTOS, F. S.; PEREIRA, M. C. T.; XAVIER, A. A.; CORSATO, C. D. A.; NIETSCHE, S.; FRANCO, L. R. L. Caracterização físico-química de frutos de mangueira 'Haden' e 'Palmer' produzidos em sistema de produção integrada nas condições irrigadas do Norte de Minas Gerais. In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 2008, Vitória. Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. Vitória : DCM/Incaper, 2008b. CD-ROM.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/GRAPH Software**: Reference, Version 8. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2000.

SAÚDE E NUTRIÇÃO: Alimentos funcionais. Disponível em: http://www.planetaorganico.com.br/saudnut8.htm. Acesso em: 12 mar. 2008.

SCALOPPI JUNIOR, E. J. S. **Melhoramento da Anonáceas**. Disponível em: http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=6641.Acesso em 15 de setembro de 2007.

SCALZO, J.; POLITI, A.; PELEGRINI, N.; MEZZETI, B.; BATTINO, M. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. **Nutrition,** v**.** 21, n. 2, p. 207-213, 2005.

SCHIEBER, A.; BERARDINI, N.; CARLE, R. Identification of flavonol and xanthone glycosides from mango (*Mangifera indica* L. cv, .Tommy Atkins.) peels by High-Performance Liquid Chromatography-Electrospray Ionization mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 5006-50011, 2003.

SCHULTZ, A. R. Família malpighia. In: _____. Botânica sistemática. 3. Ed. Porto Alegre: Globo, 1968. 164p.

SECTI. **SECRETARIA DE CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**. Plano de desenvolvimento do APL de fruticultura do Vale do São Francisco, Salvador-BA, 2008.

SEVERO, J.; AZEVEDO, M. L.; CHIM, J.; SCHREINERT, R. S.; SILVA, J. A.; ROMBALDI, C. V. Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas e poder antioxidante em morangos cvs. Aroma e Camorosa. In: XVI Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas, 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas, 2007.

SHAMSUDIN, R.; MOHAMED, I. O.; YAMAN, N. K. M. Thermophysical properties of Thai seedless guava juice as affected by temperature and concentration. **Journal of Food Engineering** , v. 66, p. 395-399, 2005.

SHARMA, O. P. ; BHAT, T. K. DPPH antioxidant assay revisited. **Food Chemistry**, v. 113, p. 1202 – 1205, 2009.

SILVA, A. V. C.; ANDRADE, D. G. de.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M. A. G.; MUNIZ, E. N.; NARAIN, N. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemóia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 300-304, 2009.

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

SILVA, D. F. P. da.; SIQUEIRA, D. L. de.; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, L. C. C.; STRUIVING, T. B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 6, p. 783-789, 2009.

SILVA, D. J.; FARIA, C. M. B. Nutrição, calagem e adubação. In: MOUCO, M. A. C. (Ed.). Cultivo da mangueira. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. (Sistema de Produção). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/index.htm>. Acesso em: 12 mar. 2009.

SILVA, D. S. **Estabilidade do suco tropical de goiaba *(Pisidium guajava* L) obtido pelos processos de enchimento à quente e asséptico.** 2007. 82f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

SILVA, F. O. Total ascorbic acid determination in fresh squeezed orange juice by gas chromatography. **Food Control**, v. 16, p. 55-58, 2005.

SILVA, W. S. da. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de Aceroleira**. 2008. 134p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SILVEIRA , M. R. S. da. **Qualidade e atividade antioxidante de frutos de genótipos de puçazeiro 'coroa de frade' (Mouriri elliptica Mart.) da vegetação litorânea do**

Ceará. 2008. 116p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G. S. F.; MAIA, G. A. M.; MONTEIRO, J. C. S.; SILVA Jr., A.; SOUZA FILHO, M. S. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo "foam-mat". **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 21, n. 2, p. 164-170, 2001.

SOUSA, C. M. de M.; SILVA, H R.; VIEIRA JUNIOR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S. da.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. de M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. E. S. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova,** São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

SOUZA, J. S.; ALMEIDA, C. O.; ARAÚJO, J. L. P.; CARDOSO, C. E. L. Aspectos socioeconômicos. In: GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. **A cultura da mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 19-29.

SOUZA, M. C. de. **Qualidade e atividade antioxidante de frutos de diferentes progênies de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart)**. 2007. 124f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

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

SUNTORNSUK, L.; GRITSANAPUN, W.; NILKAMHANK, S.; PAOCHOM, A. Quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 28, p. 849-855, 2002.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D. H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis,** v. 19, p. 669–675, 2006.

TODA FRUTA. Disponível em <www.todafruta.com.br> Acesso em 11/04/2007.

TOKUNAGA, T. **A cultura da atemóia**. Campinas: CATI (B. técnico 233), 2000, 80p.

TORRES, L. M. A. R. **Conservação pós-colheita de atemóia cv. Thompson**. 2008. 124p. Dissertação (Mestrado em alimentos e nutrição) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Araraquara.

UDDIN, M. S.; HAWLADER, M. N. A.; DING, L.; MUJUMDAR, A. S. Degradation of ascorbic acid in dried guava during storage. **Journal of Food Engineering**, v. 51, p. 21-26, 2002.

UENOJO, M.; PASTORE, G. M. Pectinase: aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 388-394, 2007.

VANNUCCHI, H.; JORDÃO JÚNIOR, A. Radicais livres, antioxidantes e dieta. A Importância das frutas e verduras. In: DE ANGELIS, R. C. **A importância dos alimentos vegetais na proteção da saúde**: fisiologia da nutrição. 2. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2005. p. 195-203.

VENDRAMINI, A. L.; TRUGO, L. C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia glabra* L.) at three stages of maturity. **Food Chemistry**, London, v.71, n.2, p.195-198, 2000.

VIEIRA, S. M. J.; COUTO, S. M.; CORRÊA, P. C.; SANTOS, dos A. E. O.; CECOM, P. R. SILVA, D. J. P. da. Características físicas de goiabas (*Psidium guajava* L.) submetidas a tratamento hidrotérmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n. 4, p. 408–414, 2008.

VILA, M. T. R.; LIMA, L. C. de O.; VILAS BOAS, E. V. de B.; HOJO, E. T. D.; RODRIGUES, L. J.; PAULA, N. R. F. de. Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1435-1442, 2007.

VON GADOW, A.; JOUBERT, E.; HANSMANN, C. F. Comparison of the antioxidant activity of aspalathin with that of other plant phenols of rooibos tea (*Aspalathus linearis*), a-tocopherol, BHT and BHA. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 632, 1997.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 44, p. 701-705, 1996.

WILLS, R. B. H.; McGLASSON, W. B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. C. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. 5. ed. Wallingford: New South Wales University, 2007. 227 p.

XISTO, A. L. R. P.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D. Textura de goiabas 'Pedro Sato' Submetidas à Aplicação de Cloreto de Cálcio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 113-118, 2004.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T. Influência da embalagem de atmosfera modificada e do tratamento com cálcio na cinética de degradação de ácido ascórbico e perda de massa em goiabas (*Psidium guajava* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, p. 27-31, 2000.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T.; TONZAR, A. C.; MORIYA, S.; FERNANDES, J. G. Produtos de acerola: estudos da estabilidade de vitamina C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 92-94, 2003.

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.

ZECHMEISTER, L. *Cis-trans* isomerization and stereichemistry of carotenoids and diphenylpolyenes. **Chemical Reviews**, v. 34, n. 2, p. 267-344, 1944.

Tabela 1A - Valores médios obtidos para os parâmetros de cor L (luminosidade), c (cromaticidade) e H (ângulo hue) de frutos de diferentes cultivares, oriundos do Submédio do Vale do São Francisco (média ± DP, n= 80 para as mangas, goiabas, pinha e atemóia, n= 100 para as acerolas). Cultivar de pinha não identificada. n.d.=não determinado.

Tratamento		**Cor**					
		Casca			**Polpa**		
fruto	**cultivar**	**L**	**C**	**H**	**L**	**C**	**H**
Manga	'Van dyke'	47,72 ± 0,27	37,90 ± 0,35	87,83 ± 0,88	33,78 ± 0,76	29,78 ± 2,93	82,61 ± 5,29
	'Tommy Atkins'	41,74 ± 1,00	26,53 ± 1,99	86,65 ± 1,87	40,59 ± 1,11	28,30 ± 3,12	84,97 ± 1,89
	'Haden'	49,80 ± 0,89	28,29 ± 0,68	95,28 ± 2,72	40,44 ± 2,99	24,95 ± 4,76	81,70 ± 2,23
	'Kent'	39,55 ± 2,19	17,17 ± 4,22	112,76 ± 3,61	41,17 ± 1,83	26,44 ± 5,33	93,73 ± 7,77
	'Palmer'	38,86 ± 0,56	33,58 ± 0,75	87,62 ± 1,44	42,95 ± 1,55	40,11 ± 2,00	89,06 ± 2,76
	'Keitt'	31,55 ± 0,74	32,16 ± 1,62	113,36 ± 1,42	38,00 ± 2,46	33,94 ± 3,61	88,73 ± 4,16
	'Espada'	40,19 ± 0,96	31,47 ± 1,45	113,44 ± 2,35	40,95 ± 0,65	38,11 ± 2,74	95,11 ± 2,41
	'Rosa'	45,79 ± 0,33	34,60 ± 0,30	94,45 ± 0,43	33,35 ± 0,84	35,03 ± 3,23	83,64 ± 1,61
Acerola	'Sertaneja'	21,94 ± 1,68	19,77 ± 0,78	14,04 ± 1,86	34,40 ± 2,14	21,58 ± 1,95	58,13 ± 6,09
	'Okinawa'	23,68 ± 0,31	22,33 ± 1,10	12,05 ± 1,95	36,56 ± 0,82	18,03 ± 0,44	75,37 ± 6,21
	'Costa Rica'	20,48 ± 0,51	16,36 ± 0,29	10,12 ± 0,30	34,25 ± 1,15	18,47 ± 0,72	59,79 ± 4,52
	'Flor Branca'	21,65 ± 0,54	16,50 ± 0,97	9,17 ± 2,89	33,99 ± 0,73	21,88 ± 0,80	67,52 ± 2,87
Goiaba	'Paluma'	49,97 ± 0,78	28,82 ± 1,63	100,52 ± 4,07	38,60 1,82	16,92 ± 1,42	23,44 ± 5,46
	'Rica'	49,45 ± 1,04	27,68 ± 1,82	101,42 ± 0,66	35,66 ± 1,84	23,16 ± 1,20	27,05 ± 4,40
	'Pedro Sato'	50,67 ± 0,93	28,50 ± 0,95	100,13 ± 1,75	36,35 ± 2,66	17,45 ± 1,95	24,17 ± 8,63
Pinha		42,48 ± 1,51	22,79 ± 1,88	117,05 ± 5,70	51,48 ± 1,91	10,86 ± 1,79	n.d.
Atemóia	'Gefner'	42,27 ± 0,46	32,34 ± 0,61	111,76 ± 2,02	44,19 ± 0,31	19,79 ± 0,60	n.d.

Tabela 2A - Valores médios das características físicas de frutos de diferentes cultivares, oriundos do Submédio do Vale do São Francisco (média ± DP, n= 80 para as mangas, goiabas, pinha e atemóia, n= 100 para as acerolas). Cultivar de pinha não identificada. n.d.=não determinado.

Tratamento		**Massa**	**Comprimento**	**Diâmetro**	**Firmeza**
fruto	**cultivar**	**(g)**	**(cm)**	**(cm)**	**(N)**
Manga	'Van Dyke'	280,24 ± 14,57	9,67 ± 0,14	6,84 ± 0,09	7,70 ± 0,41
	'Tommy Atkins'	533,68 ± 19,61	11,80 ± 0,16	8,98 ± 0,16	9,45 ± 0,46
	'Haden'	434,07 ± 20,93	10,35 ± 0,13	8,34 ± 0,09	7,87 ± 1,25
	'Kent'	565,52 ± 37,88	11,62 ± 0,42	8,98 ± 0,86	6,71 ± 2,49
	'Palmer'	515,83 ± 29,46	13,05 ± 0,27	8,14 ± 0,18	8,22 ± 1,18
	'Keitt'	505,08 ± 24,56	12,80 ± 0,26	7,74 ± 0,11	5,06 ± 0,38
	'Espada'	214,98 ± 5,54	10,66 ± 0,28	5,82 ± 0,07	7,56 ± 0,61
	'Rosa'	327,39 ± 7,22	9,67 ± 0,31	7,07 ± 0,03	16,92 ± 0,77
Acerola	'Sertaneja'	6,07 ± 0,31	1,89 ± 0,08	2,28 ± 0,09	2,19 ± 0,04
	'Okinawa'	9,88 ± 0,58	2,35 ± 0,08	2,70 ± 0,06	2,62 ± 0,32
	'Costa Rica'	7,64 ± 0,23	2,08 ± 0,04	2,41 ± 0,05	2,38 ± 0,07
	'Flor Branca'	4,09 ± 0,29	1,69 ± 0,02	1,96 ± 0,04	2,14 ± 0,15
Goiaba	'Paluma'	260,74 ± 24,04	9,46 ± 0,54	7,46 ± 0,24	18,79 ± 0,86
	'Rica'	203,23 ± 32,22	8,51 ± 0,60	6,88 ± 0,36	12,23 ± 1,25
	'Pedro Sato'	199,39 ± 11,81	7,71 ± 0,25	7,03 ± 0,16	14,34 ± 2,01
Pinha		182,38 ± 4,66	6,60 ± 0,05	7,44 ± 0,16	8,79 ± 1,25
Atemóia	'Gefner'	311,01 ± 5,72	9,25 ± 0,26	7,87 ± 0,26	4,46 ± 0,24

Tabela 3A - Valores médios obtidos para os teores de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), pH, acidez titulável (AT), relação SS/AT de frutos de diferentes cultivares, oriundos do Submédio do Vale do São Francisco (média ± DP, n = 4). Cultivar de pinha não identificada. n.d.=não determinado.

Tratamento		SS	AST	AR	pH	AT	SS/AT
fruto	cultivar	(°Brix)	(%)	(%)		(%)	
Manga	'Van Dyke'	18,1 ± 0,6	15,94 ± 0,15	3,51 ± 0,25	4,52 ± 0,06	0,25 ± 0,00	71,26 ± 2,32
	'Tommy Atkins'	13,4 ± 0,57	11,44 ± 0,93	2,51 ± 0,19	4,62 ± 0,17	0,27 ± 0,02	49,55 ± 3,89
	'Haden'	14,3 ± 0,50	13,53 ± 0,31	2,66 ± 0,16	4,33 ± 0,07	0,40 ± 0,07	36,12 ± 6,01
	'Kent'	12,2 ± 0,84	10,89 ± 0,24	3,70 ± 0,38	4,00 ± 0,23	0,39 ± 0,08	31,67 ± 5,41
	'Palmer'	15,3 ± 0,49	13,17 ± 0,76	3,53 ± 0,11	4,62 ± 0,05	0,15 ± 0,03	98,54 ± 18,59
	'Keitt'	12,0 ± 0,76	10,69 ± 0,62	3,32 ± 0,17	4,45 ± 0,08	0,26 ± 0,04	46,51 ± 5,54
	'Espada'	14,5 ± 0,50	12,00 ± 0,29	5,42 ± 0,15	3,88 ± 0,14	0,55 ± 0,08	26,29 ± 3,25
	'Rosa'	13,8 ± 0,74	11,11 ± 1,18	4,38 ± 0,22	3,90 ± 0,00	0,59 ± 0,02	23,44 ± 1,36
Acerola	'Sertaneja'	7,3 ± 0,05	3,70 ± 0,15	n.d.	3,15 ± 0,06	1,74 ± 0,02	4,22 ± 0,04
	'Okinawa'	8,7 ± 0,15	4,62 ± 0,07	n.d.	3,25 ± 0,06	1,87 ± 0,06	4,67 ± 0,13
	'Costa Rica'	8,3 ± 0,15	5,58 ± 0,31	n.d.	3,45 ± 0,06	1,11 ± 0,03	7,45 ± 0,18
	'Flor Branca'	7,6 ± 0,30	4,49 ± 0,34	n.d.	3,30 ± 0,00	1,35 ± 0,02	5,65 ± 0,26
Goiaba	'Paluma'	11,1 ± 0,75	7,41 ± 0,14	6,16 ± 0,45	3,92 ± 0,07	0,59 ± 0,05	18,87 ± 2,52
	'Rica'	10,1 ± 0,46	6,63 ± 0,10	5,45 ± 0,47	4,11 ± 0,08	0,45 ± 0,03	22,47 ± 1,96
	'Pedro Sato'	10,5 ± 0,34	6,99 ± 0,31	6,48 ± 0,78	4,25 ± 0,17	0,41 ± 0,03	25,52 ± 2,38
Pinha		24,2 ± 0,78	19,85 ± 0,47	18,26 ± 2,60	5,10 ± 0,02	0,27 ± 0,03	90,48 ± 12,00
Atemóia	'Gefner'	26,7 ± 0,62	22,03 ± 0,56	12,66 ± 0,97	4,46 ± 0,04	0,50 ± 0,02	53,44 ± 1,89

Tabela 4A - Valores médios obtidos para as características vitamina C, flavonóides amarelos (FA), antocianinas (AT), amido e pectina total (PCT) de frutos de diferentes cultivares, oriundos do Submédio do Vale do São Francisco (média ± DP, n = 4). Cultivar de pinha não identificada. n.d.=não determinado.

Tratamento		**Vitamina C**	**FA**	**AT**	**Amido**	**PCT**
fruto	**cultivar**	**(mg.100g^{-1})**	**(mg.100g^{-1})**	**(mg.100g^{-1})**	**(%)**	**(mg.100g^{-1})**
Manga	'Van Dyke'	35,39 ± 2,29	2,69 ± 0,17	n.d.	0,04 ± 0,02	298,06 ± 80,51
	'Tommy Atkins'	31,97 ± 3,71	1,99 ± 0,40	n.d.	0,06 ± 0,03	308,26 ± 35,44
	'Haden'	29,71 ± 4,58	2,71 ± 0,40	n.d.	0,10 ± 0,04	258,98 ± 21,85
	'Kent'	29,68 ± 2,63	1,76 ± 0,17	n.d.	0,05 ± 0,02	346,98 ± 59,94
	'Palmer'	51,39 ± 6,84	2,78 ± 0,14	n.d.	0,03 ± 0,01	266,20 ± 20,46
	'Keitt'	34,27 ± 2,64	1,99 ± 0,20	n.d.	0,07 ± 0,03	283,43 ± 61,45
	'Espada'	34,27 ± 2,63	1,95 ± 0,30	n.d.	0,40 ± 0,11	321,36 ± 59,22
	'Rosa'	34,26 ± 2,63	2,26 ± 0,30	n.d.	0,04 ± 0,01	183,43 ± 4,10
Acerola	'Sertaneja'	2075,13 ± 9,95	10,73 ± 0,94	10,90 ± 1,93	0,08 ± 0,01	94,93 ± 14,08
	'Okinawa'	2337,18 ± 82,73	6,80 ± 1,40	13,0 ± 5,26	0,23 ± 0,04	246,71 ± 27,14
	'Costa Rica'	1454,85 ± 39,16	9,90 ± 2,26	13,80 ± 2,42	0,06 ± 0,02	95,57 ± 31,56
	'Flor Branca'	1713,28 ± 136,18	7,90 ± 1,89	7,03 ± 2,06	0,05 ± 0,01	101,00 ± 7,13
Goiaba	'Paluma'	78,80 ± 4,32	3,53 ± 0,74	0,51 ± 0,26	0,42 ± 0,19	685,44 ± 29,28
	'Rica'	107,40 ± 7,98	4,04 ± 1.01	0,40 ± 0,18	0,38 ± 0,08	477,82 ± 132,4
	'Pedro Sato'	81,08 ± 6,81	3,24 ± 0,59	0,69 ± 0,36	0,46 ± 0,15	494,37 ± 57,20
Pinha		35,39 ± 2,27	4,10 ± 0,47	n.d.	1,74 ± 0,24	615,50 ± 64,18
Atemóia	'Gefner'	25,11 ± 8,74	5,51 ± 0,91	n.d.	0,52 ± 0,05	431,54 ± 89,09

Tabela 5A - Valores médios obtidos para as características, carotenóides totais (CT), polifenóis extraíveis totais (TEP) e atividade antioxidante total (AAT) pelos métodos ABTS e ORAC de frutos de diferentes cultivares, oriundos do Submédio do Vale do São Francisco (média ± DP, n = 4 para carotenóides totais, n = 3 para TEP e ativividade antioxidante total). Cultivar de pinha não identificada. n.d.=não determinado.

Tratamento		**CT**	**TEP**	**ABTS**	**ORAC**
fruto	**cultivar**	**(mg.100g^{-1})**	**(mg.100g^{-1})**	**(µM Trolox.g^{-1} polpa)**	**(µM Trolox.g^{-1} polpa)**
Manga	'Van Dyke'	1,92 ± 0,45	26,90 ± 0,88	2,4 ± 0,21	2,83 ± 0,38
	'Tommy Atkins'	1,15 ± 0,32	17,26 ± 2,19	1,0 ± 0,07	2,69 ± 0,00
	'Haden'	1,48 ± 0,62	23,45 ± 0,52	2,0 ± 0,12	3,29 ± 0,64
	'Kent'	1,48 ± 0,07	16,51 ± 1,56	1,4 ± 0,12	2,03 ± 0,31
	'Palmer'	1,48 ± 0,20	36,04 ± 3,43	3,0 ± 0,18	3,11 ± 0,00
	'Keitt'	1,97 ± 0,42	22,81 ± 1,28	1,4 ± 0,23	2,85 ± 0,12
	'Espada'	0,80 ± 0,22	30,32 ± 3,08	1,9 ± 0,06	3,27 ± 0,40
	'Rosa'	0,76 ± 0,11	32,17 ± 2,14	2,7 ± 0,10	2,93 ± 0,28
Acerola	'Sertaneja'	3,28 ± 0,38	1101,01 ± 10,75	115,82 ± 4,70	66,82 ± 4,82
	'Okinawa'	1,62 ± 0,26	1345,21 ± 5,24	144,77 ± 8,65	69,70 ± 3,99
	'Costa Rica'	1,75 ± 0,54	850,26 ± 13,44	78,27 ± 0,77	45,20 ± 8,02
	'Flor Branca'	1,65 ± 0,50	949,25 ± 11,00	122,72 ± 4,81	60,40 ± 3,78
Goiaba	'Paluma'	0,44 ± 0,15	120,21 ± 0,76	13,30 ± 0,97	15,89 ± 1,37
	'Rica'	0,75 0,13	108,05 ± 6,01	8,47 ± 0,31	9,29 ± 1,44
	'Pedro Sato'	0,50 ± 0,27	149,97 ± 8,20	15,31 ± 0,81	17,23 ± 0,34
Pinha		n.d.	149,55 ± 1,93	12,75 ± 0,90	21,49 ± 3,42
Atemóia	'Gefner'	n.d.	237,81 ± 6,51	16,89 ± 1,47	41,52 ± 7,21