



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**ANA CAROLINA DA SILVA PEREIRA**

**QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL  
DE FRUTAS TROPICAIS E CÍTRICAS PRODUZIDAS NO CEARÁ.**

**FORTALEZA**

**2009**

**ANA CAROLINA DA SILVA PEREIRA**

**QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL  
DE FRUTAS TROPICAIS E CÍTRICAS PRODUZIDAS NO CEARÁ.**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo

FORTALEZA

2009

**ANA CAROLINA DA SILVA PEREIRA**

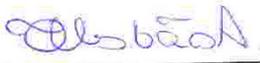
**QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL  
DE FRUTAS TROPICAIS E CÍTRICAS PRODUZIDAS NO CEARÁ.**

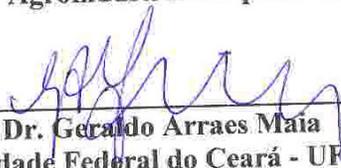
Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em: 19 de Fevereiro de 2009.

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo (Orientador)**  
Universidade Federal do Ceará - UFC

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Ricardo Elesbão Alves (Co-Orientador)**  
Embrapa Agroindústria Tropical - CE

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Geraldo Arraes Maia**  
Universidade Federal do Ceará - UFC

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Edy Sousa de Brito**  
Embrapa Agroindústria Tropical - CE

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Maria do Socorro Moura Rufino**  
Pesquisadora Bolsista Embrapa Agroindústria Tropical – CE/  
FUNARBE (INCO-CT-2005-015279)

À Deus,  
aos meus pais Carlos Alberto e Clene,  
aos meus irmãos, aos meus amigos e  
a todos aqueles que colaboraram na  
execução desse trabalho.

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à Deus, pelo dom da fé, por poder acreditar que tudo o que acontece em minha vida é fruto da sua divina providência. Por ser minha fortaleza, meu refúgio, guia e companheiro em todos os momentos de minha vida. Por ter me dado força e determinação para superar todos os obstáculos, principalmente, por sempre ter colocado pessoas maravilhosas em minha vida.

Aos meus pais, Carlos Alberto e Clene, pelo exemplo de ser humano, de amor e de vida. Pelo dom da vida! Por servirem sempre de inspiração para todos os meus anseios e conquistas. Por nunca medirem esforços para me ajudar, por todo o amor, carinho e atenção que sempre a mim dedicaram.

Aos meus irmãos Carlos Augusto, Carlos Alberto Filho e Ana Angélica, pelo apoio incondicional, pelos conselhos, por sempre se fazerem presentes em minha vida, mesmo nas diversidades. Pelo amor que nos une e pela amizade que preservamos.

As minhas cunhadas Aparecida e Eudilene e aos meus lindos sobrinhos João Pedro e Emanuel por encherem ainda mais de graças a nossa família.

Aos meus avós Isaías Camilo e Maria do Carmo (*in memoriam*) e José Maria e Maria de Lourdes. A todos os meus tios, em especial a minha tia Sheila Carla e seu esposo Bérqson, e ao meu tio Clemilson. A todos os meus primos, em especial a Fátima e seu esposo Tadeu, a Talita e ao Tiago, por terem me acolhido em seus lares e em seus corações, fazendo com que me sentisse sempre em casa durante toda a minha estadia aqui em Fortaleza.

Aos colegas do mestrado, Alice, Aline, Ana Lúcia, Ana Paula, Caroline, Cíntia, Cláudia, Edna, Edvânia, Gerla, Heliofábia, Josiele, Livia, Mariana, Marinês, Patrícia, Sarah, Sandra, Tânia e Vinícius, pela ótima convivência e solidariedade durante o curso.

As minhas grandes amigas, Ana Maria, Josefranci, Marcela e Melissa, por estarem sempre ao meu lado, nas disciplinas, trabalhos em grupo e durante todo o meu experimento. Por terem me presenteado com uma amizade sincera, algo que conquistamos juntas e farei questão de preservar.

Aos colegas e amigos bolsistas e estagiários do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, Adriano, Aquidauana, David, Delane, Denise, Deuzenir, Eliardo, Elizângela, Fátima, Gabriele, Izadora, Jozê Fonteles, Juliana, Kellina, Marcelo, Nádia, Nara, Paloma, Patrício, Rafaela, Ravena, Robson, Ronialison, Socorro Rufino, Suelane, Tarso, Thiago, Vlayrton e Dona Maria, pelo excelente

ambiente de trabalho e convívio fraternal, por sempre poder contar com o apoio de todos vocês, pelas várias mãos que estiveram sempre dispostas a me ajudar.

Aos analistas da Embrapa Agroindústria Tropical, Márcia Régia e Manuel, pela presteza, por sempre estarem dispostos a tirarem minhas dúvidas, por toda a paciência e atenção a mim dedicada, o meu muito obrigada.

Ao pesquisador Dr. Carlos Farley, por todo o apoio, atenção e pela sua imensa boa vontade e ajuda prestada durante todo o meu período de estágio na Embrapa. Por nunca medir esforços para ajudar a todos que o procuram.

Aos meus orientadores, Professor Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo e Dr. Ricardo Elesbão Alves pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, pela confiança em mim depositada, permitindo com que eu realizasse este mestrado. Por todo o incentivo e apoio técnico e científico, que foram de grande importância para o meu crescimento profissional e intelectual.

Ao Professor Geraldo Arraes Maia, ao Dr. Edy Sousa de Brito e a Dra. Maria do Socorro Moura Rufino, por terem aceitado o convite de participar desta banca de defesa de dissertação contribuindo assim para o enriquecimento deste trabalho.

A Universidade Federal do Tocantins, e todo o corpo docente, pela formação em nível de graduação. Em especial aos professores Itamar Souza Reges e Cilene Mendes Reges, pelo exemplo de profissionalismo e competência, por todo o conhecimento partilhado e pela amizade conquistada.

À Universidade Federal do Ceará e, em especial ao corpo docente e todos aqueles que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade da realização do mestrado.

À Embrapa Agroindústria Tropical, a todos os pesquisadores que direta ou indiretamente ajudaram a realizar esse trabalho, em especial aos pesquisadores Fernando Aragão, Edy e Mosca, que sempre estavam dispostos a tirar as dúvidas e a compartilhar seus conhecimentos.

Ao Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Banco do Nordeste (FUNDECI/BN) pelo financiamento do projeto e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao pesquisador, bolsista DCR, Dr. Paulo Henrique Machado de Souza, pela sua presteza, por estar sempre disposto a me ajudar.

Ao secretário do curso de mestrado Paulo Mendes, por todas as informações e ajuda prestada durante todo o curso.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	8
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	11
<b>RESUMO</b> .....	13
<b>ABSTRACT</b> .....	14
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
2.2 Frutas Tropicais .....	20
2.2.1 Abacaxi.....	20
2.2.2 Goiaba .....	23
2.2.3 Mamão.....	24
2.2.4 Manga.....	26
2.2.5 Citros .....	26
2.2.5.1 Laranja.....	27
2.2.5.2 Lima Ácida ‘Tahiti’ .....	28
2.2.5.3 Pomelo.....	29
2.2.5.4 Tangerina .....	30
2.3 Importância das Frutas .....	31
2.4 Compostos de Importância Funcional.....	32
2.4.1 Compostos Fenólicos .....	33
2.4.2 Vitaminas.....	34
2.4.3 Carotenóides .....	35
2.5 Avaliação da Atividade Antioxidante .....	35
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	39
3.1 Obtenção dos frutos.....	39
3.2 Avaliações físicas.....	48
3.2.1 Coloração.....	48
3.2.2 Peso .....	48
3.2.3 Dimensões.....	48
3.2.4 Firmeza.....	48
3.2.5 Rendimento de suco .....	48
3.3 Características físico-químicas e químicas.....	49

3.3.1 Sólidos solúveis (SS).....	49
3.3.2 Açúcares Solúveis Totais (AST).....	49
3.3.3 Açúcares Redutores (AR).....	49
3.3.4 Acidez Titulável (AT).....	49
3.3.5 pH.....	49
3.3.6 Relação SS/AT.....	49
3.3.7 Vitamina C.....	50
3.3.8 Pectina total e solúvel.....	50
3.3.9 Flavonóides amarelos e Antocianinas totais.....	50
3.3.10 Carotenóides totais.....	50
3.3.11 Polifenóis Extraíveis Totais – PET.....	51
3.3.12 Atividade antioxidante total (AAT).....	51
3.3.12.1 ABTS.....	51
3.3.12.2 ORAC.....	52
3.4 Análise estatística.....	56
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>57</b>
4.1 Avaliações físicas.....	57
4.1.1 Coloração.....	57
4.1.1.1 Cor da casca.....	57
4.1.1.2 Cor da polpa.....	61
4.1.2 Peso.....	63
4.1.3 Rendimento de suco.....	65
4.1.4 Dimensões.....	66
4.2 Características físico-químicas e químicas.....	73
4.2.1 Sólidos solúveis (SS).....	73
4.2.2 Açúcares Solúveis Totais (AST).....	75
4.2.3 Açúcares Redutores (AR).....	77
4.2.4 Acidez Titulável (AT).....	78
4.2.5 pH.....	79
4.2.6 Relação SS/AT.....	81
4.2.7 Vitamina C.....	82
4.2.8 Pectina total e solúvel.....	84
4.2.9 Flavonóides amarelos e Antocianinas totais.....	87
4.2.10 Carotenóides totais.....	88

4.2.11 Polifenóis Extraíveis Totais – PET .....	89
4.2.12 Atividade antioxidante total (AAT) .....	91
4.2.12.1 ABTS .....	91
4.2.12.2 ORAC .....	93
4.3 Correlação.....	95
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>97</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>111</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localização do pólo baixo Jaguaribe no semi-árido nordestino.....	19
Figura 2 Pólo baixo Jaguaribe e principais mercados consumidores do Nordeste e do exterior, especialmente a Europa e os Estados Unidos.....	20
Figura 3 Abacaxis cv. ‘Pérola’, 1A dia da colheita (estádio de maturação ‘verdoso’), 1B sete dias após a colheita, armazenado a temperatura ambiente de $24\pm 2$ °C (estádio de maturação ‘pintado’)......	40
Figura 4 Abacaxis cv. ‘Jupi’, 1A dia da colheita (estádio de maturação ‘verdoso’), 1B sete dias após a colheita armazenado a temperatura ambiente de $24\pm 2$ °C (estádio de maturação ‘pintado’)......	40
Figura 5 Abacaxis cv. ‘Golden’ ou ‘MD2’, estágio de maturação ‘0,5’, provenientes de plantio comercial, localizado em Limoeiro do Norte-CE. ....	41
Figura 6 Goiabas cv. ‘Paluma’, provenientes de plantio comercial localizado em Limoeiro do Norte-CE. ....	42
Figura 7 Mamão cv. ‘Formosa’, 1A colheita (estádio de maturação comercial), 1B cinco dias após a colheita (estádio de maturação maduro)......	43
Figura 8 Manga cv. ‘Tommy Atkins’, proveniente de plantio comercial, localizado em Limoeiro do Norte-CE. ....	43
Figura 9 Laranja de Limoeiro sem sementes (número 3), provenientes de um campo experimental, localizado em Limoeiro do Norte-CE.....	44
Figura 10 Laranja de Russas sem sementes (número 4) ), provenientes de um campo experimental, localizado em Limoeiro do Norte-CE.....	45
Figura 11 Lima ácida ‘Tahiti’, proveniente de um plantio comercial, localizado em Limoeiro do Norte-CE.....	46
Figura 12 Pomelo sem semente (número 14), provenientes de um campo experimental, localizado em Limoeiro do Norte-CE.....	46
Figura 13 Tangerina de Russas sem semente (número 10), provenientes de um campo experimental, localizado em Limoeiro do Norte-CE.....	47
Figura 14 Esquema de preparação da microplaca para leitura.....	53
Figura 15 Modelo da curva padrão (Trolox) obtida através do programa Kinetics do Espectro Fluorímetro Varian Cary Eclipse.....	54
Figura 16 Exemplo da Curva AUCnet versos concentrações de Trolox.....	55

Figura 17 Valores obtidos para o parâmetro L (luminosidade) na análise de cor da casca das diferentes variedades frutíferas, oriundas da região do Baixo Jaguaribe.....	57
Figura 18 Parâmetro c (croma) na análise de cor da casca das diferentes variedades frutíferas, oriundas da região do Baixo Jaguaribe. ....	58
Figura 19 Parâmetro h (ângulo hue) na análise de cor da casca dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe. ....	60
Figura 20 Valores obtidos para o parâmetro L(luminosidade) na análise de cor da polpa das diferentes variedades frutíferas, oriundas da região do Baixo Jaguaribe.....	61
Figura 21 Parâmetro c (croma) na análise de cor da polpa dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	62
Figura 22 Parâmetro h (ângulo hue) na análise de cor da polpa dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe. ....	62
Figura 23 Peso total dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	64
Figura 24 Rendimento de suco das variedades cítricas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe .....	65
Figura 25 Comprimento dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe. ....	67
Figura 26 Diâmetro dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	68
Figura 27 Comprimento da coroa das variedades de abacaxis analisadas.....	70
Figura 28 Espessura da casca dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	71
Figura 29 Firmeza dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	72
Figura 30 Teor de sólidos solúveis dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	73
Figura 31 Açúcares solúveis totais dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	76
Figura 32 Açúcares redutores dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	77
Figura 33 Acidez titulável dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe. ....	78

Figura 34 Valores de pH dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe. ....	80
Figura 35 Relação SS/AT dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe. ....	81
Figura 36 Teor de vitamina C dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	83
Figura 37 Pectina total dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe. ....	84
Figura 38 Pectina solúvel dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe. ....	86
Figura 39 Teor de flavonóides amarelos, dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	87
Figura 40 Teor de antocianina total, de frutos de goiaba ‘Paluma’, mamão ‘Formosa’ e pomelo, oriundos do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	88
Figura 41 Teor carotenóides totais, dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	89
Figura 42 Polifenóis extraíveis totais, dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	90
Figura 43 Atividade antioxidante total, método ABTS, dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.....	91
Figura 44 Atividade antioxidante total dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe, método ORAC, valores expressos em $\mu\text{M}$ Trolox/ g de matéria seca (MS).....	93
Figura 45 Atividade antioxidante total dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe, método ORAC, valores expressos em $\mu\text{M}$ Trolox/ g de matéria fresca (MF).....	94

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Especificações de leitura do programa Kinetics do Espectro Fluorímetro Varian: Cary Eclipse.....	57
Tabela 2 - Correlações entre os compostos bioativos, e atividade antioxidante total pelos métodos ABTS e ORAC.....	96
Tabela 1A Dados adicionais das metodologias de açúcares solúveis totais e açúcares redutores (peso da mostra, volume do balão e alíquota de leitura) utilizados na análise de frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundos do Pólo Baixo Jaguaribe no estado do Ceará.....	112
Tabela 2A Dados adicionais das metodologias de pectina total e pectina solúvel (peso da mostra, volume do balão e alíquota de leitura) utilizados na análise de frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundos do Pólo Baixo Jaguaribe no estado do Ceará. ....	113
Tabela 3A Dados adicionais das metodologias de vitamina C e obtenção do extrato utilizado nas análises dos polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total pelo método ABTS, (peso da mostra, volume do balão, concentrações do extrato) utilizados na análise de frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundos do Pólo Baixo Jaguaribe no estado do Ceará. ....	114
Tabela 4A Valores médios obtidos para os parâmetros de cor L (luminosidade), c (cromaticidade) e h (ângulo hue) de frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundos do Pólo Baixo Jaguaribe no estado do Ceará (média $\pm$ DP, n=12 para os abacaxis, n= 28 para a goiaba, laranjas e tangerina, n= 8 para o mamão, n= 16 para a manga e pomelo e n= 40 para a lima ácida). ....	115
Tabela 5A Valores médios das características físicas de frutos de diferentes cultivares de abacaxi oriundos de plantios comerciais do Pólo Baixo Jaguaribe no estado do Ceará (média $\pm$ DP, n=12). ....	116
Tabela 6A Valores médios das características físicas de frutos de goiaba, mamão e manga oriundos de plantios comerciais do Pólo Baixo Jaguaribe no estado do Ceará (média $\pm$ DP, n= 28 para a goiaba, n= 8 pra o mamão e n= 16 pra a manga). ....	116
Tabela 7A Valores médios das características físicas de frutos cítricos, laranjas, lima ácida, pomelo e tangerina oriundos do Pólo Baixo Jaguaribe no estado do Ceará (média $\pm$ DP, n= 28 laranjas e tangerina, n= 40 para a lima ácida e n= 16 para o pomelo).....	117
Tabela 8A Valores médios obtidos para os teores de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), pH, acidez titulável (AT), relação SS/AT, pectina total	

(PCT) e pectina solúvel (PCS) de frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundos do Pólo Baixo Jaguaribe no estado do Ceará (média ± DP, n=12 para os abacaxis, n= 28 para a goiaba, laranjas e tangerina, n= 8 para o mamão, n= 16 para a manga e pomelo e n= 40 para a lima ácida).....	118
Tabela 9A Valores médios obtidos para as características vitamina C, carotenóides totais (CT), flavonóides amarelos (FA), antocianinas (AT), fenólicos totais (TEP), atividade antioxidante total (AAT). (média ± DP, n=12 para abacaxis e manga, n= 28 para goiaba, laranjas, tangerina, n=8 para mamão, n= 40 para a lima ácida e n= 16 para o pomelo).....	119
Tabela 10A Valores médios obtidos para a atividade antioxidante total (AAT) pelo método ORAC, valores expressos em µM Trolox/ g de matéria seca (MS) e matéria fresca (MF)....	120

## RESUMO

As frutas são constituídas de uma importante fonte de energia, carboidratos, vitaminas, minerais e produtos com propriedades bioativas benéficas à saúde. Este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade e a atividade antioxidante de frutas tropicais com ênfase as de exportação: abacaxi; mamão; goiaba; manga e frutas cítricas como laranja, tangerina, pomelo e lima ácida produzidas no Pólo Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará, por meio da geração de conhecimentos sobre sua qualidade física, físico-química e atividade antioxidante total e conseqüente benefícios à saúde. Os frutos foram caracterizados fisicamente quanto à coloração, peso total, dimensões, firmeza e rendimento em suco para as variedades cítricas. Para a avaliação das características físico-químicas e químicas foram feitas as seguintes análises: acidez titulável, açúcares solúveis totais e redutores, pH, sólidos solúveis, relação SS/AT, vitamina C, pectina total e solúvel, flavonóides amarelos, antocianinas, carotenóides totais, polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total (AAT) pelos métodos ABTS e ORAC. As variedades de abacaxis apresentaram peso total que variou de 1,8 a 2,1 Kg, podendo ser classificadas como 4 classe. O peso médio obtido para o mamão 'Formosa' foi um pouco superior ao tamanho intermediário preferido pelo mercado. A laranja de Limoeiro apresentou o maior rendimento em suco, e a lima ácida 'Tahiti' apresentou porcentagem de suco inferior ao limite mínimo estabelecido. Todas as cultivares de abacaxi apresentaram teor de sólidos solúveis, acima de 12 °Brix. Os maiores teores de flavonóides foram apresentados pelas variedades de abacaxi Jupi e Pérola. O mamão 'Formosa' apresentou a maior relação SS/AT e o maior teor de vitamina C. A manga 'Tommy Atkins' apresentou o maior teor de sólidos solúveis. Os maiores teores de pectina total foram obtidos para as variedades cítricas. Para a atividade antioxidante total os valores encontrados pelo método ABTS variaram de 2,0 – 21,1  $\mu\text{M}$  Tolox/g, para a lima ácida 'Tahiti' e goiaba 'Paluma', respectivamente. Pelo método ORAC, as médias variaram de 3,2 – 17,9  $\mu\text{M}$  Tolox/g MF, para a Manga 'Tommy Atkins' e goiaba 'Paluma', respectivamente. De forma geral, as frutas avaliadas apresentaram valores baixos para a atividade antioxidante total, com exceção da goiaba 'Paluma' que obteve o maior teor de polifenóis extraíveis totais e a maior atividade antioxidante total, dentre as frutas avaliadas. Houve correlação positiva e significativa entre os dois métodos de determinação da AAT, e o teor de polifenóis extraíveis totais.

**Palavras-chave:** frutas, alimentos funcionais, qualidade, atividade antioxidante.

## ABSTRACT

The fruits consist of a major source of energy, carbohydrates, vitamins, minerals and bioactive properties beneficial to health. This study aimed to evaluate the quality and antioxidant activity of tropical fruits with emphasis on the export of: pineapple, papaya, guava, mango and citrus fruits like oranges, tangerines, grapefruit and lime produced in the Lower Pole Jaguaribe the State of Ceará, through the generation of knowledge about their physical, physical-chemical and total antioxidant activity and consequent health benefits. The fruits were physically characterized by color, weight, size, firmness and juiciness to the citrus varieties. For the evaluation of physical-chemical and chemical were made the following analysis: acidity, total soluble sugars and reducing sugars, pH, soluble solids, SS / TA ratio, vitamin C, total pectin and soluble yellow flavonoids, anthocyanins, carotenoids , total extractable polyphenols (TEP) and total antioxidant activity (TAA) by ABTS and ORAC methods. The varieties of apples had a weight that ranged from 1.8 to 2.1 kg, can be classified as class 4. The average weight obtained for the papaya 'Formosa' was slightly higher than the intermediate size preferred by the market. The Orange Limoeiro had the highest juice yield, and 'Tahiti' showed the percentage of juice below the limit set. All varieties of pineapple presented soluble solids above 12 ° Brix. The highest levels of flavonoids have been submitted by Jupi varieties of pineapple and Pearl. The papaya 'Formosa' had the highest SS / TA ratio and higher content of vitamin C. The mango 'Tommy Atkins' had the highest content of soluble solids. The highest levels of total pectin were obtained from citrus varieties. For the total antioxidant activity values found by ABTS method ranged from 2.0 to 21.1 mM Tolox / g for the 'Tahiti' and apple 'Paluma', respectively. For the ORAC method, the averages ranged from 3.2 to 17.9 mM Tolox / g MF, for the Manga 'Tommy Atkins' and apple 'Paluma', respectively. In general, fruits evaluated had low values for total antioxidant activity, except for apple 'Paluma' with the highest content of total extractable polyphenols and the highest total antioxidant activity among the fruits studied. There was a significant positive correlation between the two methods of determining the AAT, and the content of total extractable polyphenols.

**Key words:** fruits, functional foods, quality, antioxidant activity.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os países produtores de frutas têm se preparado para competir no mercado mundial, em virtude do aumento do consumo de frutas, fato associado às crescentes vantagens que a ciência tem apontado com relação à utilização destes alimentos (ALVES, 2006).

A fruticultura brasileira tem se mostrado como o mais dinâmico setor da economia. Ela cresce ano a ano, supera barreiras fitossanitárias e cambiais, e consolida-se como grande vetor de desenvolvimento do país. Nos últimos anos, aumentou sua área a uma taxa nunca vista antes na história, ampliando suas fronteiras em direção à região Nordeste, em que condições de luminosidade, umidade relativa e temperatura são muito mais favoráveis do que nas regiões Sul e Sudeste onde até então eram desenvolvidas (AGRIANUAL, 2008).

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 semi-áridas, abrindo uma possibilidade de desenvolvimento para estas economias historicamente fragilizadas. 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).

A zona definida como semi-árida divide-se nas áreas naturais chamadas de: Caatinga, Sertão, Seridó, Carrasco, Cariris Velhos, Curimataú e parte Norte do Estado de Minas Gerais. Em algumas dessas áreas se localizam os pólos agroindustriais do semi-árido, e áreas potencialmente aproveitáveis, onde se tem bom suprimento de recursos hídricos e solos profundos, bem drenados, que podem ser explorados com tecnologia da irrigação. Dentre eles, o Pólo Baixo Jaguaribe é uma das áreas de grande potencial de desenvolvimento da irrigação e do complexo agroindustrial, atraindo o interesse crescente de governos e de investidores privados, internos e externos, dos vários elos da cadeia produtiva, e que se apresenta como um pólo de fruticultura irrigada, com potencial para diversificação, em larga escala, de frutas exportáveis (FRANÇA et al., 2008).

As exigências dos consumidores, principalmente com relação à qualidade, tem-se tornado o fator principal para conquista e ampliação de mercado (PIMENTEL e PEREIRA FILHO, 2002). Alguns fatores que conferem boa qualidade aos frutos são o alto valor de vitamina C, e a presença de carotenóides ( $\beta$ -caroteno) e flavonóides (antocianinas). Estes compostos têm despertado interesses, devido às suas importantes funções e ações para a saúde humana, principalmente por atuarem como antioxidantes e seqüestrantes de radicais livres,

capazes de ajudar a reduzir o risco de enfermidades como o câncer e doenças cardiovasculares (AGUIAR, 2001). A identificação dos alimentos com atividade preventiva pode levar a meios adicionais de proteção e consumo de alimentos específicos por indivíduos de risco (MARCHAND, 2002).

Estas constatações, aliadas às evidências epidemiológicas que apontam para uma estreita correlação entre o consumo de frutas e hortaliças e a redução de risco de doenças, incentivam a realização de pesquisas voltadas para a identificação de antioxidantes, substâncias que, de acordo com Bianchi e Antunes (1999), têm a capacidade de inibir e reduzir as lesões causadas pelos radicais livres nas células.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo agregar valor às frutas tropicais com ênfase às de exportação: abacaxi; mamão; goiaba; manga e cítricos: laranja; tangerina; pomelo e lima ácida produzidas no Pólo Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará, por meio da geração de conhecimentos sobre sua qualidade e atividade antioxidante total.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Fruticultura no Brasil**

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas no mundo, perdendo apenas para a China e Índia. São dezenas de espécies, com diferentes cores, aromas e sabores. A grande diversidade de frutas e de regiões produtoras possibilita ao Brasil aquecer não apenas o mercado nacional, mas também ampliar o leque de clientes estrangeiros e melhorar sua competitividade em âmbito mundial (AGRIANUAL, 2008).

Segundo dados da Secretaria de Comercio Exterior (SECEX), em 2007 foram exportadas 918,7 mil toneladas de frutas frescas. Gerando uma receita de US\$ 642,7 milhões. Para 2008 estima-se um incremento de 10% em volume e 14% em receita, esperando-se superar a marca de US\$1 bilhão nas vendas externas.

A região Nordeste especificamente o Rio Grande do Norte e o Ceará, tem grande potencial para aumentar a produção frutícola, em função da logística, que se transformou em vantagem competitiva nesses estados (AGRIANUAL, 2008).

O desenvolvimento agrícola da região Nordeste se apóia nas condições climáticas, caracterizados pela elevada insolação durante todo o ano, e solos de boa aptidão para a irrigação que ajudam a promover a qualidade da produção irrigada de frutas; que se adequa não só às exigências do mercado interno, mas, também, para as exigências dos consumidores da Europa e América do Norte, destino das frutas exportadas da região. A fruticultura irrigada do semi-árido nordestino já deu mostras de sua vitalidade e viabilidade, através do aumento expressivo de suas exportações e da melhoria dos seus produtos. Do ponto de vista 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; LACERDA; ASSIS, 2004).

Privilegiado por condições de clima e de solo e pela posição geográfica, o Ceará implantou, nos últimos anos, uma sólida infra-estrutura de suporte à sustentabilidade do agronegócio da agricultura irrigada, criando condições competitivas para as cadeias produtivas da fruticultura. O grande destaque das exportações de frutas até 2003 foi o melão, mas outros produtos começam a se destacar e se projetar na pauta das exportações cearense como o abacaxi, a melancia, a manga o mamão e a banana (SEAGRI, 2004).

O Ceará passou de 18 mil hectares cultivados em 1999 para 26,7 mil hectares em 2003 (incremento de 48%), ampliando em 8,7 mil hectares a área irrigada de frutas,

projetando uma área de 46,8 mil hectares em 2007 e 50,8 mil hectares até 2010. A expectativa de crescimento das exportações cearenses de frutas é de superar os US\$ 100 milhões, ampliando em até 26% o desempenho obtido em 2007, quando as vendas externas cearenses envolvendo frutas frescas, minimamente processadas e polpas congeladas somaram US\$ 77,2 milhões. O volume é 56,2 % maior que os US\$ 49,4 milhões obtidos em 2006 (CAVALCANTE, 2008).

O crescimento da fruticultura irrigada no Ceará foi significativo, principalmente nos vales úmidos, onde as condições naturais são mais favoráveis. O Governo do Estado do Ceará tem implementado políticas de incentivo a tal atividade aliado ao setor privado. Grandes obras públicas de infra-estrutura foram e vêm sendo construídas no Estado, por exemplo, a CE 377, também chamada de estrada do melão, com 41 quilômetros e inaugurada em 2002; a estrada que corta o município de Quixeré, ligando a área de produção ao município de Bom Sucesso (RN). Outra grande obra construída pelo Governo Federal e com participação do Estado, com o objetivo de prover água para irrigação, entre outros fins, foi o Açude Castanhão, que ampliou em 40% a disponibilidade de água para a agricultura Irrigada (PINHEIRO; AMARAL, 2008).

Foi criado também, com o apoio do Banco do Nordeste do Brasil (BNB), o programa Pólos de Desenvolvimento de Agronegócios (PDAs) com ações estruturadas em várias mesorregiões do Nordeste, com o objetivo de potencializar as vocações locais e atrair novos investimentos, estimulando a cooperação entre os diversos setores e envolvendo-os na dinamização do desenvolvimento local integrado e sustentável. Os pólos nordestinos foram concebidos nos enfoques de cadeias produtivas, isto é, empresas e instituições interconectadas, de caráter complementar entre si, concentradas em uma dada região geográfica e trabalhando em negócios correlatos (ALVES; VALENTE JÚNIOR; BRAINER, 2005).

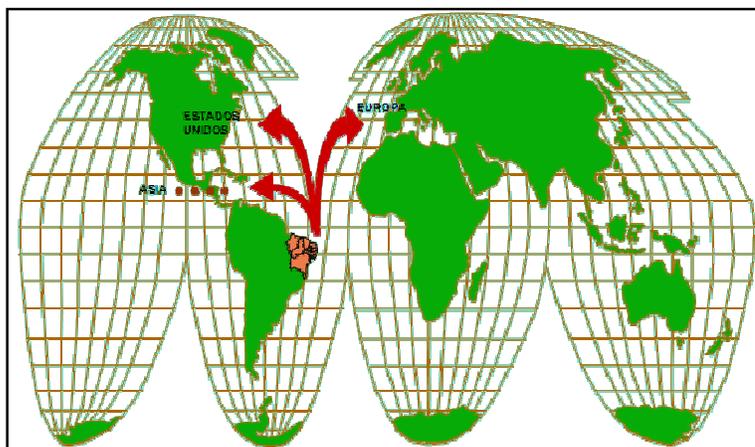
Na parte cearense da Chapada do Apodi a atividade de agricultura irrigada começou no final da década de 80 por meio de um projeto do Governo Federal projeto FAPIJA - Federação das Associações do Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi, sendo que inicialmente produzia-se apenas grãos, utilizando sistemas de irrigação de pivô central. A partir de 1996, iniciou-se, também, a atividade de fruticultura irrigada na região. O projeto foi criado com uma proposta de irrigação pública, baseada no uso de tecnologia avançada e gerenciamento autônomo. O objetivo da implantação deste perímetro irrigado na época era produzir alimentos e matérias-primas, gerar empregos em atividades rurais e urbano-rurais,

aumentar e melhorar a distribuição de renda e criar condições para conquista da cidadania. (ROCHA, 2008).



**Figura 1** Localização do pólo baixo Jaguaribe no semi-árido nordestino.

O Pólo Baixo Jaguaribe abrange uma pequena área do semi-árido do Ceará, compreendendo os municípios de Limoeiro do Norte, Morada Nova, Russas, Jaguaruana, Itaiçaba, Aracati, São João do Jaguaribe e Quixeré. São áreas aptas a uma agricultura mais tecnificada, baseada na horticultura (fruticultura e olericultura) tropical, de modo a maximizar os recursos de solo e água, com vistas à obtenção de altas produtividades, direcionamento das explorações e estabilidade dos empreendimentos. A grande vantagem do Pólo Baixo Jaguaribe é sua proximidade e equidistância dos centros consumidores de Fortaleza, Natal, João Pessoa e Recife. Como ponto positivo de logística de transporte para exportação, pode-se mencionar sua proximidade do porto de Mucuripe em Fortaleza, porto de Pecém (200 a 250 km de distância), porto de Natal (350 km) e de Recife/Suape (600 km) (FRANÇA et al.,2008).



**Figura 2** Pólo baixo Jaguaribe e principais mercados consumidores do Nordeste e do exterior, especialmente a Europa e os Estados Unidos.

O Estado do Ceará acredita na agricultura irrigada sustentável e de alta tecnologia, para mudar o perfil do setor, que dependerá cada vez menos da agricultura tradicional. Com foco no mercado, o Ceará está apostando em produtos de alto valor agregado como as frutas, flores, hortaliças e especiarias. O Estado priorizou as frutas de maior potencial, como abacaxi, mamão, banana, manga, melão e uva, mas, sem descartar outras possibilidades potenciais como a ata, graviola, goiaba, melancia, coco verde, acerola, abacate, limões e limas, laranjas e outras frutas (SEAGRI, 2004).

## 2.2 Frutas Tropicais

### 2.2.1 Abacaxi

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merri), pertencente ao gênero *Ananas*, da família Bromeliaceae, é um fruto tropical, amplamente comercializado e consumido em todo mundo, tanto in natura quanto industrializado na forma de diversos produtos, sendo, portanto de grande importância sócio-econômica (SANTOS, 2006a).

O fruto do abacaxizeiro é uma infrutescência relativamente comprida, composta por 50 a 150 frutos individuais chamados de frutinhos, originados a partir de flores completas. Assim como toda a planta, a infrutescência também é formada por uma espiral, de baixo para cima, de modo que os frutinhos na parte inferior têm idade fisiológica maior que os das partes mediana e superior, o que pode resultar em variações muito significativas nos atributos de qualidade da polpa do fruto (REINHARDT et al., 2004). O fruto é normalmente cilíndrico ou ligeiramente cônico. A polpa apresenta cor branca, amarela ou laranja-avermelhada, sendo o

peso médio dos frutos de um quilo, dos quais 25% é representado pela coroa (GRANADA; ZAMBIAZI; MENDONÇA, 2004).

Pertencente ao grupo das frutas ácidas, o abacaxi é fonte de vitamina C e rico em manganês, mineral que ajuda a combater problemas ósseos. Possui fibras, que regulam o funcionamento intestinal e eliminam toxinas do organismo. Essas fibras previnem arteriosclerose e obstrução vascular (MORAES, 2007a; VIETES, 2007).

A cultura do abacaxi sempre se destacou na fruticultura, graças não só às qualidades deste fruto bastante apreciado em todo o mundo, mas principalmente pela alta rentabilidade da cultura e importância social de seu cultivo como atividade que requer intensiva mão-de-obra rural (SANTANA et al., 2001; DANTAS JÚNIOR, 2005).

No ano de 2003, o Brasil foi o terceiro maior produtor de abacaxi do mundo. Seu volume de 1,4 milhões de toneladas foi apenas 300 mil toneladas menor que a Tailândia e 250 mil toneladas menor que as Filipinas, principais produtores mundiais (REIS, 2005; CUNHA et al., 2007). A produção está localizada principalmente nas regiões Nordeste, Sudeste e Norte. Os Estados do Pará, Paraíba, Minas Gerais, Bahia e São Paulo, lideram o ranking de cultivo. Já os Estados do Ceará e Rio Grande do Norte são destaques na exportação (AGRIANUAL, 2008).

Segundo dados do Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA, a produção nacional no ano de 2006, chegou a 1.707,088 mil frutos, sendo 707.997 mil frutos produzidos na região Nordeste. A safra brasileira totalizou 1,81 milhões de frutos em 2007, com área de 67 mil hectares, o que resultou em produtividade de 26,9 mil frutos/ha. E segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) esse volume deve aumentar, ultrapassando os 2 milhões de frutos.

Existem vários tipos de exigências dos mercados importadores, entre elas as relacionadas às preferências do consumidor, como tamanho, cor, sabor; e as que se referem ao atendimento das mais diversas legislações vigentes no Brasil e nos países para os quais são exportadas as frutas brasileiras (PEREIRA, 2007).

O Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do Brasil regulamentou por portaria, em 2002, a classificação e padrões de comercialização de frutos de abacaxizeiro para todo o território nacional, incluindo exigências qualitativas específicas, tais como o teor mínimo de açúcares correspondente a 12 °Brix (12%), além de critérios de tamanhos e graus de maturação aparente dos frutos (MAPA, 2002; CQH, 2003).

O abacaxi, das cultivares ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’, são bastante consumidos, tanto in natura como industrializados, pois apresentam ótima qualidade sensorial, são boa

fonte de vitaminas, açúcares e fibra, além de auxiliar no processo digestivo (PRADO et al., 2003). O abacaxi ‘Smooth Cayenne’ embora considerado ácido reúne a maior parte das características de aceitação pelos países exportadores. No Brasil o abacaxi ‘Pérola’, que apresenta sabor adocicado, compatível com a do mercado externo, é o mais produzido, entretanto é incompatível, para a exportação quanto às características físicas: a coroa é de tamanho médio, o formato do fruto é cônico, a casca é verde e a polpa é branca. O mercado busca um cultivar entre o ‘Pérola’, em sabor, e o ‘Smooth Cayenne’, em aparência e características físicas (SANTOS, 2006a).

Outras cultivares, que possuem importância regional, são plantadas no Brasil para consumo e comercialização. No Nordeste brasileiro há plantios da cultivar ‘Jupi’, semelhante ao ‘Pérola’ cujo fruto é ligeiramente cilíndrico. Uma nova cultivar tem despertado interesse de muitas pessoas ligadas ao agronegócio do abacaxi no Brasil, é a cultivar ‘Golden’, também conhecida como ‘MD2’. Trata-se de um exemplar do grupo ‘Smooth Cayenne’, com características bastante semelhantes a dos demais representantes deste grupo, distinguindo-se por apresentar acidez mais baixa e aparência muito atrativa, o que lhe confere um sabor mais atraente e grande aceitação, mesmo para o paladar do consumidor estrangeiro (MATOS et al., 2006).

Em 2007, o Ceará exportou 29.745.142 Kg, com receita de US\$ 15.839.988, enquanto o Rio Grande do Norte embarcou 391.265 Kg, com faturamento de US\$ 76.317. As variedades mais cultivadas no país são ‘Pérola’ e ‘Jupi’, nas regiões Nordeste e Norte, e ‘Smooth Cayenne’, na Sudeste. No exterior tem maior aceitação as cultivares ‘MD2’, ‘Smooth Cayenne’, ‘Golden’ e ‘Ananás Sweet’. Já o consumidor brasileiro prefere as cultivares ‘Pérola’, ‘Jupi’ e ‘Smooth Cayenne’ (AGRIANUAL, 2008).

As exportações cearenses de abacaxi, atualmente, estão sendo realizadas pela empresa Del Monte, que tem 630 hectares plantados no município de Limoeiro do Norte, na região do Baixo Jaguaribe. O destino do abacaxi exportado é a União Européia, destacando-se a Itália, Alemanha, Holanda e Reino Unido. O abacaxi exportado é o ‘Golden’ (‘MD2’), derivada da cultivar ‘Smooth Cayenne’, muito apreciada no mercado internacional, que se caracteriza pelo fruto grande, casca amarela, polpa amarelo forte e muito doce com um alto teor de sólidos solúveis – 16 °Brix (SEAGRI, 2004).

### 2.2.2 Goiaba

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma planta perene, semi-arbórea da família das Myrtaceae, considerada planta rústica e pouco exigente em relação ao solo, podendo se desenvolver em condições adversas de clima, e apesar de não ter grande porte, possui elevada capacidade produtiva (60 – 100 t.ha<sup>-1</sup>), quando comparada a outras frutíferas (FERNANDES, 2007).

Oriunda da América Tropical, a goiaba 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. As cultivares destinadas à mesa o peso do fruto pode chegar a 300-400 g. A cor da polpa dos frutos pode apresentar diversas tonalidades: branca, creme, amarelo-ouro, rósea, vermelha-escura. A polpa é sucosa e doce, com numerosas sementes reniformes, duras, com tamanho de 2 a 3 mm (FERNANDES, 2007).

A goiaba é um dos frutos de maior importância nas regiões subtropicais e tropicais não só devido ao alto valor nutritivo, mas pela excelente aceitação para consumo in natura (AGRIANUAL, 2003). Sua produção em escala industrial no País teve início na década de 70, quando grandes áreas tecnificadas foram implantadas, com produção direcionada para os mercados nacional e internacional, na forma in natura, industrializada (doces e sucos) e desidratada (CHOUDHURY et al., 2001).

Segundo dados do Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA, a produção nacional em 2006, chegou a 328.255 toneladas, com 135.988 toneladas produzidas na região Nordeste, com destaque para o Estado do Pernambuco como o maior produtor com 71% da produção. O Brasil é o país que possui mais variedades nativas de goiabeiras, a maior variedade de cor das polpas, maior produtividade natural e os primeiros a pesquisar a sua utilização como uma base multidisciplinar, usando sua polpa tanto para doce como para salgados (MORAES, 2007b).

A goiaba 'Paluma' é, atualmente, a principal variedade cultivada e comercializada no Estado do Ceará (Brasil..., 2001) e segundo Cardoso et al., (2002), o mercado está remunerando melhor frutos de polpa avermelhada, que têm a preferência da maioria do consumidor brasileiro. As características tecnológicas da goiaba 'Paluma' permitem a produção de goiabada, geléia e compota de alta qualidade, com amplas vantagens em relação

ao material tradicionalmente cultivado, apresentando assim, dupla finalidade, consumo in natura e industrializado (MANICA et al., 2001; SERRANO, et al., 2007).

As principais variedades de goiaba que aparecem no Brasil são a goiaba vermelha ('Paluma') e a branca ('Kumagai'). Há, entretanto, predominância da goiaba vermelha, considerada mais nobre e útil, tanto para a degustação ao natural, como para a indústria, além de possuir coloração acentuada e tamanho superior (FERNANDES, 2007). A variedade 'Paluma' é um clone derivado da variedade Rubi-Supreme, a partir de sementes de polinização aberta. Possui fruto com peso variável (140-250g), formato ovóide com pescoço curto, coloração da polpa vermelha intenso, pequena percentagem de sementes com rendimento de polpa (93,76%). Consistência firme, bom sabor e boa capacidade de conservação pós-colheita, adequados para produção de massa e consumo ao natural. Destaca-se por ser uma variedade muito produtiva, cujos frutos destinam-se tanto para indústria quanto para mercado in natura (CAVALIN, 2004).

As propriedades nutricionais da goiaba são pouco conhecidas. Ela tem pelo menos quatro vezes mais vitamina C do que a laranja, apresentando valores médios de 56,33 mg/100g de polpa, é fonte de vitaminas, potássio e fibras, e auxilia na prevenção de doenças. A variedade vermelha é rica em licopeno, que exerce um possível papel na prevenção do câncer, especialmente o de próstata, e vem sendo associado à prevenção de doenças cardiovasculares (MARETTI et al., 2002; MORAES, 2007b).

### **2.2.3 Mamão**

O mamão (*Carica papaya* L.) é nativo da América tropical e hoje é amplamente conhecido na Índia, Sri Lanka, Arquipélago Malaio, América Central, Havaí e Antilhas. Sua maior produção está no Brasil, Peru, Venezuela e Filipinas. É disponível para o consumo ao longo de todo o ano e tem boa aceitabilidade entre crianças e adultos (ROCHA et al., 2005; SENTANIN; AMAYA, 2007).

O Brasil está em primeiro lugar na produção mundial de mamão, com aproximadamente 1,6 milhão de toneladas por ano, seguido do México e da Nigéria (MONTEIRO, 2006). A região nordeste do Brasil é reconhecida pela vasta produção de mamão, segundo dados do Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA foram produzidas 1.074.330 toneladas da fruta em 2006. A Bahia lidera o ranking com 83% da produção.

O mamão brasileiro já chega à casa de consumidores canadenses, argentinos, alemães, ingleses, holandeses, espanhóis, portugueses, norte-americanos, italianos, franceses, suíços, belgas, suecos, escandinavos, uruguaios, entre outros. A produção brasileira no mercado internacional ainda concorre com a de outros países produtores e exportadores da fruta, entre os quais estão México, Tailândia, Indonésia, Taiwan e Belize (MONTEIRO, 2006).

Os Estados brasileiros que mais produzem a fruta são Espírito Santo, Bahia, e Rio Grande do Norte. Com áreas de produção de 8.540 ha, 14.937 ha e 1.900 ha, respectivamente em 2007. A Bahia detém 58,3% deste total. A Paraíba ocupa a terceira posição com 4,1%, seguido do Ceará com 3,5%. As exportações não têm apresentado rentabilidade, em virtude do cambio desfavorável. As vendas externas de mamão do Espírito Santo corresponderam, em 2007, a 49,5% do total brasileiro (AGRIANUAL, 2008).

O Brasil planta o mamão 'Formosa', cultivado no Espírito Santo e oeste da Bahia, bastante consumidos nas regiões sul e sudeste; o 'Sunrise Solo' e o 'Sunrise Solo Golden', em ambos conhecidos pelos consumidores como mamão papaya, cuja produção é forte no extremo sul da Bahia e no norte do Espírito Santo, e consumido em todo o País. De toda a produção nacional da fruta, 95% são destinados ao mercado in natura e apenas 5% são aproveitados pela indústria (MONTEIRO, 2006).

De acordo com o Agrianual (2006), o Ceará é o quarto maior produtor nacional de mamão. O Estado teve, em 2006, uma área colhida de 1.498 hectares e uma produção de 63.276 toneladas. Em contrapartida, em 2000, a área colhida atingiu 1.182 hectares e percebeu uma produção de 39.428 toneladas, o que revela a contribuição positiva das ações de investimentos voltadas à irrigação neste período (QUINTINO, 2007).

O consumo do mamão é muito comum no Brasil e em outros países, a aceitação tão generalizada deve-se ao seu sabor doce, delicioso, aromático, à consistência suave e cor atrativa da polpa, facilmente separável da casca e das sementes e ao valor nutritivo da fruta, com alto conteúdo de fósforo e ferro e pró-vitamina A. Quando a fruta é colhida na época do estágio de maturação adequada e manuseada corretamente durante o período pós-colheita, o mamão permanece com um padrão ideal de qualidade para o consumo (ROFOLFO JÚNIOR et al., 2007).

Para estudo da qualidade dos frutos, podem ser adotados vários parâmetros, sejam eles físicos como peso, comprimento, diâmetro, forma e firmeza, ou químicos referentes a sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação SS/AT e vitaminas. Essas características são influenciadas por fatores como condições edafoclimáticas, variedade,

época e local de colheita, tratos culturais, e manuseio pós-colheita (RODOLFO JÚNIOR et al., 2007).

#### **2.2.4 Manga**

A mangueira (*Mangifera indica* L.) pertence à classe Dicotiledônea e à família Anacardiaceae. O gênero *Mangifera* inclui cerca de 60 espécies, das quais a *M. indica* é a mais importante (SANTOS-SEREJO, 2005). O fruto da mangueira é uma drupa carnosa, que varia consideravelmente em tamanho, forma, coloração, presença de fibra, aroma e sabor (MORAIS et al., 2004).

A manga foi introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI. A cultivar Haden foi introduzida no Brasil em 1931, mas só a partir da década de 60 foi plantada comercialmente. Em 1970, iniciou-se o plantio da ‘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’ tem sido as cultivares mais plantadas no País (LUCENA, 2006).

O mercado mundial de manga é cada vez mais concorrido. Países como México e Peru e outras nações da África têm mantido acirrada a disputa com o Brasil. Mesmo com essa forte concorrência, as exportações brasileiras tiveram crescimento de 1,3% em 2007, em relação ao ano anterior. O Brasil negociou ao exterior 116.047 toneladas de manga, que renderam US\$ 89,643 milhões. Desse total, 107.812 toneladas foram enviadas pelo Vale do São Francisco, o que representa 93% das vendas nacionais. O Ceará foi o quarto maior Estado exportador, com 3.016.890 Kg, em 2007 (AGRIANUAL, 2008).

A produção e exportação de manga no Brasil está concentrada 80% na cultivar ‘Tommy Atkins’. Essa cultivar possui características importantes como cor da casca atraente, alta produtividade e vida pós-colheita longa (PINTO et al., 2003).

#### **2.2.5 Citros**

A citricultura é de fundamental importância para a economia brasileira devido a sua expressiva participação nas exportações e pela geração de empregos. Números expressivos traduzem a grande importância econômica e social que a citricultura tem para a

economia do País. Área plantada em torno de 1 milhão de hectares e produção de frutas que supera 19 milhões de toneladas, a maior no mundo há alguns anos (MOLIN; MASCARIN, 2007; PASSOS; SANTANA, 2008).

A região Nordeste é a segunda maior produtora de citros no Brasil, ficando atrás apenas da região Sudeste, onde está localizado o Estado de São Paulo, que é historicamente o maior produtor nacional. Os Estados da Bahia e Sergipe são os principais produtores da região Nordeste (AZEVEDO, 2008).

A região do Médio São Francisco, mais precisamente no pólo irrigado Petrolina (PE)/Juazeiro (BA), no semi-árido nordestino, poderá se transformar a longo prazo em uma nova fronteira para a produção de citros e processamento de suco de laranja para exportação. Um estudo de viabilidade técnica, econômica e logística feito pelo Programa de Estudos dos Negócios do Sistema Agroindustrial (Pensa), da Faculdade de Economia e Administração da USP, mostra que o cultivo de laranja irrigada na região é viável. Os cálculos da indústria indicam que o potencial produtivo pode chegar a 150 milhões de caixas de 40,8 quilos de laranjas por ano. O volume corresponde à mesma produção da Flórida, nos EUA, segunda maior região citrícola do mundo, que colheu 154 milhões de caixas em 2006. Entre os fatores positivos da região estão o clima seco e quente, que não favorece a presença de doenças graves como o cancro cítrico; possibilidade de menor utilização de defensivos; disponibilidade de água e energia elétrica para irrigação; ganho de produtividade e menor custo da produção, mesmo levando em conta a irrigação (CONÇEIÇÃO, 2009).

Os estudos mostram a viabilidade do novo cultivo, desde que submetido a um manejo especial que considere as condições de clima e solo do semi-árido. As pesquisas com citros integram o projeto de diversificação de cultivos para as áreas irrigadas do Vale do São Francisco executado pela Embrapa e pela Codevasf, com o apoio do Ministério de Integração Nacional e Ministério da Ciência e Tecnologia. Atualmente, já estão em fase de testes no campo cerca de 40 materiais de espécies variadas de citros para avaliação do comportamento agrônomo e produtivo nas condições irrigadas do semi-árido (BRANCO, 2009).

### **2.2.5.1 Laranja**

Na década de 80, o Brasil alcançou o posto de maior produtor mundial de laranjas, superando os Estados Unidos. Desde então sustenta o título e se tornou também líder na produção do suco de laranja. A maior parte da produção brasileira de laranja destina-se à indústria do suco, que está concentrada no Estado de São Paulo. Como os Estados Unidos se

dedicam ao abastecimento do seu mercado interno, o Brasil transformou-se no maior exportador mundial de suco de laranja, atendendo hoje cerca de 50% da demanda e 75% das transações internacionais (ABECITRUS, 2009).

De acordo com dados da FAO (2006), a produção mundial de laranja foi de 63 milhões de toneladas, tendo o Brasil a posição de líder, com produção de 18,2 milhões de toneladas, seguido pelos EUA, México, Índia e China. A área cultivada com laranjais no Brasil é de aproximadamente 820.267 ha distribuídos em 27 mil propriedades rurais (MOLIN; MASCARIN, 2007).

O País é o maior exportador de suco concentrado congelado de laranja cujo valor das exportações desse e de outros derivados tem gerado cerca de 1,5 bilhão de dólares anuais (PASSOS; SANTANA, 2008). Dentre as laranjas produzidas no Brasil, as das variedades Pera e Valência são as mais indicadas para a produção de suco, por apresentarem maior rendimento e qualidade superior. O mercado de consumo in natura demanda laranjas de melhor qualidade do que a indústria, pois o consumidor direto seleciona as frutas de melhor aparência. Esse mercado constitui uma alternativa para os produtores, até porque o preço pago por caixa de laranja é mais alto (FRATA, 2006).

Dentre os diversos parâmetros de qualidade desejados na fruta para seu consumo fresco destacam-se o tamanho do fruto, o teor de açúcares e seu respectivo balanço com a porcentagem de ácidos totais. Para isso, diversas técnicas agronômicas são adotadas no manejo do pomar, tais como a escolha da copa e do porta-enxerto, manejo correto da adubação e demais técnicas, como o anelamento de ramos que é utilizado em alguns países (SIMÕES JÚNIOR et al., 1999).

#### **2.2.5.2 Lima Ácida ‘Tahiti’**

O ‘Tahiti’ ou ‘Taiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka), na realidade, muitas vezes considerado como um limão verdadeiro, na verdade é uma lima ácida. No Brasil, o ‘Tahiti’ é uma das espécies cítricas de grande importância comercial, estimando-se que sua área plantada é de aproximadamente 40 mil ha. Dentre as várias espécies cítricas, o ‘Tahiti’ é considerado um dos mais precoces, iniciando sua produção a partir do segundo ano de plantio (RAMOS et al., 2008).

A planta da limeira ácida ‘Tahiti’ é vigorosa, apresentando, conseqüentemente, porte alto, com folhagem exuberante de coloração verde escura. Seus frutos, geralmente, se desenvolvem sem a formação de sementes, de tamanho médio, casca lisa, fina e de coloração

esverdeada e, quando amadurecem, apresentam polpa suculenta com suco ácido, representando 50% do peso do fruto. O teor de ácido ascórbico do suco varia de 20 a 40 mg/100 mL. A colheita da lima ácida ‘Tahiti’ deve ser realizada quando os frutos estiverem com a coloração verde-oliva, casca lisa e brilhante e com tamanho aproximado de 47 a 65 mm de diâmetro. A coloração verde-clara e opaca significa que a fruta está madura, não sendo recomendada para o comércio (RAMOS et al., 2008).

Segundo Reetz (2007), no ano de 2006, em 50.783 ha de cultivo, o Brasil produziu 1.030.531 t de lima ácida ‘Tahiti’ das quais foram exportadas cerca de 51.440t (5% do total produzido). Apesar do volume exportado esta crescendo, a participação no mercado externo ainda é muito baixa e o Brasil precisa melhorar a qualidade pós-colheita desta fruta. A coloração externa da casca é um dos principais atributos de qualidade e um fator determinante na comercialização de limões. A manutenção da cor verde nos frutos é essencial para a exportação. Nos frutos cítricos a degradação das clorofilas e a síntese ou manifestação dos carotenóides mudam a coloração da casca. Esta mudança na coloração é influenciada pela espécie, cv. copa e porta-enxerto, temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade, posição do fruto na planta, nutrição e irrigação (BLUM; AYUB, 2008).

A lima ácida ‘Tahiti’ é apreciada pelo consumidor na forma processada (sucos e caipirinha) por ser uma fruta rica em acidez, perfumada, de casca fina e sem sementes. Possui indicação medicinal, sendo utilizado para curar e prevenir resfriados, obesidade, gota, reumatismo, náuseas, escorbuto, como vermífugo e na cura de aftas e frieiras devido à sua ação cicatrizante (DURIGAN; MATTIUZ; DURIGAN, 2005; RAMOS et al., 2008).

### **2.2.5.3 Pomelo**

Cientificamente denominado *Citrus paradisi* Macf., possui características que o destacam visualmente dos demais cítricos. O pomeleiro é uma planta alta, com copa arredondada, perene e que vegeta satisfatoriamente em diversas condições climáticas (COELHO; LEDERMAN, 2004).

Os pomelos, também conhecidos por *grapefruit* nos países de língua inglesa, são frutas cítricas cujo cultivo apresenta grande importância econômica em países como os Estados Unidos, China, Cuba, Israel, África do Sul, México e Argentina. No Brasil, a sua exploração está restrita a pequenos pomares, sendo destinada especialmente à exportação (COELHO, 2002).

Apesar dos pomelos serem frutas bastante saudáveis, a sua acidez é elevada para o paladar e hábitos brasileiros que, juntamente com um sabor doce e amargo, imprime característica bastante peculiar ao suco. No Brasil, os pomelos têm sido mais cultivados no Estado de São Paulo, que responde, praticamente, pela totalidade da produção comercial brasileira. Entretanto, grande parte do semi-árido, reúne condições climáticas favoráveis ao cultivo desses cítricos (LEDERMAN, 2005).

Os pomelos vêm crescendo em importância nos últimos anos em função do reconhecimento às suas qualidades como alimento funcional e fitoterápico. Há muitos anos, os pomelos são recomendados e consumidos em função da sua riqueza em vitamina C, carotenóides e limonóides, assim como pelas informações relativas aos seus efeitos na redução dos níveis de colesterol e de outras doenças. Com a ampliação do conhecimento sobre os benefícios dos carotenóides, particularmente, do licopeno à saúde, os pomelos pigmentados ou róseos passaram a ser alvo de maior atenção, conquistando novos consumidores (COELHO; LEDERMAN, 2004).

#### **2.2.5.4 Tangerina**

As tangerinas são conhecidas pela sua capacidade de produzir híbridos por cruzamento com outras tangerinas ou outras espécies de citros, tais como as laranjas obtendo-se ‘tangores’, ou com pomelos obtendo-se ‘tangelos’. As principais cultivares e híbridos de tangerinas cultivados no Brasil, por ordem de área plantada, são a tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco) com 58%, o tangor ‘Murcott’ (*Citrus sinensis* L.) Osbeck x (*Citrus reticulata* Blanco) com 23%, a tangerina ‘Cravo’ (*Citrus reticulata* Blanco) com 11% e a tangerina ‘Montenegrina’ (*Citrus deliciosa* Tenore) com 8%. Sendo os maiores Estados produtores, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais (NUÑEZ, 2006).

O Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de tangerinas em 2003, com 1,263 milhão de toneladas, e área plantada superior a 50 mil hectares, sendo o Estado de São Paulo responsável por 59% do total produzido (BARBASSO; PIO; CARVALHO, 2005)

A produção de tangerinas e seus híbridos no mundo atingiram 23,3 milhões de toneladas em 2005. A China é o maior produtor, com 49% da produção mundial. O Brasil produziu 1,3 milhão de toneladas no mesmo período (FAO, 2006).

As tangerinas constituem o segundo grupo de frutos cítricos mais importante na citricultura mundial. A ‘Ponkan’ se distingue por apresentar frutos de boa qualidade, e principalmente, por produzir frutos precoces, doces, que a partir de fevereiro podem ser

colhidos e consumidos, ainda verdes. A qualidade dos frutos cítricos é de extrema importância para uma melhor comercialização, tanto para o consumo in natura bem como para o processamento industrial, e as características internas e externas dos frutos devem ser consideradas, visando uma melhor aparência e também uma melhor qualidade sensorial (VILAS BOAS et al., 1998).

As tangerinas são destinadas, principalmente, ao mercado de frutas frescas, e o restante participa como suco (AMARO; CASER, 2003). O suco de tangerina pode ser misturado com o suco de laranja e de pomelo para melhorar a coloração e a doçura. O consumo per capita de frutos de tangerina tem crescido, existindo um enorme potencial de mercado pela tendência de consumo de alimentos saudáveis e a preocupação da indústria em desenvolver e introduzir novos cultivares que satisfaçam às expectativas dos consumidores (BOTEON; NEVES, 2005).

### **2.3 Importância das Frutas**

Alguns fatores que conferem boa qualidade aos frutos são o alto valor de vitamina C, e a presença de carotenóides ( $\beta$ -caroteno) e flavonóides (antocianinas). Estes compostos têm despertado interesses, devido às suas importantes funções e ações para a saúde humana, principalmente por atuarem como antioxidantes e sequestrantes de radicais livres, capazes de ajudar a reduzir o risco de enfermidades como o câncer e doenças cardiovasculares (AGUIAR, 2001).

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 (PRIOR, 2002), 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.

Esses alimentos contêm vitaminas, fibras, minerais e ainda outras substâncias que nos ajudam a viver mais e melhor. O Programa cinco ao dia tem um cardápio básico, onde 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 carotenóides, que são precursores da vitamina A. O licopeno, fitoquímico encontrado em alguns alimentos deste grupo, ajuda na prevenção do câncer de próstata. Pode-se exemplificar: acerola, cereja, ciriguela, goiaba vermelha, pomelo, maçã, melancia, morango, pêra vermelha, romã e uva vermelha, dentre outras.

Laranja - os alimentos de coloração alaranjados assim como os vermelhos, também são fontes de carotenóides, 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, melão, nectarina, pêsego, sapoti, tangerina, etc.

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, uva roxa, açaí, dentre outras.

Verde - o grupo de alimentos verdes 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, uva verde, umbu, etc.

Branca - nos alimentos de coloração branca, encontram-se as vitaminas do complexo B e os flavonóides, 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: atemóia, banana, graviola, mangostão, pêra, pinha, bacuri, dentre outras.

## **2.4 Compostos de Importância Funcional**

Lajolo (2005) relata que alimentos funcionais, ou alimentos com alegações de funcionais ou de saúde, podem ser descritos como alimento semelhante em aparência ao alimento convencional, consumidos como parte da dieta usual, capazes de produzir demonstrados efeitos metabólicos ou fisiológicos úteis na manutenção de uma boa saúde física e mental, podendo auxiliar na redução do risco de doenças crônico-degenerativas, além de suas funções nutricionais básicas. Complementando a definição, o autor salienta ainda que pode-se falar em “ingrediente funcional”, que seria o composto responsável pela ação

biológica contida no alimento. Para estes ingredientes ativos os termos mais adequados são fitoquímicos, ou compostos bioativos e ainda nutracêuticos.

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas nos diferentes segmentos visando a 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, em parte aos antioxidantes contidos nestes alimentos (RODRIGUES et al., 2003; LIMA et al., 2004; GRANDIS et al., 2005; MELO et al., 2006).

Os antioxidantes podem ser definidos como qualquer substância que, presente em baixas concentrações, quando comparada a um substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação desse substrato de maneira eficaz (BIANCHI; ANTUNES, 1999; RODRIGUES et al., 2003; SHAMI; MOREIRA, 2004).

Estas definições generalizadas não restringem a atividade antioxidante para nenhum dos grupos de compostos químicos específicos e nem se refere para algum mecanismo particular de ação (RICE-EVANS, 2004).

Nas frutas os principais tipos de compostos são discutidos a seguir.

#### **2.4.1 Compostos Fenólicos**

Entre os antioxidantes presentes nos vegetais, os mais ativos e frequentemente encontrados são os compostos fenólicos, tais como os flavonóides (BIANCHI; ANTUNES, 1999). As propriedades benéficas desses compostos podem ser atribuídas à sua capacidade de seqüestrar os radicais livres (DECKER, 1997).

Há mais de 8000 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 1g de fenólicos. Para a discussão sobre propriedades protetoras da saúde os compostos fenólicos são agrupados em flavonóides e não flavonóides (ácidos fenólicos e cumarinas). Exemplos de fenólicos não flavonóides são o resveratrol, encontrado em vinho, ácido elágico, encontrado em caqui e romã, e ácido clorogênico, encontrado em café, kiwi, maçã e *berry fruits*. Os principais flavonóides incluem as antocianinas, flavonas, *isoflavonas*, flavanonas, *isoflavonas*, flavanóis (catequinas) e as proantocianidinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os flavonóides estão presentes em frutas e hortaliças, cujo consumo tem sido associado a efeitos protetores contra doenças cardiovasculares e câncer. Por muito tempo foram considerados sem nenhum valor nutricional, até a demonstração da ação redutora da fragilidade capilar de alguns deles em 1936, pelos trabalhos de Szent-Gyorgy e de Rusznyak (DE ANGELIS, 2005).

Os compostos fenólicos podem inibir os processos da oxidação em certos sistemas, mas isso não significa que eles possam proteger as células e os tecidos de todos os tipos de danos oxidativos. Esses compostos podem apresentar atividade pró-oxidante em determinadas condições (DECKER, 1997).

#### **2.4.2 Vitaminas**

As vitaminas C, E e o  $\beta$ - caroteno são considerados excelentes antioxidantes, capazes de sequestrar radicais livres com grande eficiência . A vitamina C atua na fase aquosa como um excelente antioxidante sobre os radicais livres, mas não é capaz de agir nos compartimentos lipofílicos para inibir a peroxidação dos lipídeos (BIANCHI; ANTUNES, 1999). Por outro lado, estudos in vitro demonstraram que essa vitamina na presença de metais de transição, tais como o ferro, pode atuar como uma molécula pró-oxidante e gerar os radicais  $H_2O_2$  e  $OH\cdot$ . Geralmente, esses metais estão disponíveis em quantidades muito limitadas (ODIN, 1997).

A vitamina E é um componente dos óleos vegetais encontrada na natureza em quatro formas diferentes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ -tocoferol, sendo a  $\alpha$ -tocoferol a forma antioxidante amplamente distribuída nos tecidos do plasma. A vitamina E tem a capacidade de impedir a propagação das reações em cadeia induzidas pelos radicais livres nas membranas biológicas. Os danos oxidativos podem ser inibidos pela ação antioxidante dessa vitamina, juntamente com a vitamina C e os carotenóides, constituindo um dos principais mecanismos da defesa endógena do organismo. O uso de vitaminas e outros antioxidantes na prevenção e modulação das conseqüências patológicas dos radicais livres precisam da definição de doses e de protocolos de tratamento, sendo necessários mais estudos sobre o mecanismo de ação desses agentes para sua prescrição em larga escala (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

### 2.4.3 Carotenóides

Os carotenóides formam um dos grupos de pigmentos naturais mais largamente encontrados na natureza. São em geral responsáveis pelas colorações do amarelo ao laranja, na forma de carotenos ou como ésteres de xantofilas, cuja intensidade de coloração depende da quantidade e tipo de pigmento presente. Atualmente, são conhecidos, aproximadamente, 600 tipos de carotenóides, sendo usados como aditivos (corantes) alimentares. Entretanto, é na nutrição que os carotenóides ganham maior importância (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os carotenóides contêm potencial para benefícios que vão além da atividade de vitamina A, luteína e zeaxantina parecem proteger o olho contra degeneração macular, beta-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).

Testes sugerem que os carotenóides são excelentes antioxidantes, seqüestrando e inativando os radicais livres. A ação seqüestrante de radicais é proporcional ao número de ligações duplas conjugadas, presentes nas moléculas dos carotenóides. Estes compostos reagem com os radicais livres, notavelmente com os radicais peróxidos e com o oxigênio molecular, sendo a base de sua ação antioxidante. Carotenóides como o  $\beta$ -caroteno, licopeno, zeaxantina e luteína, exercem funções antioxidantes em fases lipídicas, bloqueando os radicais livres que danificam as membranas lipoprotéicas (SHAMI; MOREIRA, 2004).

### 2.5 Avaliação da Atividade Antioxidante

A 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 coloca, na prática, algumas dificuldades de seleção (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999).

Prior, Wu e Schaich (2005), realizaram um estudo comparando alguns métodos de determinação da capacidade antioxidante e sua eficiência. Muitos testes foram desenvolvidos para medir a atividade antioxidante, conduzindo a resultados diferentes que são de difícil comparação. Um outro problema a que os cientistas devem estar atentos é quanto ao tipo de solvente utilizado no preparo da amostra. Desde que os métodos foram desenvolvidos com os compostos antioxidantes puros, há uma necessidade de se estabelecer protocolos da amostra

para medir a atividade antioxidante. O Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical trabalhando com propriedades funcionais, utilizando alguns métodos (ABTS, DPPH, FRAP e Sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico) padronizou os mesmos para avaliação de frutas tropicais e disponibilização para outros grupos de pesquisa de forma simplificada.

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 capturar a longo prazo o cátion radical ABTS $\bullet$ +. 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; SAURA-CALIXTO, 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. Thaipong et al., (2006) avaliaram a atividade antioxidante pelo método ABTS de genótipos de goiaba oriundos de Welasco, Texas e encontraram resultados expressos em equivalente ao Trolox (TE) de  $37,9 \pm 3,4 \mu\text{M/g}$  (Allahabad Safeda),  $34,4 \pm 2,1 \mu\text{M/g}$  (Fan Retief),  $22,3 \pm 0,9 \mu\text{M/g}$ .

Kuskoski et al., (2005) trabalharam com polpas de várias 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  $1198,9 \pm 8,1 \text{ mg}/100\text{g}$ . 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 e 67,6  $\mu\text{M/g}$  de polpa respectivamente, confirmando o grande potencial que a acerola representa em relação a outras frutas tropicais. A capacidade antioxidante, determinada pelo método ABTS, neste trabalho obedece a seguinte ordem decrescente: acerola > manga > morango > açaí > uva > amora > goiaba > graviola > abacaxi > maracujá > cupuaçu.

Leong e Shui (2002) estudaram a atividade antioxidante pelo método ABTS de 27 frutas oriundas de mercados da Singapura e estabeleceram critérios de classificação como: frutas > 600 mg AAeq/100g (capacidade antioxidante equivalente ao ácido ascórbico) como tendo uma capacidade antioxidante extremamente alta. O sapoti obteve valores muito altos ( $3396 \pm 387,9 \text{ mg}/100\text{g}$ ) quando comparados ao da acerola.

Quando se refere a antioxidantes o interesse não é apenas na quantidade de antioxidantes presentes no alimento, mas também na qualidade do antioxidante. O método

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

Originalmente desenvolvido por Cao, Cutler e Alessio (1993), a primeira versão do método ORAC utilizava como sonda a  $\beta$ -ficoeritrina ( $\beta$ -PE), uma proteína fluorescente. A redução da fluorescência da  $\beta$ -PE é um indicativo do dano causado por sua reação com o radical peroxila. Ou et al., (2001), substituíram a  $\beta$ -PE por fluoresceína (FL) (3',6'-dihidroxispiro[isobenzofuran-1[3H], 9'[9H]-xante]-3-nona). FL é uma sonda sintética não protéica e tem desempenho superior ao da  $\beta$ -PE.

O método ORAC, consiste na medida do decréscimo da fluorescência das proteínas, como consequência da perda de sua conformidade ao sofrer dano oxidativo (PRIOR et al., 1999). É baseado no ataque de radicais livres, usa-se a peroxila, espécie reativa de oxigênio biologicamente mais importante, por sua abundância e por ser responsável pelo dano oxidativo (ANTOLOVICH et al., 2002). Como fonte desses radicais utiliza-se o AAPH, que os gera depois de sofrer decomposição térmica. Os radicais livres vão degradar a estrutura química da fluoresceína sódica, levando a perda de sua conformação inicial com o consequente decréscimo da emissão de fluorescência (OU et al., 2001). O antioxidante adicionado reage rapidamente com os radicais, doando átomos de hidrogênio e inibindo a perda da intensidade da fluorescência. Essa inibição é proporcional a atividade antioxidante (WU et al., 2004). Permitindo uma medição direta da capacidade antioxidante de compostos hidrofílicos e lipofílicos versus radicais peroxila (OU et al., 2001).

Para a quantificação da perda da fluorescência da FL se usa a técnica da área sob a curva de decréscimo (AUC), pois, a perda da fluorescência não segue uma cinética de ordem zero (linear com o tempo), mas sim exponencial com o tempo. O resultado final (valor ORAC) é expresso em micro molar de Trolox por grama de fruta. Uma vantagem do uso do método ORAC em relação aos demais métodos antioxidantes que usam a absorbância é o uso da fluorescência como medida do dano oxidativo, havendo 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 peroxila ou hidroxila como pró-oxidantes, conferindo significado biológico maior em relação a métodos que usam oxidantes que não são necessariamente pró-oxidantes fisiológicos (LIMA, 2008).

Tem sido empregado para medir a capacidade antioxidante de compostos puros como melatonina e os flavonóides em fluidos biológicos como plasma, o soro e a urina; em produtos naturais como frutas e demais vegetais e em produtos industrializados, como vinhos e chás (WU et al., 2004).

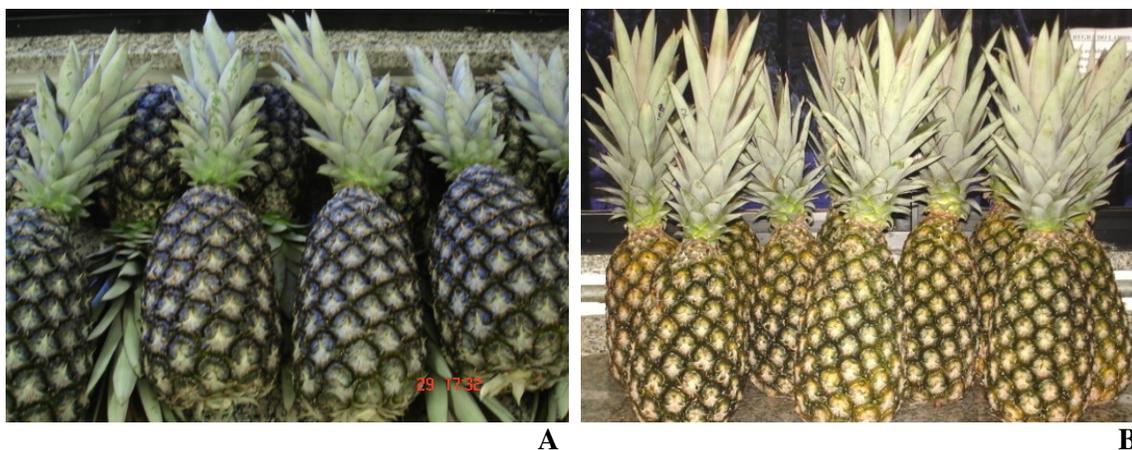
### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Obtenção dos frutos**

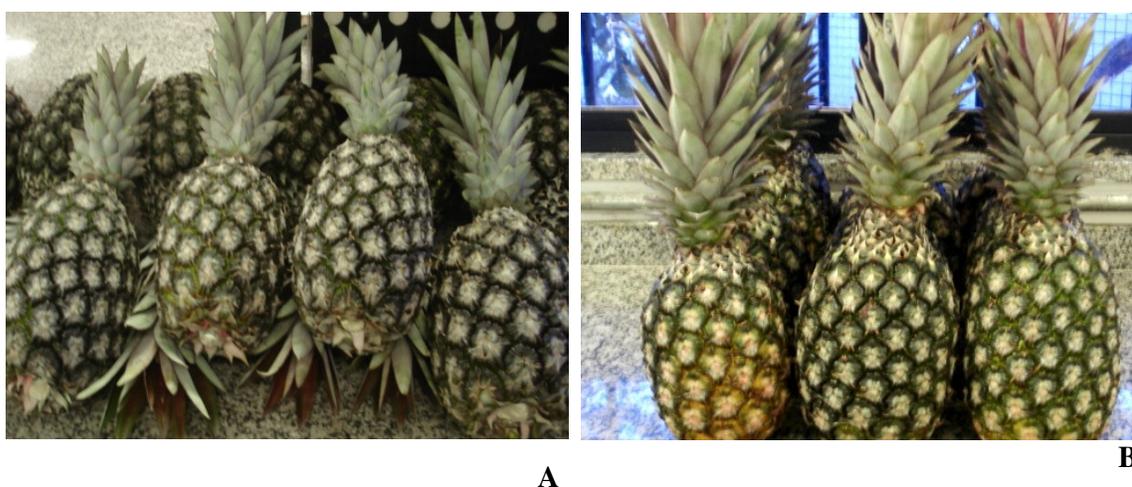
Foram avaliadas as espécies frutíferas de abacaxi ('Pérola', 'Jupi' e 'Golden' ou 'MD2') goiaba ('Paluma'), mamão ('Formosa'), tangerina de Russas sem semente, laranja de Limoeiro sem sementes, laranja de Russas sem semente, lima ácida 'Taithi', manga ('Tommy Atkins') oriundas de áreas comerciais do Pólo Baixo Jaguaribe, nos municípios de Limoeiro do Norte e Russas, no Estado do Ceará. A colheita foi realizada entre os meses de fevereiro a novembro de 2008. Os frutos foram colhidos manualmente, nas primeiras horas da manhã, acondicionados em caixas plásticas e em seguida transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita de Frutas e Hortaliças da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, CE, onde foram realizadas as análises.

##### **3.1.1 Abacaxis**

Os abacaxis das cultivares 'Pérola' e 'Jupi' utilizados neste experimento foram provenientes de plantio comercial, localizado no município de Russas, CE. A colheita foi realizada no dia 29 de abril de 2008, no período da manhã, os abacaxis foram colhidos na maturidade comercial, onde se encontravam fisiologicamente maduros, porém com os frutinhos apresentando a coloração verde (Figura 3 e 4), sendo classificados no estágio de maturação 'verdoso' de acordo com as Normas de Classificação do Abacaxi (CEAGESP, 2003), em seguida acondicionados em caixas plásticas para 20 kg. Os frutos foram armazenados a temperatura ambiente  $24 \pm 2$  °C, por um período de sete dias, até a mudança de coloração da casca, passando para o estágio de maturação 'pintado'.



**Figura 3.** Abacaxis 'Pérola', 3A dia da colheita (estádio de maturação 'verdoso'), 3B sete dias após a colheita, armazenado a temperatura ambiente de  $24\pm 2$  °C (estádio de maturação 'pintado').



**Figura 4.** Abacaxis 'Jupi', 4A dia da colheita (estádio de maturação 'verdoso'), 4B sete dias após a colheita armazenado a temperatura ambiente de  $24\pm 2$  °C (estádio de maturação 'pintado').

Foram analisados também frutos da variedade 'Golden' ou 'MD2' cedidos pela empresa Del monte, localizada em Limoeiro do Norte, CE. Os frutos foram colhidos na maturidade comercial, denominada pela empresa de estágio de maturação "0,5" (Figura 5).



**Figura 5.** Abacaxis ‘Golden’ ou ‘MD2’, estágio de maturação ‘0,5’, provenientes de plantio comercial, localizado em Limoeiro do Norte-CE.

Para as análises físicas os frutos foram avaliados individualmente, e os resultados representados pela média de doze frutos. As determinações físico-químicas e químicas foram realizadas em quatro repetições, com cada repetição formada por três frutos, que foram descascados, cortados e desintegrados em centrífuga doméstica marca Walita e a polpa foi armazenada em ultra freezer a temperatura de  $-70^{\circ}\text{C}$ .

### 3.1.2 Goiaba

As Goiabas da cultivar ‘Paluma’, foram provenientes de plantio comercial localizado em Limoeiro do Norte-CE (Figura 6), com plantas de 7 anos, de plantio irrigado, sendo colhidas no dia 22 de fevereiro de 2008, em estágio de maturação comercial, e armazenadas a temperatura ambiente de  $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , por um período de 48h, até mudança de coloração da casca de ‘verde amarelo’ para ‘mate’, segundo escala de cores para classificação de goiabas, elaborada pelo Programa Paulista para Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros (RESENDE; CHOUDHRY, 2001).



**Figura 6.** Goiabas 'Paluma', provenientes de plantio comercial localizado em Limoeiro do Norte-CE.

Os frutos foram divididos em quatro repetições, com cada repetição formada por sete frutos. Para as análises físicas os frutos foram avaliados individualmente, e os resultados representados pela média de vinte e oito frutos. Para as determinações físico-químicas e químicas, as goiabas foram cortadas e desintegradas, e a polpa armazenada em ultra freezer a temperatura de  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 3.1.3 Mamão

Os frutos utilizados neste estudo foram provenientes de plantas de mamoeiro do grupo 'Formosa', híbrido 'Tainung 1', oriundos de um plantio comercial localizado em Limoeiro do Norte, Estado do Ceará (Figura 7). As lavouras foram conduzidas tecnologicamente com espaçamento de  $3,5 \times 2,5 \times 2,4$ , plantio em fileira dupla, irrigação por microaspersão. Os mamões foram colhidos em estágio de maturação comercial, no dia 22 de fevereiro de 2008. Provenientes de plantas com idade de 13 meses, e aproximadamente seis meses de produção. Os frutos foram armazenados a temperatura ambiente de  $24 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , até ficarem maduros.



**Figura 7.** Mamão ‘Tainung 1’, (A) colheita (estádio de maturação comercial), (B) cinco dias após a colheita (estádio de maturação maduro).

Os mamões foram separados em quatro repetições, com cada repetição formada por dois frutos. Para as análises físicas os frutos foram avaliados individualmente, e os resultados representados pela média dos oito frutos. Após as avaliações físicas os frutos foram cortados, descascados, retirada às sementes, sendo desintegrados em centrífuga doméstica, e a polpa armazenada em ultra freezer a temperatura de  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para serem realizadas as análises físico-químicas e químicas.

### 3.1.4 Manga

Foram avaliadas mangas da cultivar ‘Tommy Atkins’, de um plantio irrigado de 9 anos, com espaçamento de 7m entre plantas e 8m entre fileiras. Localizado no município de Limoeiro do Norte, CE (Figura 8). Os frutos foram colhidos maduros, diretamente da planta, no dia 26 de novembro de 2008.



**Figura 8.** Manga ‘Tommy Atkins’, proveniente de plantio comercial, localizado em Limoeiro do Norte-CE.

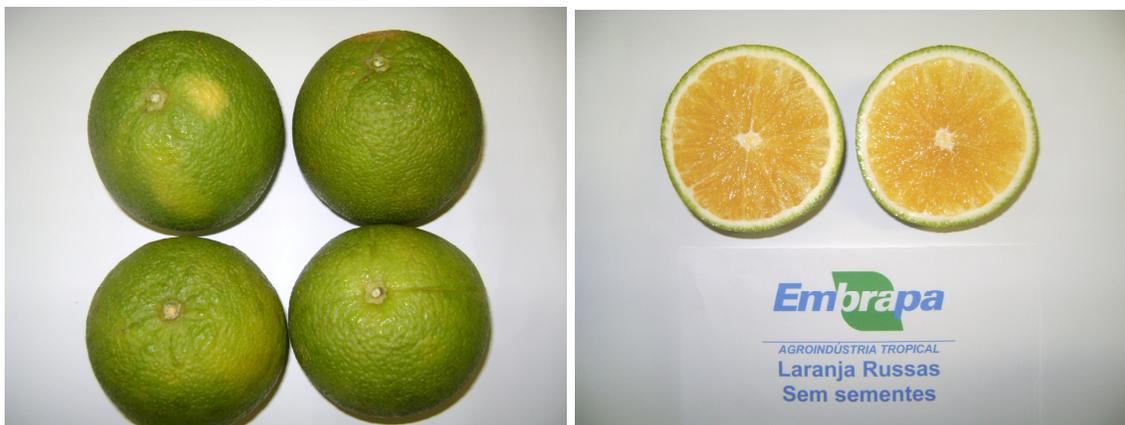
Os frutos foram divididos em quatro repetições, com cada repetição formada por quatro frutos. Para as análises físicas os frutos foram avaliados individualmente, e os resultados representados pela média dos 16 frutos. Para as determinações físico-químicas e químicas, as mangas foram descascadas, cortadas e desintegradas em centrífuga doméstica marca Walita, e a polpa armazenada em ultra freezer a temperatura de  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 3.1.5. Laranjas

As laranjas analisadas foram obtidas de um campo experimental, localizado em Limoeiro do Norte, Estado do Ceará, onde estão sendo realizados testes com cinco porta enxertos, para futura comercialização tanto no mercado interno como externo. Foram avaliadas duas cultivares, a laranja de Russas sem semente (número 4) e a laranja de Limoeiro sem semente (número 3). Provenientes de um plantio irrigado, de 4 anos, com aproximadamente dois anos de colheita (Figuras 9 e 10). A colheita foi realizada no dia 25 de julho de 2008.



**Figura 9.** Laranja de Limoeiro sem sementes (número 3), provenientes de um campo experimental, localizado em Limoeiro do Norte-CE.



**Figura 10.** Laranja de Russas sem sementes (número 4), provenientes de um campo experimental, localizado em Limoeiro do Norte-CE.

As laranjas foram separadas em quatro repetições, com cada repetição formada por sete frutos. Para as análises físicas os frutos foram avaliados individualmente, e os resultados representados pela média de vinte e oito frutos. Após as avaliações físicas, os frutos foram cortados ao meio, e obtido o suco, utilizando um espremedor de laranjas da marca Walita. O suco foi armazenado em ultra freezer a temperatura de  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para serem realizadas as análises físico-químicas e químicas.

### **3.1.6 Lima ácida ‘Tahiti’**

Os frutos de lima ácida ‘Tahiti’ foram provenientes de um plantio comercial, com quatro anos de cultivo, com sistema de irrigação por gotejamento. Localizado no município de Limoeiro do Norte, CE. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação comercial, no dia 25 de julho de 2008 (Figura 11).



**Figura 11.** Lima ácida ‘Tahiti’, proveniente de um plantio comercial, localizado em Limoeiro do Norte-CE.

Foram utilizados 40 frutos para as avaliações físicas, sendo cada fruto analisado individualmente. Para as análises físico-químicas e químicas as limas foram separadas em quatro repetições, sendo cada repetição formada por 10 frutos, onde foram cortados ao meio, e obtido o suco, utilizando um espremedor de laranjas da marca Walita. O suco foi armazenado em ultra freezer a temperatura de  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 3.1.7 Pomelo

A colheita foi realizada no dia 25 de julho de 2008, em um campo experimental, localizado em Limoeiro do Norte, Estado do Ceará (Figura 12) . Foram avaliados frutos de Pomeleiros com quatro anos de cultivo, e dois anos de produção. Os frutos da variedade denominada Pomelo sem semente (número 14), foram colhidos no estágio de maturação comercial.



**Figura 12.** Pomelo sem semente (número 14), provenientes de um campo experimental, localizado em Limoeiro do Norte-CE.

Os frutos foram divididos em quatro repetições, com cada repetição formada por quatro frutos. Para as análises físicas os frutos foram avaliados individualmente, e os resultados representados pela média de 16 frutos. Após as avaliações físicas os frutos foram cortados ao meio, e obtido o suco, utilizando um espremedor de laranjas da marca Walita. O suco foi armazenado em ultra freezer a temperatura de  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para serem realizadas as análises físico-químicas e químicas.

### 3.1.8 Tangerina

As tangerinas analisadas foram obtidas de um campo experimental, localizado em Limoeiro do Norte- CE (Figura 13). Foi avaliada a cultivar, Tangerina de Russas sem semente (número 10), provenientes de um plantio irrigado, de quatro anos, com aproximadamente dois anos de colheita. A colheita dos frutos foi realizada no dia 25 de julho de 2008, no estágio de maturação comercial.



**Figura 13.** Tangerina de Russas sem semente (número 10), provenientes de um campo experimental, localizado em Limoeiro do Norte-CE.

Foram utilizados 28 frutos para as avaliações físicas. Para as análises físico-químicas e químicas as tangerinas foram separadas em quatro repetições, com cada repetição formada por sete frutos, que foram cortados ao meio, e obtido o suco, utilizando um espremedor de laranjas da marca Walita. O suco foi armazenado em ultra freezer a temperatura de  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## **3.2 Avaliações físicas**

### **3.2.1 Coloração**

Foi realizada a determinação da cor da casca e da polpa de todos os frutos analisados, através da média de duas leituras efetuadas em pontos aproximadamente equidistantes, utilizando-se colorímetro da marca MINOLTA modelo CR 300 (parâmetros L, c, h);

### **3.2.2 Peso**

Utilizando-se balança semi-analítica, determinou-se o peso total dos frutos.

### **3.2.3 Dimensões**

Foram realizadas medidas de diâmetro e comprimento de todos os frutos. Nas variedades de abacaxis foi determinado também o comprimento da coroa. Para as variedades cítricas foi avaliada ainda a espessura da casca. Todas estas medidas foram determinadas utilizando paquímetro digital.

### **3.2.4 Firmeza**

Realizada nos frutos íntegros em texturômetro digital Stable Micro Systems, modelo TA.XT2i com ponteiros que variaram de 6mm a 35mm de diâmetro, dependendo do fruto analisado.

### **3.2.5 Rendimento de suco**

Foi determinada para todas as variedades cítricas analisadas, através da relação peso total/peso de suco e expresso em porcentagem de suco. Determinou-se o peso do suco obtido individualmente, obtendo-se um valor médio.

### **3.3 Características físico-químicas e químicas**

#### **3.3.1 Sólidos solúveis (SS)**

De acordo com a metodologia recomendada pela AOAC (1992), após filtração da polpa em papel de filtro, efetuou-se a leitura (°Brix) em um refratômetro digital modelo PR-100 Pallete (Atago Co, Japão), com compensação automática de temperatura.

#### **3.3.2 Açúcares Solúveis Totais (AST)**

Determinados pelo método da antrona segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954). A massa das amostras, as diluições e as alíquotas de leitura, variaram de acordo com o fruto analisado, e estão disponíveis em Anexo (Tabela 1A). A leitura foi efetuada em espectrofotômetro (Spectronic Genesys 2) com comprimento de onda de 620 nm e o resultado foi expresso em percentagem.

#### **3.3.3 Açúcares Redutores (AR)**

Determinados pelo método do DNS (dinitrosalicílico), segundo metodologia descrita por Miller (1959). De acordo com o fruto analisado houve variações na massa das amostras, diluições e as alíquotas de leitura. Esses dados estão disponíveis em Anexo (Tabela 1A).

#### **3.3.4 Acidez Titulável (AT)**

Obteve-se diluindo-se 1 g de polpa em 50 mL de água destilada, titulando com solução de NaOH (0,1 N), até coloração levemente rósea. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico, segundo IAL (1985).

#### **3.3.5 pH**

Foi medido diretamente na polpa, logo após processamento, utilizando-se um potenciômetro (Mettler DL 12) com membrana de vidro, aferido com tampões de pH 7 e 4, conforme AOAC (1992).

#### **3.3.6 Relação SS/AT**

Obtido pelo quociente entre os resultados das duas análises.

### **3.3.7 Vitamina C**

Analisou-se o teor de Vitamina C (mg/100g) titulometricamente com solução de DFI (2,6-dicloro-fenol-indofenol 0,02 %) até coloração levemente rósea, de acordo com Strohecker e Henning (1967). A massa das amostras e as diluições variaram de acordo com o fruto analisado, e estão disponíveis em Anexo (Tabela 3A).

### **3.3.8 Pectina total e solúvel**

Doseados pelo método do m-hidroxidifenil segundo metodologia descrita por McCreedy e McComb (1952). As amostras foram lidas no tempo máximo de 10 minutos em espectrofotômetro (Spectronic Genesys 2) com comprimento de onda de 520 nm e o resultado expresso em mg/100 g. De acordo com o fruto analisado houve variações na massa das amostras (polpa), diluições e as alíquotas de leitura, e estão disponíveis em Anexo (Tabela 2A). Para as variedades cítricas as análises de pectina total e solúvel foram realizadas em amostras da região do albedo.

### **3.3.9 Flavonóides amarelos e Antocianinas totais**

Doseados segundo o método desenvolvido por Francis (1982). Pesou-se 1,0g de polpa, em seguida, adicionou-se 30 mL da solução extratora etanol 95 % - HCl 1,5 N na proporção 85:15. As amostras foram homogeneizadas em um homogeneizador de tecidos tipo Turrax por 2 min na velocidade 5. Logo após, transferiu-se o conteúdo para um balão volumétrico de 50 mL, aferindo com a própria solução extratora sem filtrar, e depois foram acondicionados em frascos de vidro envolto em papel alumínio, deixando-se descansar, por uma noite em geladeira. Filtrou-se o material para becker de 50 mL sempre envolto com papel alumínio. As leituras foram feitas a 374 nm para flavonóides amarelos e 535 nm para as antocianinas, e os resultados expressos em mg/100 g calculados através da fórmula: Absorbância x fator de diluição/76,6 ou 98,2 para flavonóides amarelos ou antocianinas totais, respectivamente.

### **3.3.10 Carotenóides totais**

Determinados pelo método de Higby (1962). Para a extração, foram colocados 10 g da amostra mais 30 mL de álcool isopropílico e 10 mL de hexano, sendo homogeneizadas em um homogeneizador de tecidos tipo Turrax por 2 min na velocidade 5. Logo após,

transferiu-se o conteúdo para um funil de separação de 125 mL envolto em alumínio, completando-se o conteúdo com água e deixando-se descansar por 30 min, fazendo-se a lavagem logo em seguida. Após 3 descansos de 30 min cada, filtrou-se o conteúdo através de algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro P.A., para um balão volumétrico de 50 mL envolto em papel alumínio, completando-se o volume com 5 mL de acetona e o restante com hexano. As leituras foram feitas em um comprimento de onda de 450 nm e os resultados expressos em mg/100 g, calculados através da fórmula:  $2 \times \text{Absorbância}$ .

### **3.3.11 Polifenóis Extraíveis Totais – PET**

Determinou-se o conteúdo de polifenóis através do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando-se o ácido gálico como padrão, segundo metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997). Para obtenção do extrato foram utilizados de 20g a 30g de polpa, de acordo com a fruta avaliada, submetidos à extração por dois solventes, metanol (50%) e acetona (70%) conforme metodologia descrita por RUFINO et al., (2006), cujos dados disponíveis em Anexo (Tabela 3A).

### **3.3.12 Atividade antioxidante total (AAT)**

#### **3.3.12.1 ABTS**

O ensaio com o radical livre ABTS, foi obtido pela reação do ABTS (7 mM) com persulfato de potássio (2,45  $\mu\text{M}$ , concentração final). O sistema foi mantido em repouso, a temperatura ambiente ( $\pm 25^\circ\text{C}$ ), durante 16 horas em ausência de luz. Uma vez formado o radical  $\text{ABTS}^{\bullet+}$ , dilui-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  $\mu\text{L}$  de amostra e 3 mL de radical  $\text{ABTS}^{\bullet+}$ . 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 1000  $\mu\text{M}$  Trolox, sendo os resultados expressos em  $\mu\text{M}$  Trolox/g polpa (RUFINO et al., 2006).

### 3.3.12.2 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 erlenmeyer, pesou-se 0,5g de polpa das frutas liofilizadas, adicionando-se 20mL de acetona 50%(v/v), cobriu-se o recipiente com papel alumínio e colocou-se sob agitação em *shaker* 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 °C, obtendo-se assim um extrato na concentração final de 25g/L, 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 1.

**Tabela 1.** Especificações de leitura do programa Kinetics do Espectro Fluorímetro Varian: Cary Eclipse.

---

Excitação  $\lambda = 485$  nm; Emissão  $\lambda = 520$  nm.

Fenda de Excitação = 20nm; Fenda de Emissão = 10nm.

Ave Time = 0,2 sec.

Tempo de execução = 180min.

Y(min-max) = 0-1000

Filtro de Excitação: Auto

Filtro de Emissão: Open

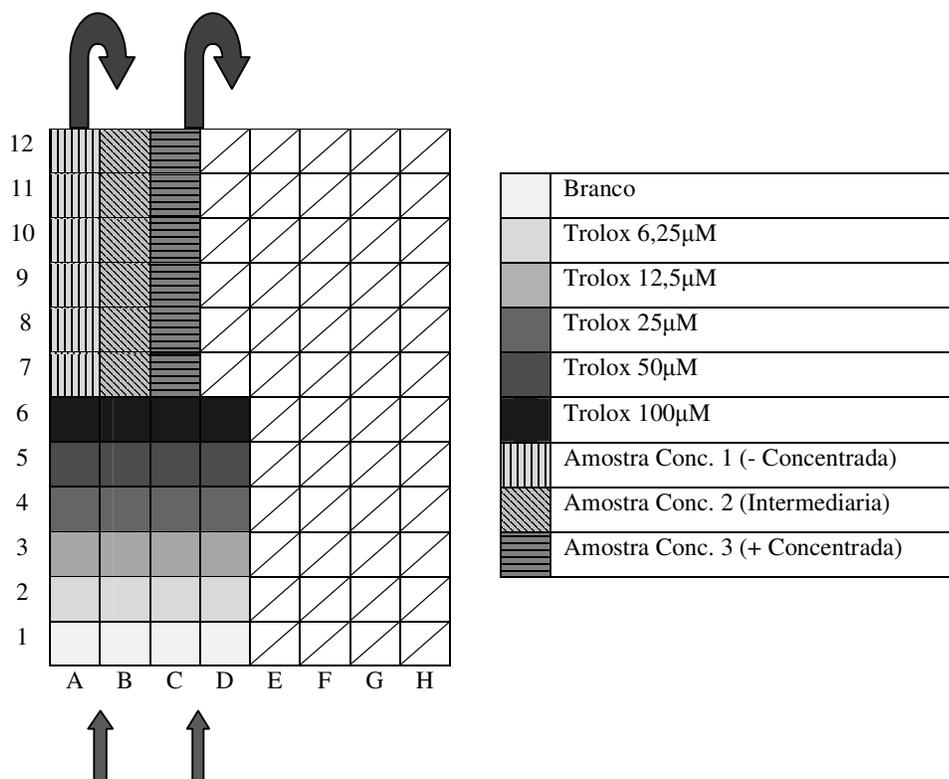
---

PMT: 670v

#### c) Preenchimento da microplaca

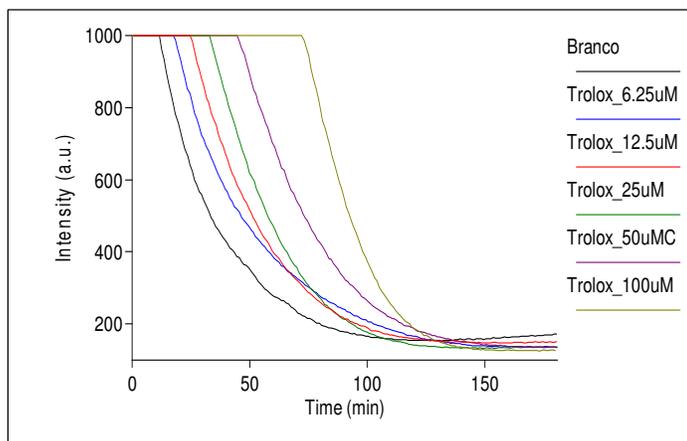
Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 25 $\mu$ L do branco (Tampão fosfato), de cada concentração da curva do padrão Trolox (6,25 $\mu$ M, 12,5 $\mu$ M, 25 $\mu$ M, 50 $\mu$ M e

100 $\mu$ M) 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 14. 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 14** - Esquema de preparação da microplaca para leitura.

Adicionaram-se 250 $\mu$ L de solução de fluoresceína (48nM) 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 37 °C por 10 minutos. Juntamente com a microplaca, foi colocado também sob aquecimento em um becker de vidro, aproximadamente 10mL 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 $\mu$ L do radical AAPH (153mM), agitou-se novamente 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 apresentadas na Tabela 1. Para realização do ensaio, foram adicionados 25  $\mu$ L de amostra ou padrão (Trolox) + 250  $\mu$ L de FL (48 nM) + 50  $\mu$ L de AAPH (153 mM) perfazendo um volume total de 325  $\mu$ L em cada poço da microplaca.



**Figura 15** - Modelo da curva padrão (Trolox) obtida através 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 a concentração de Trolox. A partir dos valores das intensidades ao longo do tempo, calcula-se a área sob a curva (AUC) através da seguinte equação:

$$\text{AUC} = 0.5 + (f_1/f_0 + \dots + f_i/f_0 + \dots + f_{179}/f_0) + 0.5 (f_{180}/f_0) \quad (\text{Eq. 1})$$

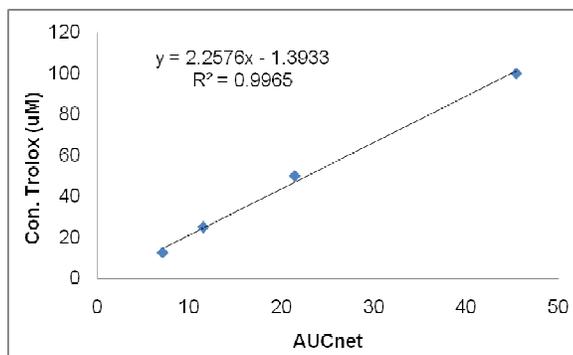
Onde  $f_0$  = leitura inicial da fluorescência com 0 min e  $f_i$  = leitura da fluorescência no tempo  $i$ .

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

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

Utilizando-se o programa Microsoft Excel, plotou-se os valores médios da AUCnet obtidos no eixo X e as respectivas concentrações da curva do padrão Trolox (6,25 $\mu$ M, 12,5 $\mu$ M, 25 $\mu$ M, 50 $\mu$ M e 100 $\mu$ M) no eixo Y (Fig. 16), exibindo a equação da reta e interpolando a concentração desconhecida.

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



**Figura 16** - Exemplo da Curva AUCnet versos concentrações de Trolox.

Substituiu-se na equação da reta  $\underline{x}$  pelos valores da AUCnet obtidos para as amostras de frutas analisadas, obtendo-se o valor de  $\underline{y}$  correspondente em  $\mu\text{M}$  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.

$$\text{Valor}_{(\text{ORAC})} = (a \text{ AUC}_{\text{net}} + b) * \text{FD} * (V_{\text{ext}} / m_{\text{amostra}})$$

(Eq. 4)

Onde:

Valor<sub>(ORAC)</sub>:  $\mu\text{M}$  de equivalentes de trolox por grama de amostra ( $\mu\text{M}$  Trolox/g)

AUC<sub>net</sub>: 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<sub>(ext)</sub>: Volume de solvente utilizado durante a extração (L).

m<sub>(amostra)</sub>: 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, flavonóides amarelos e polifenóis extraíveis totais) e a atividade antioxidante total pelos métodos ABTS e ORAC, utilizando o programa GENES (CRUZ, 2001) seguindo modelos ilustrados por Cruz e Regazzi (1994).

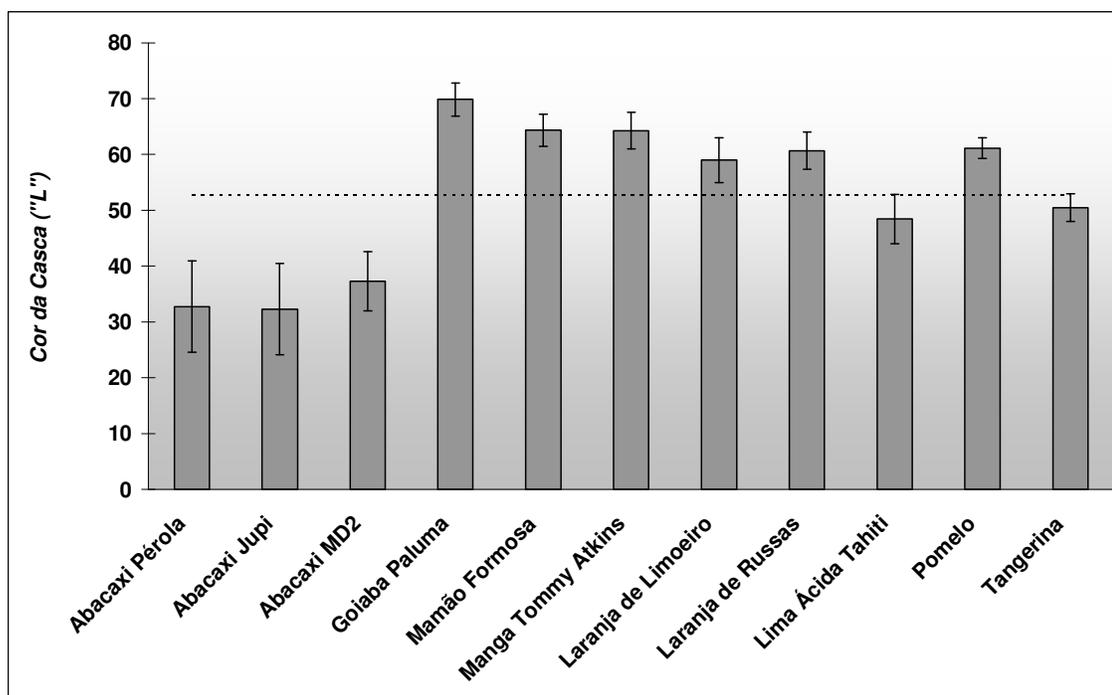
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliações físicas

#### 4.1.1 Coloração

##### 4.1.1.1 Cor da casca

Nos resultados obtidos para a avaliação da coloração da casca dos frutos analisados, através do parâmetro L, que indica brilho, pode-se observar que a maioria dos frutos analisados apresentaram valores de L superiores a 50 (Figura 17). Como a escala varia de 0 a 100, estes frutos apresentaram-se mais para brilhantes, que opacos. As variedades de abacaxi foram as que apresentaram menores valores com relação a este parâmetro.



**Figura 17** - Valores obtidos para o parâmetro L (luminosidade) na análise de cor da casca das diferentes variedades frutíferas, oriundas da região do Baixo Jaguaribe.

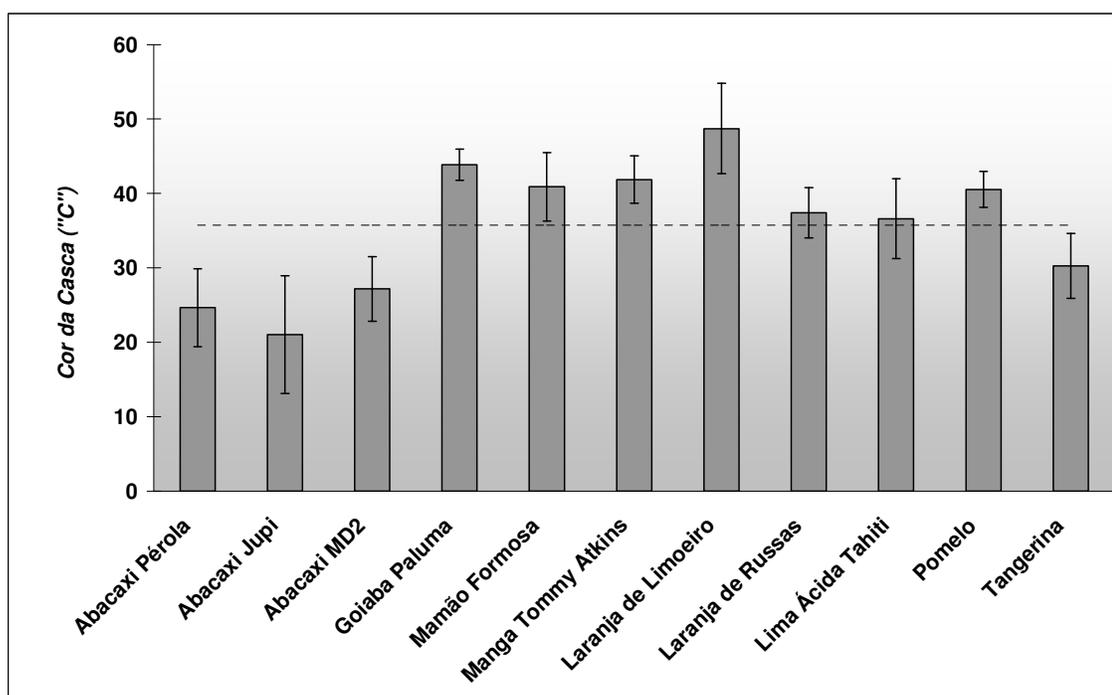
Os valores de L, obtidos para as variedades de abacaxis, estão próximos aos encontrados por Santos (2006a) que trabalhou com quatro cultivares de abacaxi, 'Jupi', 'Pérola', Imperial e Smoth Cayenne, avaliando a evolução da cor durante o desenvolvimento e maturação dos abacaxis, e obteve valores na faixa de 30 a 45 para este parâmetro.

Para a goiaba 'Paluma' os valores de L foram superiores aos encontrados por Trindade et al., (2009), que trabalharam com armazenamento refrigerado de goiaba 'Paluma'

e obtiveram-se valores na faixa de 43 a 58, e próximos aos obtidos por Cardoso (2005) com média de 69,02 para a luminosidade de goiabas cv. ‘Paluma’.

Durigan, Mattiuz e Durigan (2005), avaliando a qualidade pós-colheita de lima ácida ‘Tahiti’ armazenada sob condição ambiente, obtiveram faixa de 51,7 a 57,8 para o parâmetro L, valores superiores a média obtida neste trabalho, que foi de 48,5 (Figura 17).

Em relação ao parâmetro *c* (*crhoma*), que indica intensidade de cor, a goiaba ‘Paluma’ obteve-se valor de 43,8 (Figura 18), na faixa de cor variando do verde amarelado para amarelo de acordo com o sistema de cores CIELAB 1976, e na faixa de 3 (verde amarelado) a 4 (mate) segundo a escala de cores para classificação de goiabas, elaborada pelo Programa Paulista para Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros (RESENDE; CHOUDHRY, 2001).



**Figura 18** - Parâmetro *c* (*crhoma*) na análise de cor da casca das diferentes variedades frutíferas, oriundas da região do Baixo Jaguaribe.

A cromaticidade da casca dos frutos de mamão ‘Formosa’ apresentou valor médio de 40,9, apresentando, pois, coloração amarela segundo o sistema de cores CIELAB 1976.

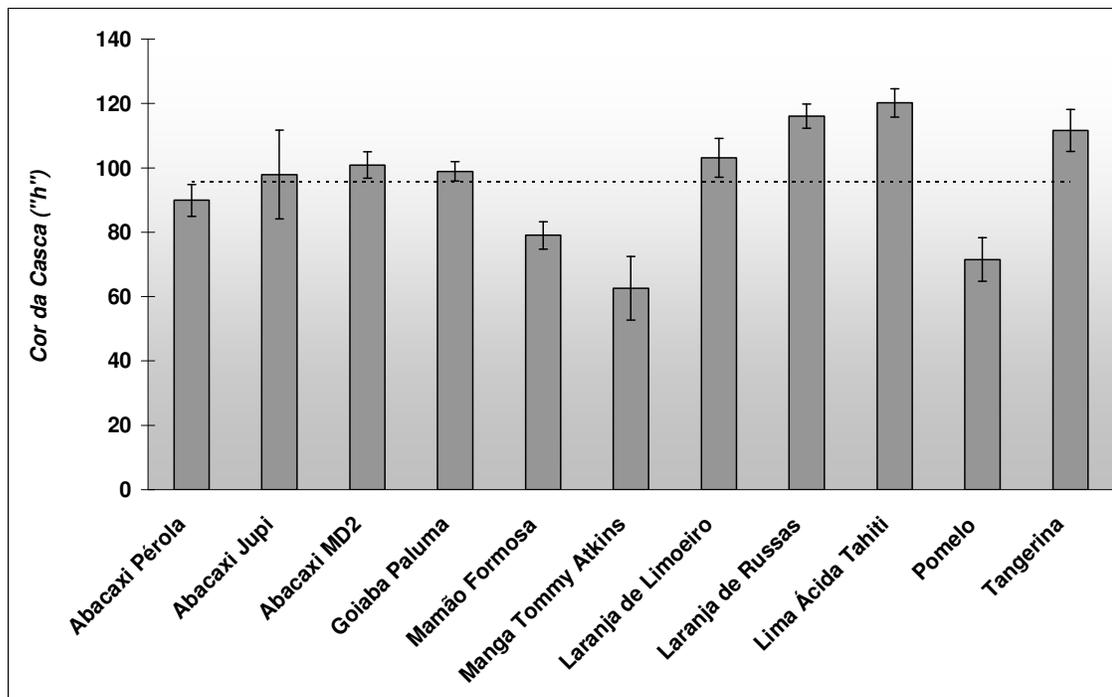
Segundo Ribeiro (2005), a coloração da casca é um fator que influencia muito na aceitação de mamões. O consumidor tem maior preferência por frutos com casca lisa e de coloração amarela-viva ou alaranjada brilhante em relação aos frutos de casca clara e esverdeada. O consumidor geralmente relaciona a coloração dos frutos com o aumento da

doçura e com outros atributos desejáveis e por isso, na hora da compra, prefere os frutos mais coloridos.

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). Segundo Jomori et al., (2003), a manutenção da cor verde da casca é extremamente desejável durante toda a vida útil pós-colheita da lima ácida 'Tahiti'. O aparecimento da coloração amarela, total ou parcialmente, reduz sua aceitação pelo mercado consumidor.

Para a lima ácida 'Tahiti' o valor de 36,6 para o *croma*, foi inferior a média citada por Durigan, Mattiuz e Durigan (2005), de 41,7, para os frutos controle, ao trabalharem com injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de lima ácida 'Tahiti' armazenada sob condição ambiente. Assim, no presente trabalho, o menor valor de croma significa maior intensidade da cor verde.

O ângulo de cor (h) pode variar de 0° a 360°, sendo que o 0° corresponde a cor vermelha, 90° corresponde ao amarelo, 180° ao verde e 270° ao azul. De acordo com o sistema CIELAB 1976, se o ângulo hue ou h estiver entre 0 e 90°, quanto maior ele for mais amarelo é o fruto e quanto menor ele for mais vermelho é o fruto. Pode-se observar na Figura 16, que os valores de h obtidos para estes frutos estão na faixa de 60 a 80°, correspondendo a uma coloração amarelo alaranjada. As menores médias para o parâmetro h foram observadas para a manga, pomelo e mamão.



**Figura 19** - Parâmetro h (ângulo hue) na análise de cor da casca dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

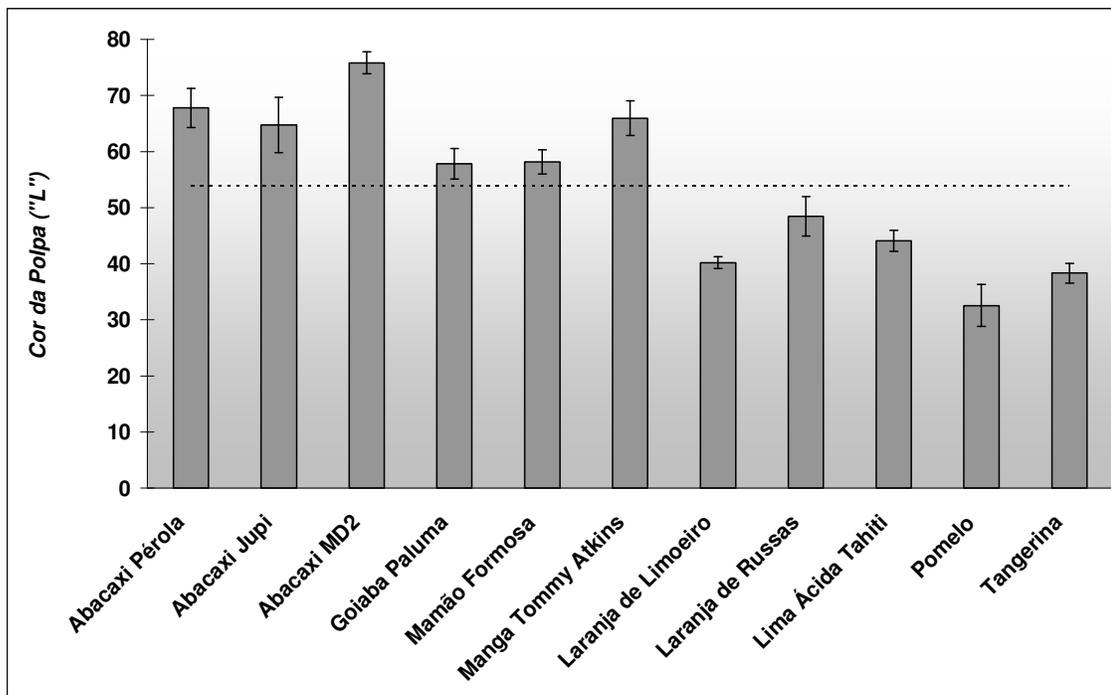
Em goiabas, o ângulo de cor expressa de forma significativa as mudanças da cor da casca. As goiabas verdes apresentam ângulo de cor maior que as goiabas maduras. Para a goiaba ‘Paluma’ os parâmetros de cromaticidade e luminosidade estão próximos aos encontrados por Cardoso (2005), havendo diferença apenas no ângulo hue, que foi superior ao encontrado por este mesmo autor, variando de 90,26 a 95,89, o que confere aos frutos uma coloração amarela mais uniforme. Segundo Cavalin (2004), a utilização da cor da casca como índice de maturação mostrou-se viável, pois permitiu diferenciar todos os estádios de maturação da variedade ‘Paluma’, concordando com Azzolini (2002), que elegeu a cor da casca como o melhor índice para a determinação do ponto de maturação de goiabas ‘Pedro Santo’.

A média de 120,3° obtida para a lima ácida ‘Tahiti’, está próxima aos valores obtidos por Jomori et al., (2003) e Durigan, Mattiuz e Durigan (2005), ao trabalharem com a mesma variedade. Segundo McGuire, (1992), valores de h mais distantes de 90° representam frutos mais verdes ao passo que, quanto mais próximos a 90°, mais amarelos são os frutos.

Os demais frutos analisados apresentaram valores de h variando de 89 a 116°, com intensidade de cor variando do amarelo esverdeado ao verde claro.

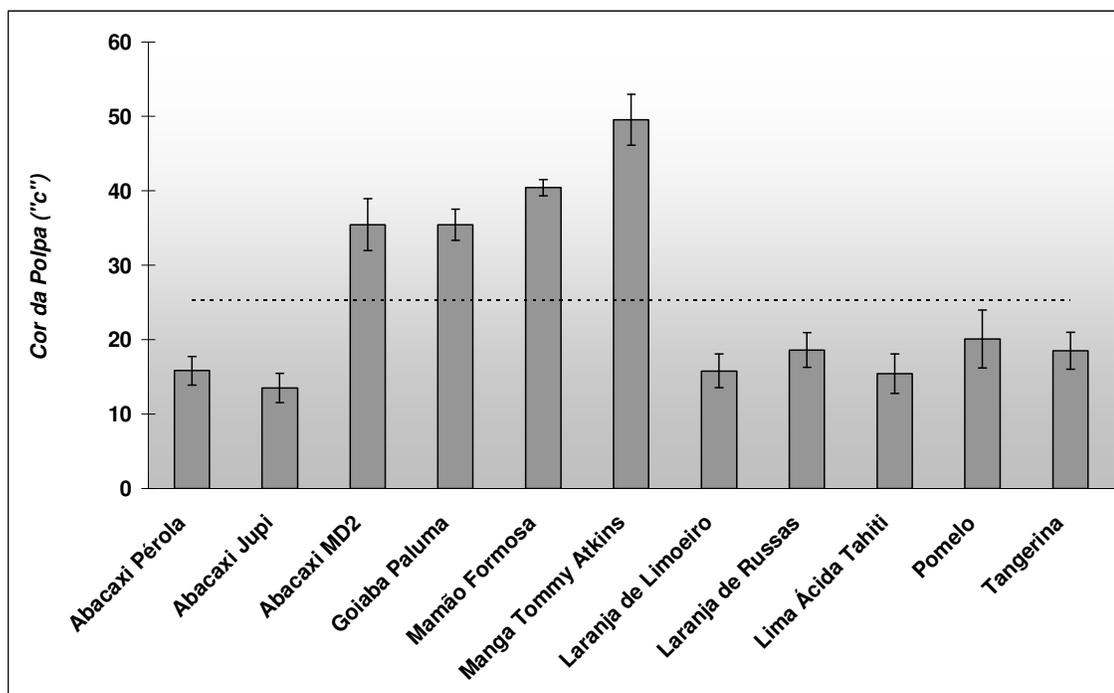
#### 4.1.1.2 Cor da polpa

A luminosidade representa o brilho da superfície ou a quantidade de preto. Com relação à luminosidade e a cromaticidade da polpa, as variedades cítricas apresentaram os menores valores, estando abaixo da média observada (Figuras 20 e 21). O valor máximo obtido foi para o abacaxi cultivar 'MD2' com 75,8 e o mínimo foi para o pomelo com 32,5, para o parâmetro L.



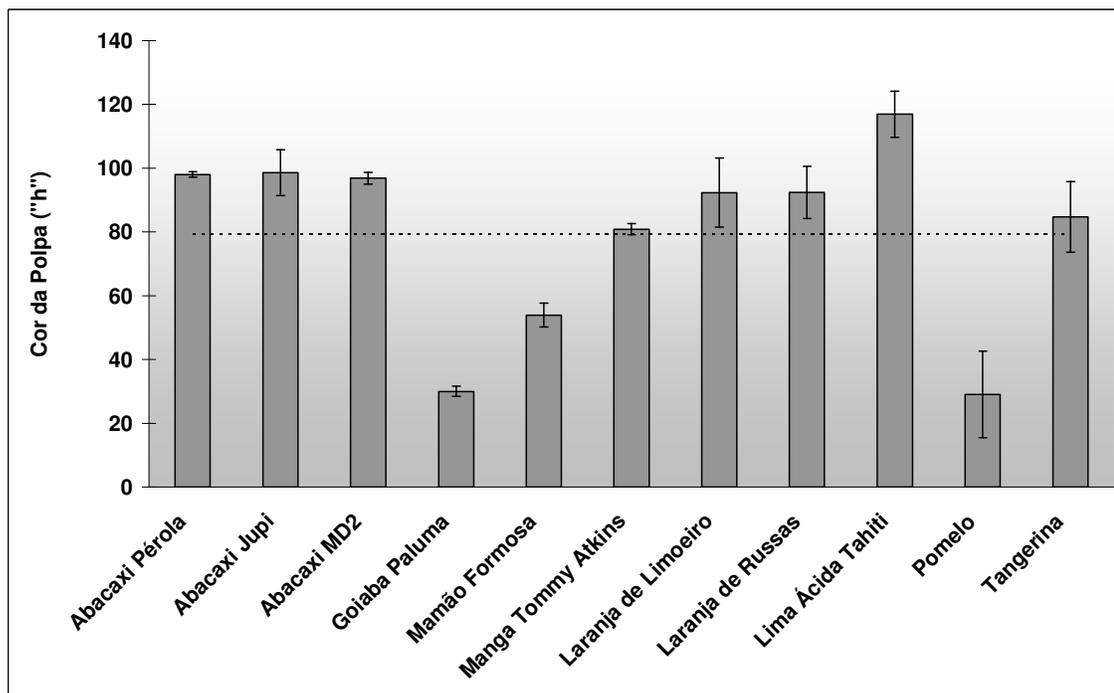
**Figura 20** - Valores obtidos para o parâmetro L(luminosidade) na análise de cor da polpa das diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

Pode-se observar na Figura 21 que a manga 'Tommy Atkins' apresentou a maior média para o croma (49,6), e um valor de h de 80,9° (Figura 22), valores inferiores aos encontrados por Lucena (2006) que foram de 53,6 para o croma e 91° para o ângulo hue. A diminuição nos valores dos parâmetros c e h, caracteriza uma coloração laranja mais intensa do mesocarpo.



**Figura 21** - Parâmetro *c* (*rhoma*) na análise de cor da polpa dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

Dentre as variedades de abacaxis analisadas a cultivar ‘MD2’ apresentou a maior média para o *rhoma* (Figura 21) por ser uma variedade de polpa amarela, enquanto os cultivares ‘Pérola’ e ‘Jupi’ são classificados como de polpa branca.



**Figura 22** - Parâmetro *h* (ângulo hue) na análise de cor da polpa dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

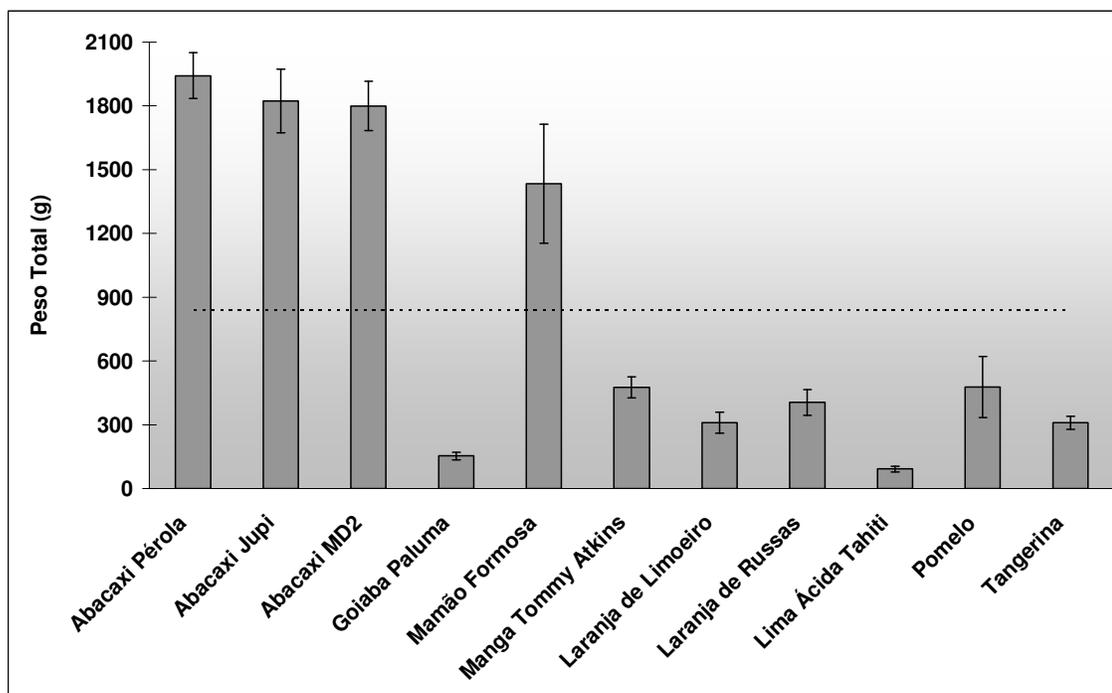
A goiaba ‘Paluma’ apresentou valores de luminosidade e ângulo hue (Figura 22) para polpa superiores aos encontrados por Cardoso (2005), e cromaticidade inferior a encontrada por este mesmo autor, o que confere a goiaba uma polpa de coloração vermelha menos intensa.

#### **4.1.2 Peso**

Na Figura 23 podem ser observados os valores para o peso total das diferentes variedades frutíferas avaliadas. As variedades de abacaxis analisadas podem ser classificadas como classe 4 (1,8 a 2,100 Kg) segundo a norma oficial do MAPA (2002). A manga ‘Tommy Atkins’ de acordo com o Programa brasileiro para a modernização da horticultura da CEAGESP, pertence a classe 350 (351 a 550g), apresentando peso total próximo ao encontrado por Lucena (2006) com faixa variando de 335 a 400g.

Para a goiaba ‘Paluma’ a média obtida foi superior a encontrada por Cardoso (2005), que obteve média de 139,2g.

De acordo com Costa e Pacova (2003), para o mamoeiro do grupo ‘Formosa’, buscam-se frutos, preferencialmente, com peso entre 800 e 1100 g (tamanho intermediário). O peso médio de 1433 g obtido para o mamão ‘Formosa’, foi um pouco superior ao tamanho intermediário preferido pelo mercado, mas bem próximo ao peso médio de 1472 g encontrado por Oliveira (1999) e dentro da faixa citada por Souza (2004) que foi de 1330 a 1515g.



**Figura 23** - Peso total dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

Os valores encontrados para as variedades experimentais de laranja avaliadas, laranja de Limoeiro e laranja de Russas, foram superiores ao peso médio da laranja ‘Pera’ encontrado por Simões Júnior et al., (1999) que foi de 175g, e aos citados por Coelho e Nascimento (2004) que foram de 184 a 199g. O peso total da lima ácida ‘Tahiti’ foi inferior a média obtida por Barboza Júnior (2007) que foi de 99,6g. Já a média encontrada para o pomelo (477,3g) foi superior à faixa citada por Coelho e Lederman (2004) que variou de 226,9 a 352,1g e por Lederman et al., (2005) que avaliou o comportamento de seis variedades de pomelo cultivadas sob irrigação, obtendo médias para o peso total variando de 285,5 a 401,6g.

A variedade experimental de tangerina avaliada apresentou média para o peso total superior ao reportado na literatura por Núñez (2006), que estudou o desenvolvimento e a produtividade de oito cultivares e híbridos de tangerinas sobre quatro porta-enxertos, e obteve médias variando de 79,07g para a tangerina ‘Fremont’, a 256,4g para o tangor ‘Ellendale’, e ao encontrado por Vilas Boas (1998), com médias para o peso total variando de 77,9 a 198,9g.

### 4.1.3 Rendimento de suco

Para o percentual de suco das variedades cítricas analisadas, pode ser observado na Figura 24 que a laranja de Limoeiro foi a que apresentou o maior rendimento em suco com média de 51,29 %. A laranja de Russas apresentou rendimento em suco inferior a laranja de limoeiro, mas as duas variedades estão acima dos requisitos mínimos de qualidade da laranja estabelecidos pelo Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP (2000a), que estabelece um limite mínimo para a porcentagem de suco que varia de 35 a 45% de acordo com a variedade de laranja. A porcentagem de suco obtida para essas duas variedades são inferiores aos resultados encontrados por Simões Júnior et al., (1999), ao avaliar frutos de laranja Pera obtendo média de 56,4%, entretanto, apresentam-se dentro da faixa encontrada por Coelho e Nascimento (2004), que avaliaram os índices de qualidade da laranja Pera em Manaus (AM) e Cruz das Almas (BA), obtendo valores de 49,7 a 57,5 % de suco.

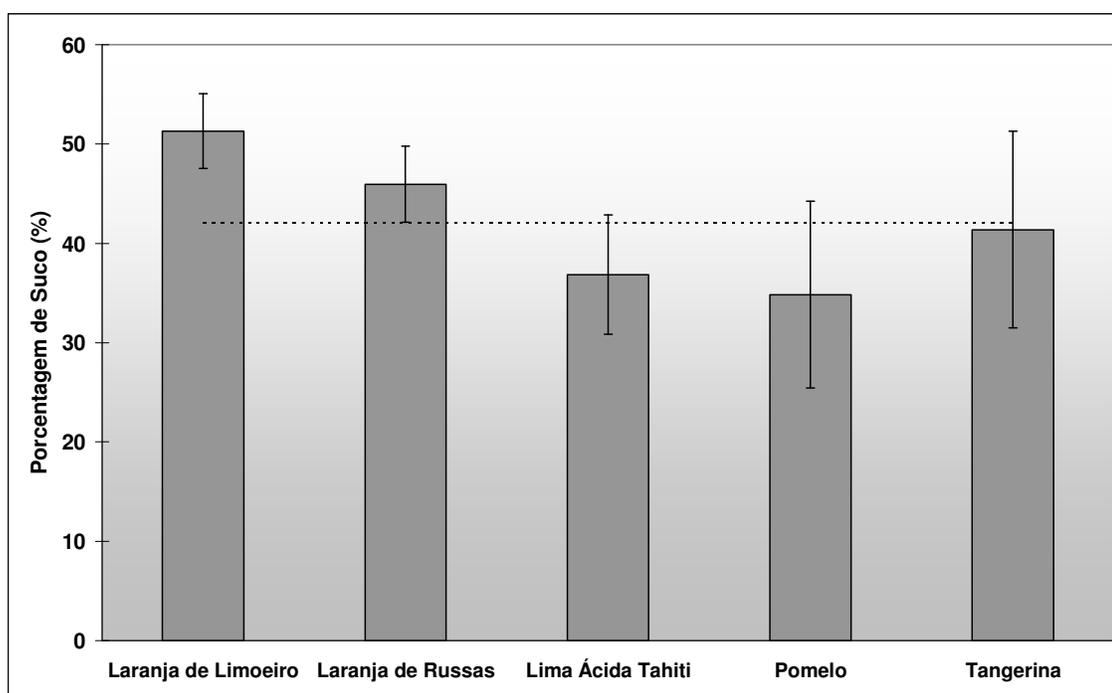


Figura 24 - Rendimento de suco das variedades cítricas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

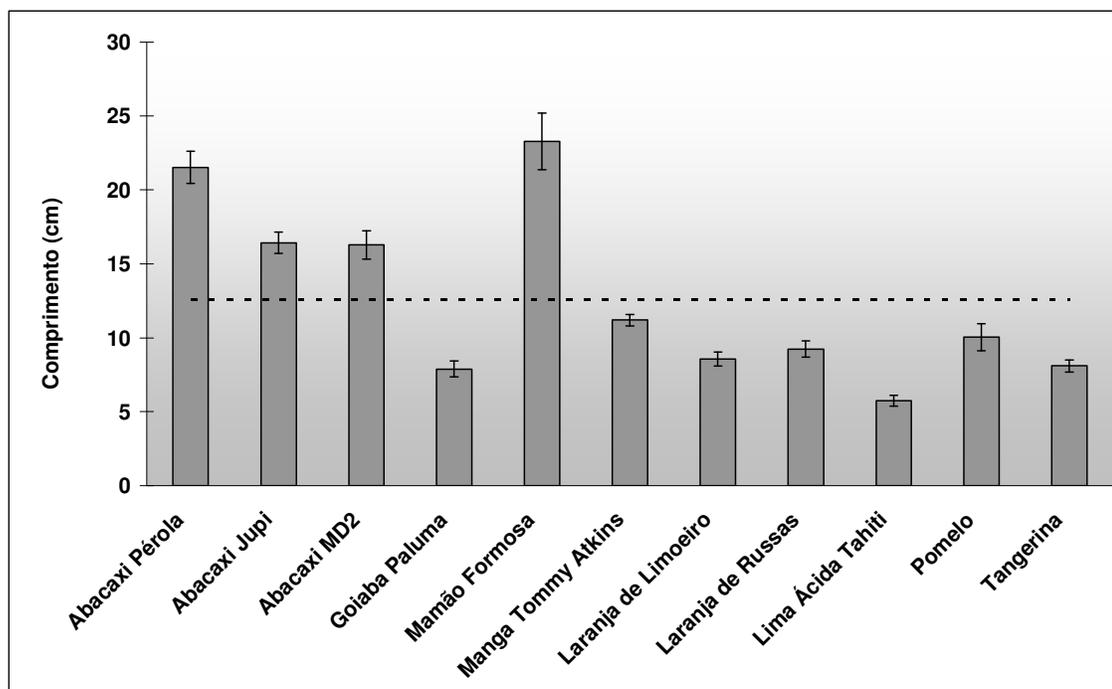
A lima ácida ‘Tahiti’ apresentou porcentagem de suco inferior ao limite mínimo para lima ácida ‘Tahiti’, estabelecido pelo Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP (2000c), que é de 40% de suco, apresentando média de 37,8 %. Jomori (2005) obteve média de 42,56% de suco, e Barbosa Júnior (2007) apresentou média de 49,26%, valores superiores ao encontrado neste trabalho.

Coelho e Lederman (2004) avaliando os índices de qualidade do pomelo ‘Marsh seedless’ (*Citrus paradisi* Macf.) em alguns Estados do Brasil, encontraram médias variando de 41,8 a 50,1 % de suco, valores superiores a média encontrada para o pomelo da variedade experimental testada que foi de 34,84%. Entretanto apresenta-se dentro da faixa citada por Lederman et al., (2005), que avaliaram o comportamento de seis variedades de pomelo cultivadas sob irrigação, obtendo médias para a porcentagem de suco variando de 28,3 % para a variedade Star Ruby a 46,0 % de suco para variedade Marsh. F. Nucelar.

O rendimento de suco para a variedade de tangerina experimental testada, está dentro dos requisitos mínimos de qualidade da tangerina estabelecidos pelo Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP (2000b), que estabelece um limite mínimo para a porcentagem de suco que varia de 35 a 42% de acordo com a variedade de tangerina. A média de 42,97% de suco encontrada para a tangerina, está dentro da faixa observada por Núñez (2006), que estudou o desenvolvimento e a produtividade de oito cultivares e híbridos de tangerinas sobre quatro porta-enxertos, e obteve médias variando de 27,8 % para a tangerina ‘Swatow’, a 54,5 % de suco para a tangerina ‘Fortune’.

#### **4.1.4 Dimensões**

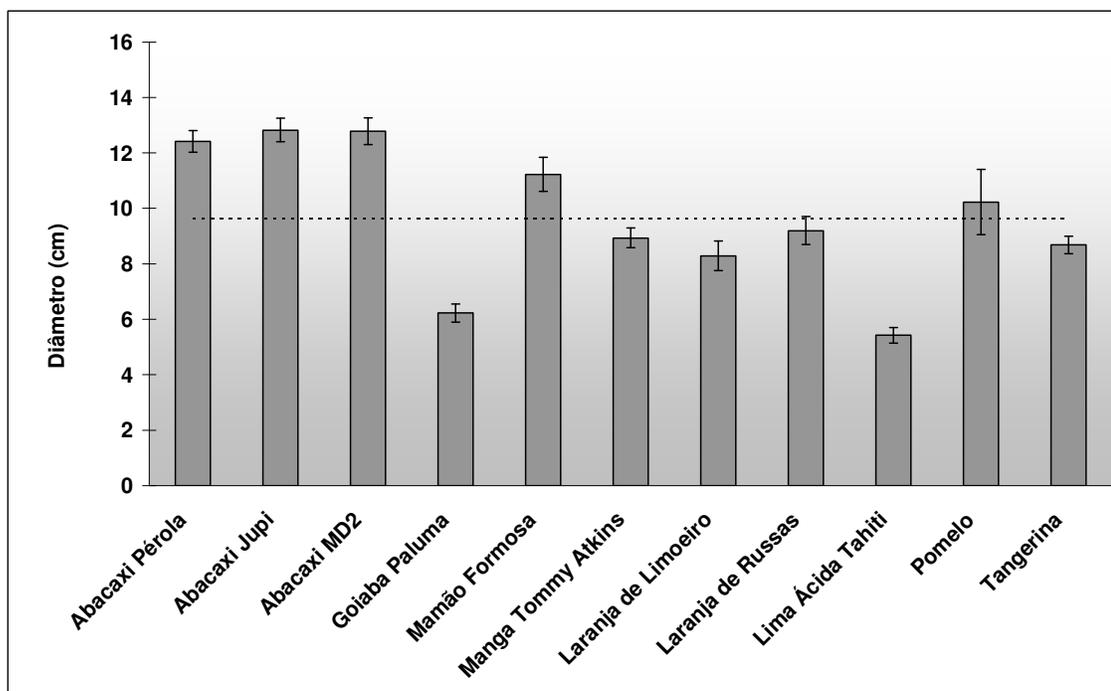
Dentre as variedades de abacaxis analisadas a cv. ‘Pérola’ foi a que apresentou o maior comprimento 21,53cm (Figura 25). As cultivares ‘Jupi’ e ‘MD2’ apresentaram médias muito próximas 16,24cm e 16,28cm respectivamente. Valores superiores aos encontrados por Cunha et al., (2007), com 18,5cm para o ‘Pérola’, 17,1cm para o ‘Jupi’ e 14,5cm para o ‘MD2’. Com relação ao diâmetro (Figura 26), o abacaxi ‘Pérola’ apresentou o menor diâmetro e os cultivares ‘Jupi’ e ‘MD2’ apresentaram o mesmo comportamento, com médias muito próximas.



**Figura 25** - Comprimento dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

Segundo Gonçalves e Carvalho (2000), a forma do abacaxi é uma característica inerente à cultivar. Os frutos da cultivar ‘Smooth Cayenne’ e ‘MD2’ normalmente são cilíndricos, enquanto os da ‘Pérola’ são cônicos. Segundo Matos et al., (2006) os frutos da cultivar ‘Jupi’ possuem formato levemente cilíndrico. Fato que pode ser comprovado de acordo com os resultados obtidos, a cultivar ‘Pérola’ com maior comprimento e menor diâmetro apresentou formato cônico, e as cultivares ‘Jupi’ e ‘MD2’, apresentaram formato cilíndrico com medidas próximas de comprimento e diâmetro.

Com relação às dimensões da goiaba ‘Paluma’ os dados de comprimento (7,89cm) e diâmetro (6,22cm) foram superiores as médias encontradas por Cardoso (2005), 6,97cm e 6,41cm, respectivamente. A maior parte da classificação de mercado está baseada no número de frutas por caixa, que define o tipo da goiaba. A embalagem padrão é uma caixa de papelão de 30,4 cm de comprimento, 20,5 cm de largura e 7,5cm de altura, com tampa, com 3 quilos de produto. Dizer que uma goiaba é do tipo 12, significa que existem doze frutas de tamanho semelhante na caixeta. A classificação de mercado da goiaba, quando embalada em caixa de papelão, pode ser traduzida, para a classe ou calibre da norma de classificação. De acordo com as dimensões observadas e segundo as normas de qualidade e classificação de goiabas do Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP (2000d) a goiaba ‘Paluma’ obteve calibre 6 (diâmetro  $6 < 7$ cm) com 15 frutos por caixa.



**Figura 26** - Diâmetro dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

As dimensões dos frutos de mamão ‘Formosa’ chegaram a uma média de 23,28cm de comprimento (Figura 25) e diâmetro médio de 11,23 cm (Figura 26). Valores similares às médias encontradas por Yamanishi et al., (2005) e por Rocha et al., (2005) que trabalharam com a mesma cultivar. Segundo Rodolfo Júnior et al., (2007) o tamanho in natura dos frutos depende do mercado consumidor, sendo que os grandes mercados consumidores preferem frutos mais alongados e cilíndricos.

Leite et al., (2005) pesquisando características físicas da manga cv. ‘Tommy Atkins’ na região do Vale do São Francisco, obtiveram os seguintes valores médios respectivamente, para o comprimento e diâmetro (10,89 e 8,67cm). Valores semelhantes aos obtidos neste trabalho (11,2 e 8,93cm). Lucena (2006) também obteve valores similares para ‘Tommy Atkins’ cultivada em Petrolina- CE (10,79 e 8,05cm).

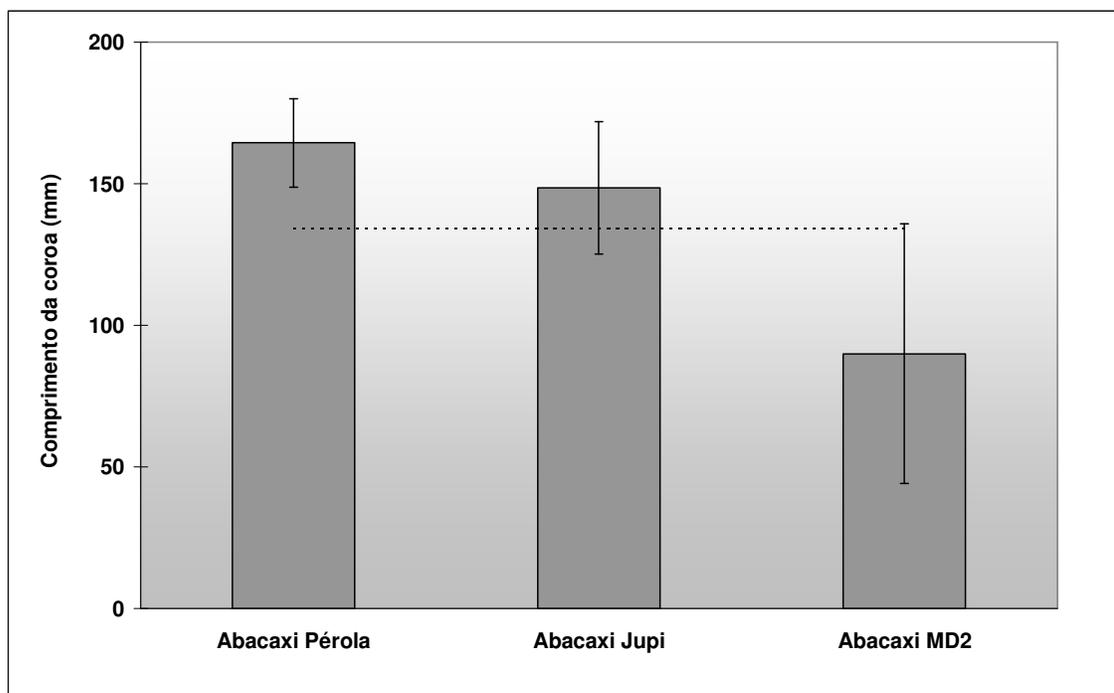
A laranja de Limoeiro pode ser classificada como classe 81 (menor diâmetro 81mm e maior diâmetro 85mm) e a laranja de Russas na classe 89 (menor diâmetro 89 e maior diâmetro 93 mm) Segundo as normas para a qualidade e classificação de laranjas do Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP (2000a). As médias encontradas para o comprimento e diâmetro das variedades de laranja avaliadas foram superiores aos obtidos por Simões et al., (1999) e Coelho e Nascimento (2004) que trabalharam avaliando laranjas cv. Pera.

De acordo com as normas para a qualidade e classificação para a lima ácida ‘Tahiti’ do Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP (2000c), a lima ácida pertence a classe 53 (menor diâmetro 53mm e maior diâmetro 56mm). Barboza Júnior (2007), e Alves Júnior (2006) obtiveram valores similares aos encontrados neste trabalho, para as dimensões de lima ácida ‘Tahiti’.

Avaliando os índices de qualidade do pomelo ‘Marsh seedless’ (*Citrus paradisi* Macf.) em alguns Estados do Brasil Coelho e Lederman (2004), encontraram médias para o comprimento e diâmetro variando, respectivamente, de 7,4cm a 8,2 cm e 8,1cm a 8,9cm, valores inferiores as médias encontradas para o pomelo em estudo, que foram de 100,38mm de comprimento e 10,23cm para o diâmetro.

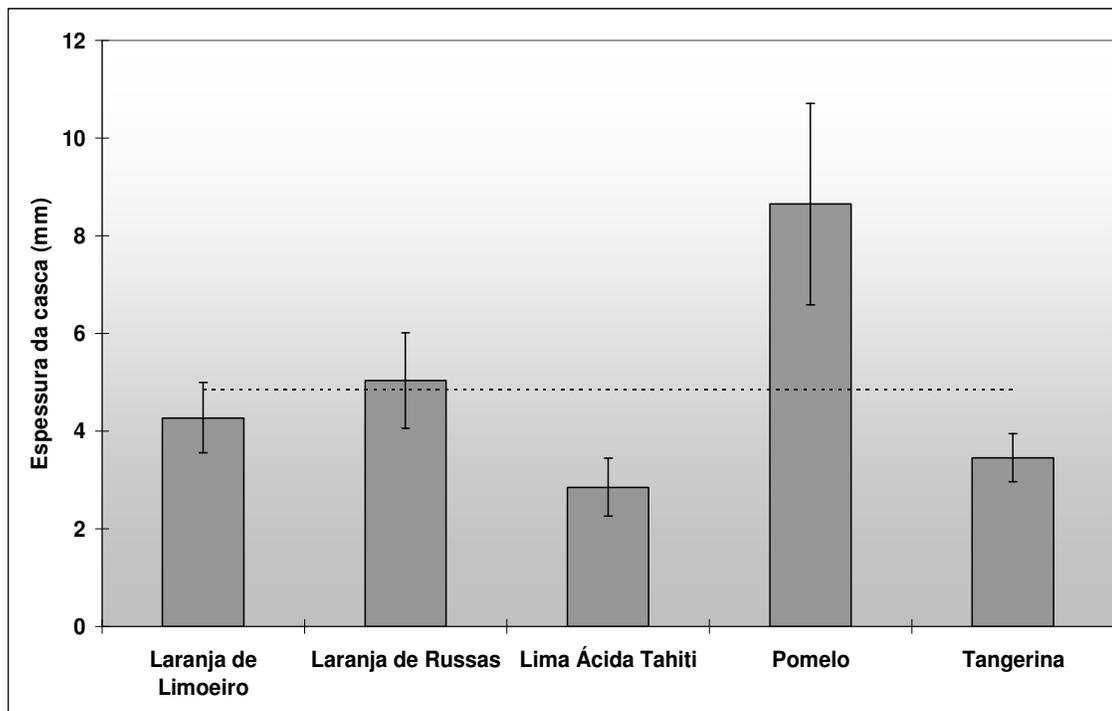
A tangerina em estudo pertence a classe 78 (menor diâmetro 78mm e maior diâmetro 82mm) seguindo as normas para a qualidade e classificação de tangerinas do Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP (2000b). Vilas Boas et al., (1998), trabalhando com tangerina ‘Ponkan’ e Rodrigues et al., (1999), que avaliaram quatro cultivares de tangerina obtiveram valores inferiores às médias encontradas para o comprimento e diâmetro da variedade de tangerina analisada (Figuras 25 e 26) .

Segundo Gonçalves e Carvalho (2000), o comprimento da coroa é variável de acordo com a classe de frutos para a exportação. As normas de qualidade de exportação para os Estados Unidos estabelecem as classes com as especificações de comprimento de coroa, US1 (não deve ser menor que 4 polegadas (9,2 cm) e nem maior que o dobro do comprimento do fruto) e Havaí I (quando apresentar uma coroa o comprimento pode ser até 2 vezes o do fruto, e no caso de duas coroas não devem ter mais que 1,5 vezes o comprimento do fruto).



**Figura 27** - Comprimento da coroa das variedades de abacaxis analisadas.

Dentre as cultivares avaliadas o 'MD2' apresentou o menor comprimento da coroa (Figura 27), mas com o maior desvio padrão, com médias variando de 54,19mm a 180,08 mm, o que demonstra uma desuniformidade para este parâmetro. A cultivar 'Pérola' apresentou a maior média para o comprimento da coroa, mas com o menor desvio padrão, indicando maior uniformidade dos frutos.



**Figura 28** - Espessura da casca dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

De acordo com a Figura 28, o pomelo apresentou maior valor para a espessura da casca, sendo superior a faixa obtida por Coelho e Lederman (2004), que avaliaram os índices de qualidade do pomelo ‘Marsh seedless’ (*Citrus paradisi* Macf.) em alguns Estados do Brasil, obtendo médias para a espessura da casca de 5,8mm a 6,9mm.

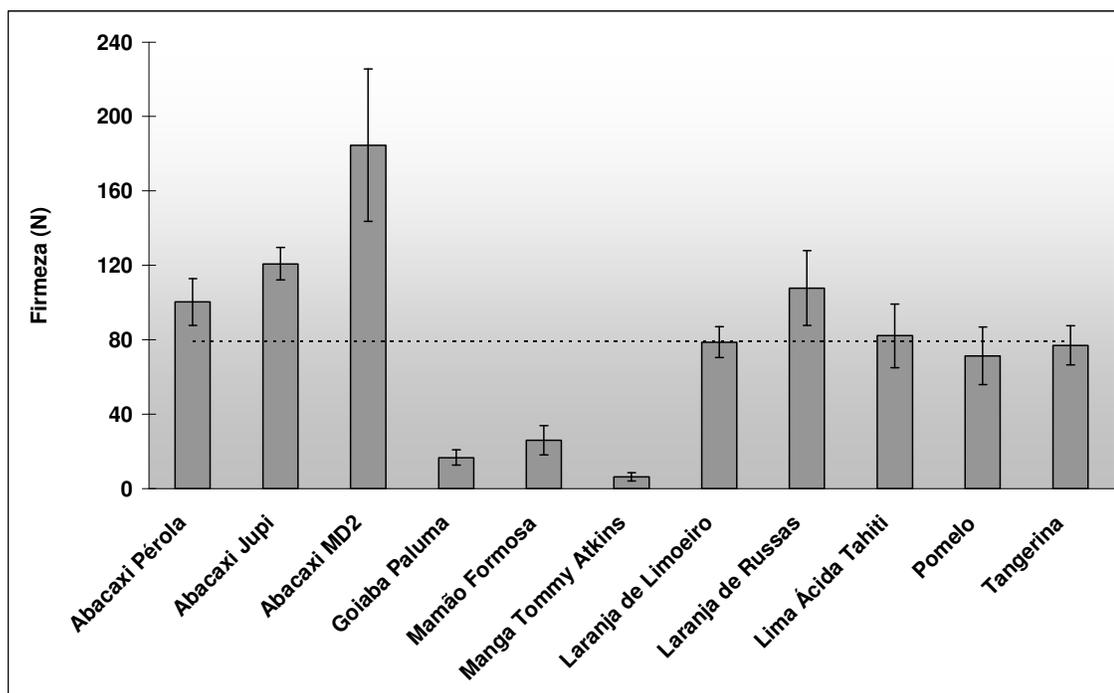
A menor média observada para esta característica foi a da lima ácida ‘Tahiti’. Barboza Júnior (2007), e Alves Júnior (2006) obtiveram valores similares aos encontrados neste trabalho, para espessura da casca de lima ácida ‘Tahiti’, apresentando médias de 2,97mm e 2,58mm respectivamente.

As variedades de laranja analisadas apresentaram médias superiores as encontradas por Coelho e Nascimento (2004), que obtiveram média da espessura da casca de laranjas cv. Pera de 3,5mm.

#### 4.1.5 Firmeza

Na Figura 29 podem ser observadas as médias para a firmeza das diferentes espécies frutíferas analisadas. A maior média foi para a cultivar de abacaxi ‘MD2’ com 184,59 N, e a menor média foi para a manga ‘Tommy Atkins’ com 6,41 N. As cultivares de abacaxis ‘Pérola’ e ‘Jupi’ apresentaram médias para firmeza similares as encontradas por

Dantas Júnior (2005), que obteve valor médio de 91,97 N para o abacaxi ‘Pérola’, e por Santos (2006a), para as cultivares ‘Pérola’ e ‘Jupi’.



**Figura 29** - Firmeza dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

A firmeza da polpa do fruto é determinada pela força de coesão entre as pectinas. Com a evolução do amadurecimento ocorre atuação de enzimas pectinolíticas, que transformam a pectina insolúvel em solúvel e promovem o amolecimento dos frutos (RIBEIRO, 2005).

A goiaba ‘Paluma’ apresentou média superior a obtida por Cardoso (2005) ao avaliar a qualidade de frutos de goiaba ‘Paluma’ em função da adubação mineral, obtendo média geral de 13,15 N para esta característica. Entretanto, apresenta-se dentro da faixa observada por Cavalin (2004), com faixa de 22,44 N a 14,48 N para a firmeza da polpa de goiabas da variedade ‘Paluma’.

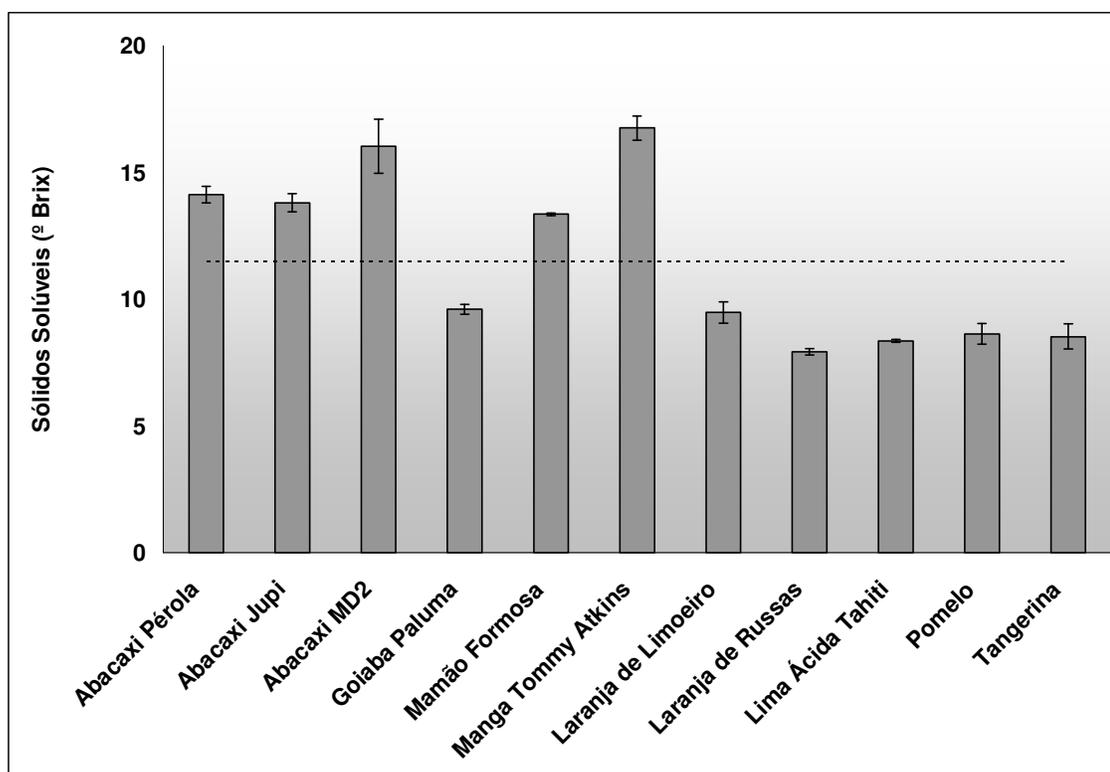
A média de 26N obtida para a firmeza dos frutos de mamão ‘Formosa’, encontra-se dentro da faixa encontrada por Pereira et al., (2006), que foi de 30N a 20N, para frutos maduros de mamão Formosa ‘Tainung 1’.

A firmeza do fruto é um atributo de qualidade, indicador de maturidade, o que influencia a sua comercialização, pois, os frutos com baixa firmeza, apresentam menor resistência ao transporte, armazenamento e ao manuseio, como também, aumento na susceptibilidade a doenças, podendo a firmeza ser usada para predizer a vida de prateleira da fruta (SANTOS, 2006b).

## 4.2 Características físico-químicas e químicas

### 4.2.1 Sólidos solúveis (SS)

Segundo Vilas Boas et al., (2004), o teor de sólidos solúveis é usado como indicador de maturidade e também determina a qualidade da fruta, exercendo importante papel no sabor. As cultivares de abacaxi analisadas apresentaram um alto teor de sólidos solúveis, acima de 12 °Brix (Figura 30), valor mínimo exigido para comercialização de abacaxi no Brasil (CQH/CEAGESP, 2003). O teor de SS encontrado para o abacaxi cv. 'Pérola' está dentro da faixa obtida por Reinhardt (2004), que foi de 12,4 a 14,8 ° Brix.



**Figura 30** - Teor de sólidos solúveis dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

Santos (2006a) trabalhando com quatro cultivares de abacaxi, obteve teores máximos de SS de 15 ° Brix para a cultivar 'Jupi' e Imperial, 12 ° Brix para a cultivar Smooth Cayenne e 14,6 ° Brix para a cultivar 'Pérola'. Cunha et al., (2007), obtiveram valores de sólidos solúveis similares para as cultivares 'Pérola' e 'Jupi' (14,6 e 13,6 °Brix ), entretanto, encontraram média inferior para o 'MD2' (14,5 °Brix). A variedade de abacaxi 'MD2' apresentou uma das maiores médias para esta característica, com média de 16 °Brix.

Para a goiaba ‘Paluma’ o teor de sólidos solúveis obtido (9,6 °Brix), apresenta-se dentro da faixa encontrada por Cardoso (2005) e Silva, Lima e Azevedo (2009), para cultivar ‘Paluma’. Serrano et al., (2007), trabalhando sob diferentes sistemas de cultivo, épocas e intensidades de poda de frutificação da goiabeira ‘Paluma’, obtiveram média de 12,72 °Brix. Cavalin (2004), trabalhando com a mesma variedade de goiaba, obteve médias inferiores, com faixa variando de 7,5 a 8,3 °Brix. 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.

A média observada para o mamão ‘Formosa’ foi superior aos valores obtidos por Yamanishi et al., (2005), Souza (2004) e Sólón et al., (2005), que trabalharam com o mesma cultivar. Entretanto, apresenta-se dentro da faixa citada por Santos (2006b), que foi de 12,2 a 13,7 ° Brix, para a cultivar ‘Formosa’ ‘Tainung 01’. Souza (2004) relata que provavelmente, quanto mais avançado o estágio de maturação do fruto na colheita, maior será o teor de SS do mamão no final do período pós-colheita.

Dentre as frutas avaliadas a manga ‘Tommy Atkins’ apresentou o maior teor de sólidos solúveis, com média de 16,8 °Brix (Figura 30). Resultado superior aos reportados na literatura por Vilas Boas et al., (2004), Lucena (2006) e Jeronimo et al., (2007), que trabalharam com a mesma variedade. Esse fato pode ser justificado, devido os frutos analisados terem sido colhidos diretamente da planta mãe completamente maduros. Lucena (2006) afirma que o tempo de colheita é altamente significativo sobre o teor de sólidos solúveis na manga.

Segundo as normas para a qualidade e classificação de laranjas do Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP (2000a), o teor mínimo de sólidos solúveis está na faixa de 9,0 a 10 ° Brix, dependendo da variedade. A laranja de Limoeiro apresentou média superior a laranja de Russas, se enquadrando no limite mínimo estabelecido por esta mesma norma. Iemma et al. (1999) e Coelho e Nascimento (2004), obtiveram uma faixa de 8,9 a 9,5 ° Brix, avaliando frutos de laranja Pera, valores similares ao obtido pela laranja de Limoeiro. A legislação brasileira estabelece os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para suco de laranja integral (BRASIL, 2000), com limite mínimo de 10,5 °Brix, desta forma as duas variedades analisadas estariam fora dos padrões.

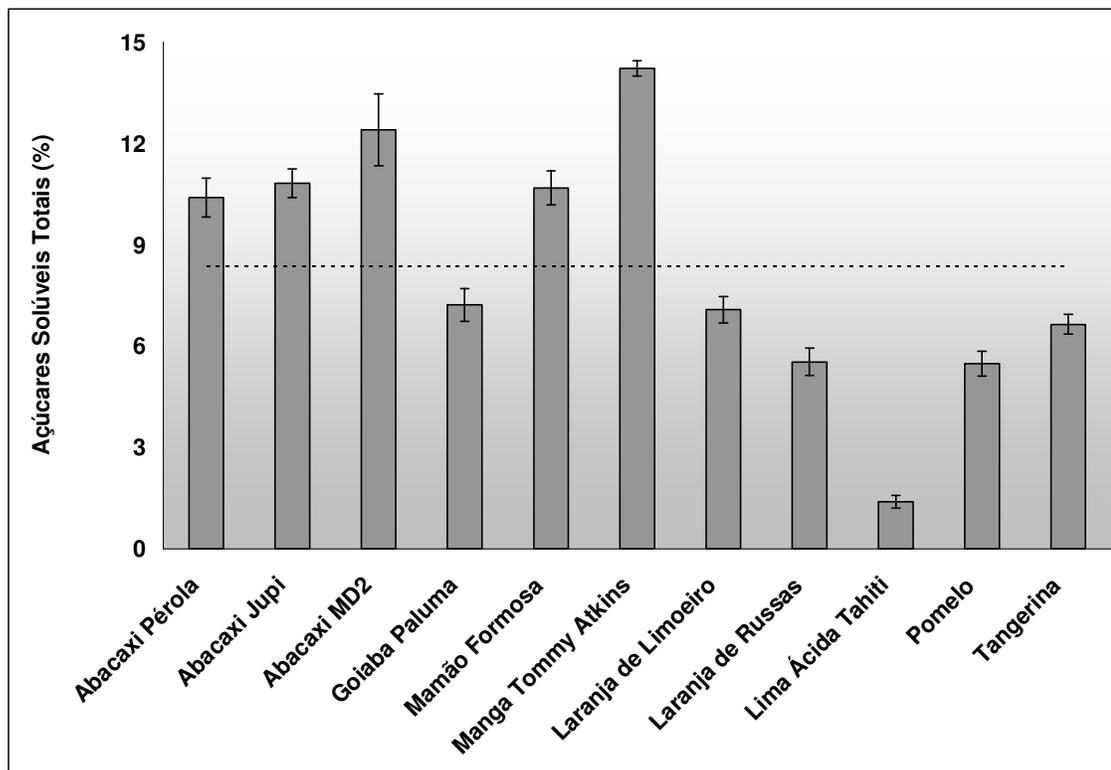
O teor de sólidos solúveis da lima ácida ‘Tahiti’ (Figura 30), está próximo dos valores citados na literatura por Kluge et al., (2007), Blum e Ayub (2008), apresentando-se numa faixa de 7,9 a 8,4 ° Brix.

Para o pomelo a média de 8,6 °Brix, obtida para os sólidos solúveis está dentro da faixa citada por Nabi et al., (2004). Entretanto, Lederman et al., (2005) trabalhando com seis cultivares de pomelo encontraram valores superiores, com média de 9,2 °Brix para a cultivar Marsh. F. Nuclear e 14,2 °Brix para a StarRuby.

A variedade de tangerina avaliada apresentou teor de sólidos solúveis inferior ao citado na literatura por Vilas Boas et al., (1998) e Núñez (2006), que apresentaram valores de SS na faixa de 9,4 a 14,3 °Brix. Os requisitos mínimos de qualidade da tangerina estabelecidos pelo Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP (2000b) estabelecem um limite mínimo para o teor de sólidos solúveis de 9,0 a 10,5 °Brix, de acordo com a variedade de tangerina. Portanto a cultivar analisada encontra-se fora desses padrões.

#### **4.2.2 Açúcares Solúveis Totais (AST)**

Açúcares solúveis totais (AST) são carboidratos de baixo peso molecular, componentes dos SS, responsáveis diretos pela determinação do sabor doce dos frutos. Na Figura 31, podem ser observados os teores de açúcares solúveis totais para as diversas variedades frutíferas analisadas. Dentre as três cultivares de abacaxi avaliados o 'MD2' apresentou o maior teor com média de 12,4%. A cultivar 'Pérola' apresentou conteúdo de açúcares solúveis totais dentro da faixa observada por Dantas Júnior (2005), que foi de 9,63% a 12,3 %.



**Figura 31** - Açúcares solúveis totais dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

Santos (2006a) obteve média de 9,37 % de AST para a cultivar ‘Jupi’, valor próximo ao obtido neste trabalho. Entretanto, apresentou valores inferiores para o ‘Pérola’, com média de 5,34 %.

Para a goiaba ‘Paluma’ o teor de açúcares solúveis totais foi superior aos encontrados por Cardoso et al., (2002), que trabalharam com frutos de goiabeira ‘Paluma’ da região do Vale do Curu, Estado do Ceará e obtiveram uma faixa variando de 4,88% a 5,45 %.

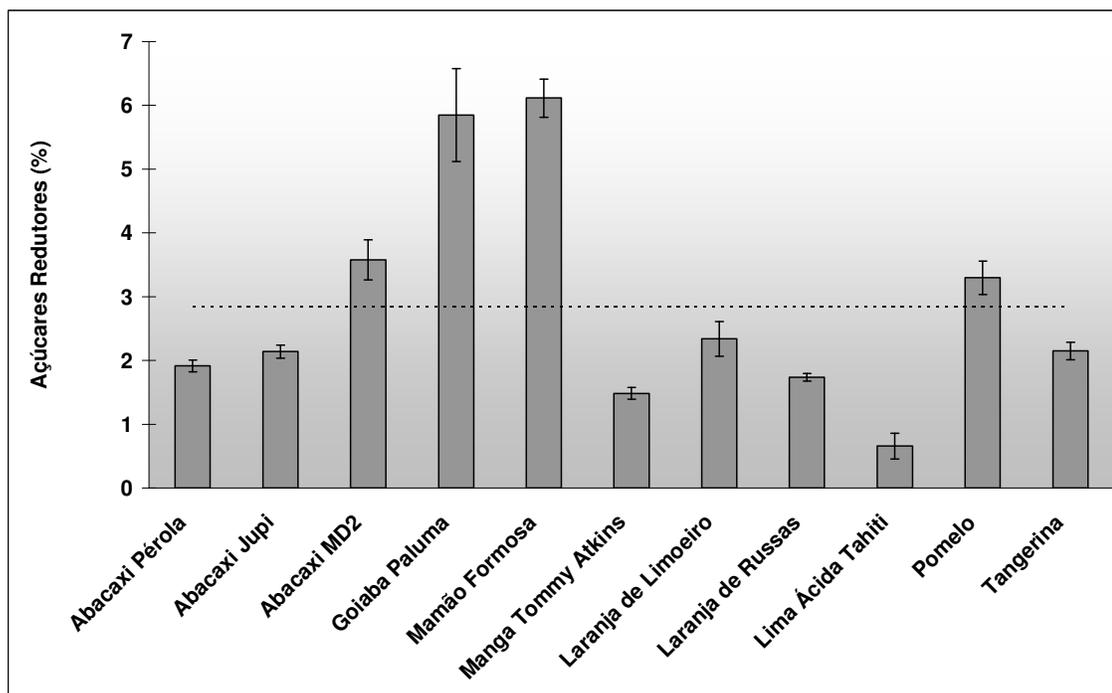
O mamão ‘Formosa’ apresentou média de 10,7% para os açúcares solúveis totais (Figura 31). Segundo Souza (2004), devido às transformações bioquímicas, os teores e tipos de açúcares são variáveis nos diferentes estádios de desenvolvimento do mamão. A concentração de açúcares aumenta ligeiramente durante o desenvolvimento do fruto e acentuadamente com o início do amadurecimento do mesmo na planta. Entretanto, o teor de açúcares tende a se estabilizar durante o amadurecimento pós-colheita.

O teor de AST para a manga ‘Tommy Atkins’ foi superior aos obtidos por Lucena (2006) e Vilas Boas (2004), o que já era esperado devido ao elevado teor de sólidos solúveis apresentado. Em estudos realizados com ‘Tommy Atkins’ Rocha et al., (2001), obtiveram teor de AST de 13,59%, próximo ao obtido neste trabalho.

Ceretta et al., (1999), avaliando a influencia da utilização de filme de polietileno e cera na qualidade de laranjas ‘Valência’, obtiveram para o teor de açúcares solúveis totais uma faixa de 9,3% a 10,1%, superior aos valores obtidos para as laranjas de Limoeiro e de Russas, que apresentaram média de 7,1% e 5,5% respectivamente.

#### 4.2.3 Açúcares Redutores (AR)

De acordo com a Figura 32, o maior conteúdo de açúcares redutores foi apresentado pelo mamão ‘Formosa’ e o menor teor encontrado foi para a lima ácida ‘Tahiti’.



**Figura 32** - Açúcares redutores dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

Dentre as cultivares de abacaxis avaliadas a ‘MD2’ foi o que apresentou o maior teor de açúcares redutores. O abacaxi ‘Pérola’ apresentou 1,9% de açúcares redutores, estando dentro da faixa observada por Dantas Júnior (2005), que obteve valores de 1,65 % a 4,04%. Santos (2006a), obteve para a cultivar ‘Jupi’ conteúdos de AR variando de 1,0% a 3,33%. A média de 2,1% de açúcares redutores (Figura 29) está dentro da faixa observada por este mesmo autor.

Cardoso et al., (2002) ao avaliarem frutos de goiaba ‘Paluma’ em diferentes estádios de maturação, obtiveram para o teor de açúcares redutores médias variando de 4,84 % a 5,12%, valores próximos ao obtido no presente estudo para a goiaba ‘Paluma’.

A manga ‘Tommy Atkins’ obteve média de 1,5% para os açúcares redutores, valor inferior ao citado por Lucena (2006), que obteve uma faixa variando de 2,77% a 3,48%, para a mesma variedade de manga.

Os teores encontrados de 2,3% e 1,7% para os açúcares redutores das laranjas de Limoeiro e de Russas, respectivamente, foram inferiores à faixa apresentada por Ceretta et al., (1999), que obtiveram médias de 4,5% a 5,5%, ao trabalharem com laranjas ‘Valência’.

#### 4.2.4 Acidez Titulável (AT)

Dentre as frutas avaliadas o mamão ‘Formosa’ foi a que apresentou o menor teor de acidez, com média de 0,10 % (Figura 33). Valor próximo ao citado na literatura por Santos (2006b), com faixa variando de 0,07 a 0,10% e Rodolfo Júnior et al., (2007), com média de 0,11%.

O mamão é um fruto de baixa acidez, geralmente apresentando valores menores que 0,2% em ácido cítrico (SOUZA, 2004). No mamão, predominam os ácidos cítricos e málico, em quantidades iguais, todavia o conteúdo de ácido málico tende a decrescer à medida que o mamão amadurece (BALBINO; COSTA, 2003).

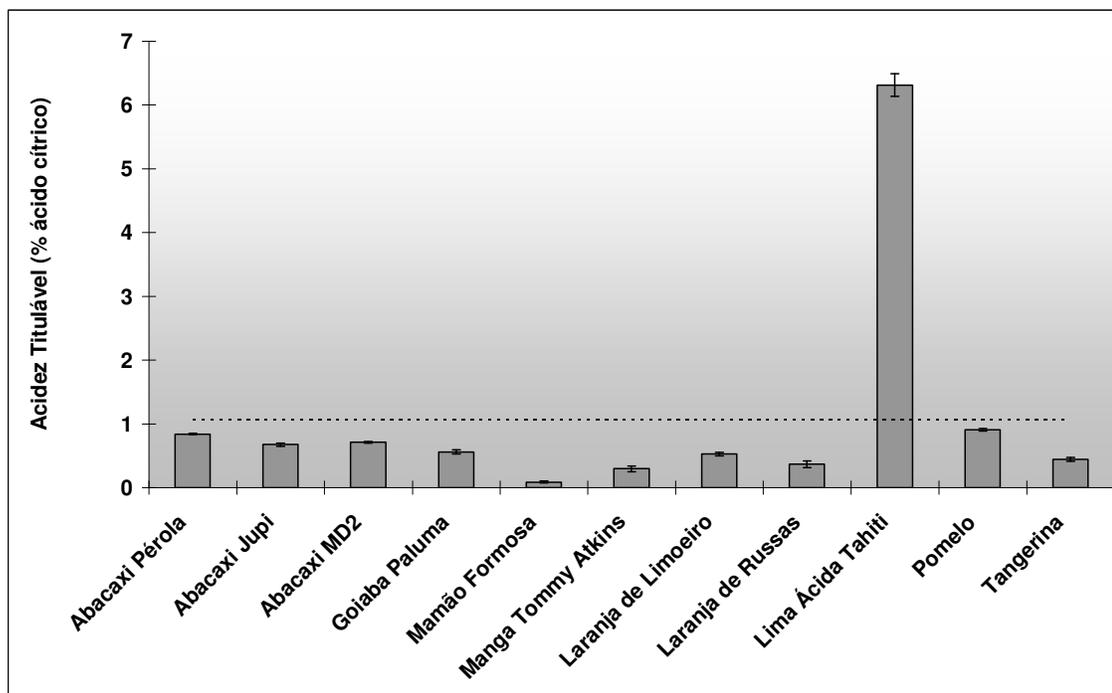


Figura 33 - Acidez titulável dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

A lima ácida ‘Tahiti’ obteve o maior conteúdo de acidez com média de 6,3%. Valores similares foram encontrados por Kluge et al., (2007) e Jomori et al., (2003).

Entretanto, Durigan, Mattiuz e Durigan (2005), encontraram valores superiores, com média 7,9%.

As três cultivares de abacaxis avaliadas apresentaram teores de acidez muito próximos (Figura 33), e superiores aos reportados na literatura por Reinardht et al., (2004), Magistra et al., (2007).

Para a manga Tommy Atkins, a média de 0,3% obtida para a acidez titulável, esta dentro da faixa encontrada por Jerônimo et al., (2007), que foi de 1,088% a 0,11%, ao avaliarem a conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Aktins’ armazenadas em atmosfera modificada. Segundo Coccozza (2003), os ácidos orgânicos diminuem com o amadurecimento na maioria dos frutos, entre eles o ácido cítrico, predominante em mangas. Este comportamento decorre do consumo dos ácidos orgânicos e/ou sua conversão em açúcares no processo respiratório (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As variedades de laranjas analisadas obtiveram teores de acidez de 0,5 e 0,4%, para as cultivares de Limoeiro e de Russas respectivamente. Estes valores estão dentro da faixa citada por Coelho e Nascimento (2004), que variou de 0,49 a 0,65%. Entretanto, Simões et al., (1999) analisando frutos de laranjeira Pêra em vários períodos, obtiveram valores superiores com faixa de 0,88 a 1,42 %.

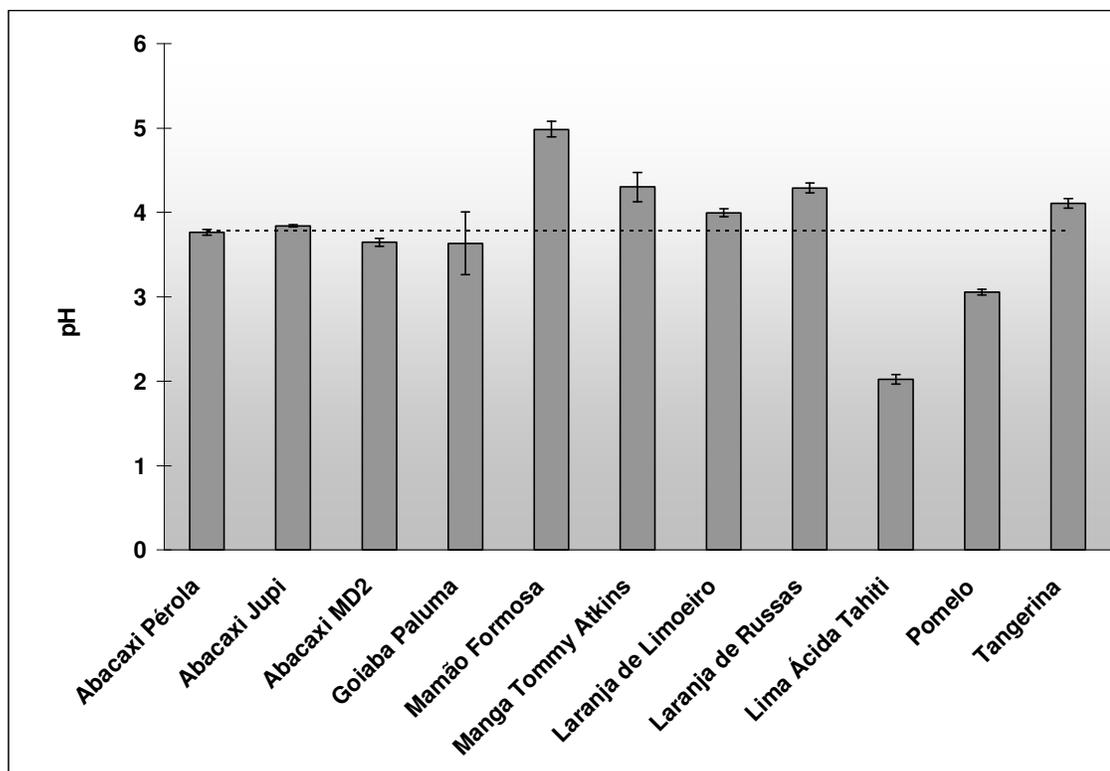
Coelho e Lederman (2004), avaliando os índices de qualidade do pomelo ‘Marsh seedless’ (*Citrus paradisi* Macf.) em alguns Estados do Brasil, obtiveram teores de AT variando de 1,2 a 2,0%. Analisando seis variedades de pomelos cultivados em Ibimirim – Pernambuco, Lederman et al., (2005), encontraram teores de acidez variando de 1,51% para a cultivar Marsh. F. Nucelar e de 2,7% para o Star Ruby. Valores estes superiores a média de 0,9 %, obtida par a variedade de pomelo avaliada (Figura 33).

A variedade de tangerina analisada apresentou acidez de 0,4%, valor inferior aos obtidos por Núñez (2006), que trabalhou com oito cultivares de tangerinas, na região de Bebedouro –SP, com faixa de 0,7 a 1,8%, e por Vilas Boas et al., (1998), com teor de acidez de 1,27 a 2,61%, para tangerina ‘Ponkan’.

#### **4.2.5 pH**

De acordo com a Figura 34, a lima ácida ‘Tahiti’ apresentou o menor valor de pH, com média de 2,0. Valor similar aos encontrados por Durigan, Mattiuz e Durigan (2005), e Barboza Júnior et al., (2007). Já, o mamão ‘Formosa’ obteve o pH mais elevado, dentre as

frutas avaliadas, com média de 5,0. Souza (2004) obteve uma variação de pH para o mamão ‘Formosa’, com valores médios compreendidos entre 5,21 e 5,4, resultado semelhante ao obtido neste trabalho.



**Figura 34** - Valores de pH dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

No presente estudo, encontrou-se um pH médio de 3,8 para os abacaxis ‘Pérola’ e ‘Jupi’, e 3,6 para a cultivar ‘MD2’. Valores próximos aos obtidos por Santos et al., (2005) e Reinhardt et al., (2004).

A manga é considerada um fruto ácido, com a maioria das cultivares apresentando valores de pH abaixo de 4,5 (LIMA, 1997). Obteve-se média de 4,3, para o pH da manga ‘Tommy Atkins’ (Figura 34), valor próximo aos encontrados por Rocha et al., (2001) e Coccozza (2003), que trabalharam com a mesma cultivar.

O pH das variedades de laranja analisadas foi superior ao obtido por Iemma et al., (1999), ao analisar amostras de suco natural de laranjas ‘Pera’, com média de 3,6.

Vilas Boas et al., (1998), avaliando frutos de tangerina ‘Ponkan’, obtiveram valores de pH de 3,44 a 3,73. A variedade de tangerina avaliada apresentou pH de 4,1 (Figura 34), superior a faixa apresentada por esses autores.

#### 4.2.6 Relação SS/AT

A maior relação SS/AT foi apresentada pelo mamão ‘Formosa’, com média de 152,9 (Figura 35). Fato que pode ser justificado pelo seu alto teor de sólidos solúveis e por ter apresentado a menor acidez, dentre os frutos avaliados. Santos (2006b), trabalhando com o mesma cultivar, obteve para a relação SS/AT uma faixa de 111,9 a 190,2.

Segundo Souza (2004), a contribuição dos ácidos orgânicos para a qualidade sensorial dos frutos deve-se, principalmente, ao balanço entre seus conteúdos e os de açúcares, relação SS/AT. Esta relação alta contribui com um gosto doce na fruta, sendo o que acontece com os frutos de mamão.

A lima ácida ‘Tahiti’ obteve a menor relação SS/AT, com média 1,3, devido ter apresentado o maior teor de acidez. Neves et al., (2008), Jomori (2005) e Kluge et al., (2007), obtiveram valores similares, ao trabalharem com a mesma variedade.

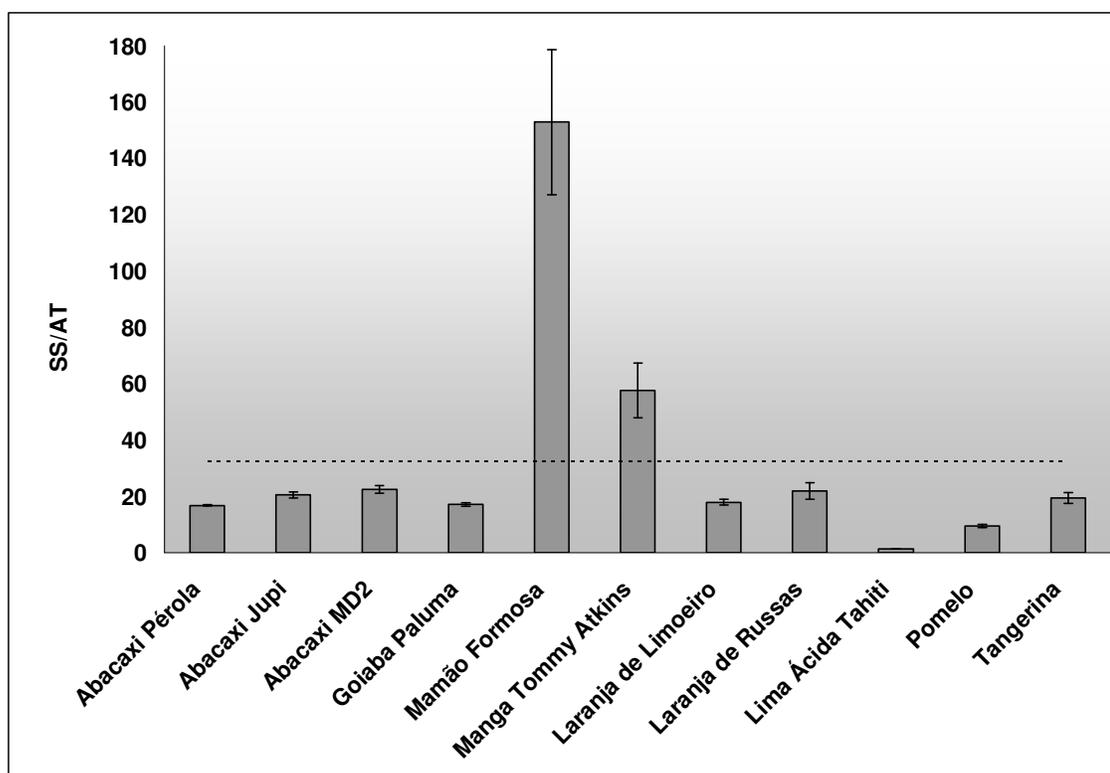


Figura 35 - Relação SS/AT dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

A relação dos SS/AT encontrada para as variedades de abacaxi ‘Pérola’, ‘Jupi’ e ‘MD2’, com médias respectivamente de 16,8, 20,5 e 22,5, foram inferiores aos obtidos por Magistra et al., (2007) e Santos (2006a).

Para a manga 'Tommy Atkins' a média 57,6 obtida para a relação SS/AT, está próxima dos valores encontrados por Coccozza (2003), que obteve média de 59,95, ao trabalhar com a mesma cultivar.

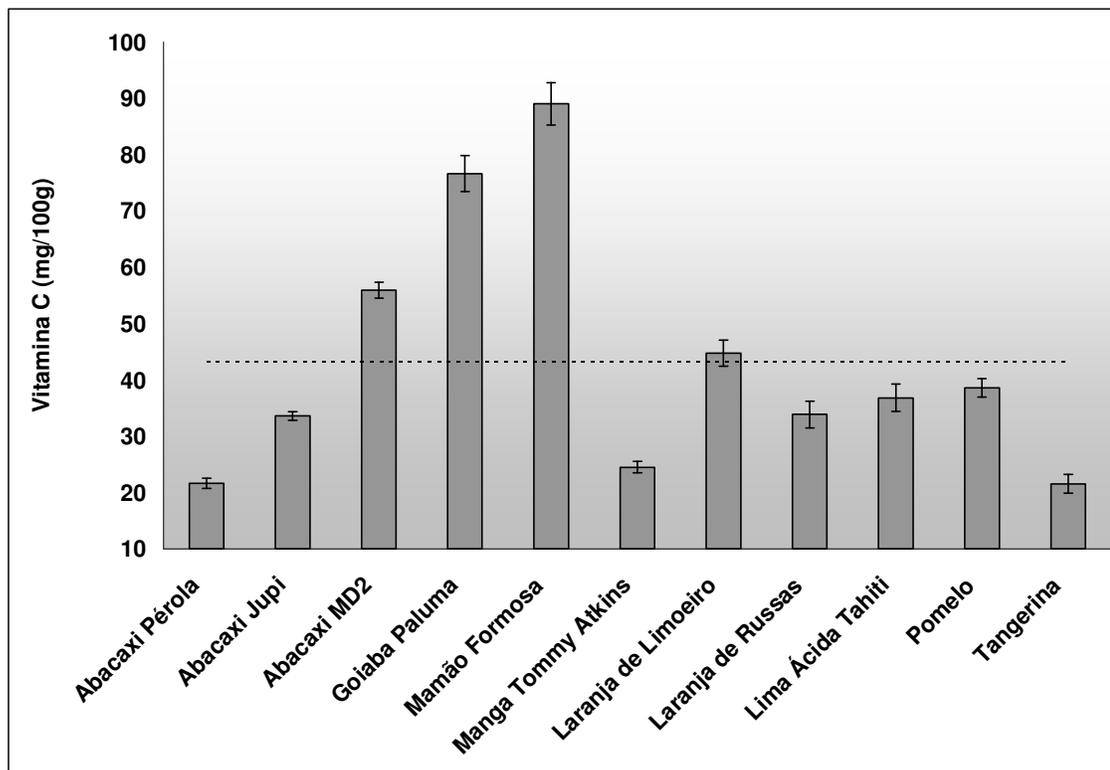
As variedades de laranjas analisadas obtiveram uma maior relação SS/AT, quando comparadas aos valores citados na literatura por, Simões et al., (1999), que obtiveram faixa de 6,34 a 11,98. Fato que pode ser justificado devido aos baixos teores de acidez encontrados para estas variedades, aumentando a relação com os sólidos solúveis. Entretanto, Coelho e Nascimento (2004), encontraram valores entre 13,83 a 19,43 para frutos de laranja 'Pera' de Manaus (AM) e Cruz das Almas (BA), próximos aos obtidos para as variedades de Limoeiro e de Russas analisadas.

A relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável obtida para o Pomelo (Figura 32), foi superior a citada na literatura por Lederman et al., (2005) e por Coelho e Lederman (2004). A tangerina apresentou o mesmo comportamento, com média de 19,4, valor superior ao encontrado por Núñez (2006). Fato que pode ser justificado pelo baixo teor de acidez, apresentado por estas frutas, o que fez com que houvesse um aumento na relação entre essas duas características.

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 (CHITARRA; CHITARRA, 2005)

#### **4.2.7 Vitamina C**

Na Figura 36, podem ser observados os teores de vitamina C, para todas as variedades frutíferas analisadas. Os maiores teores de vitamina C foram obtidos pelo mamão 'Formosa' e goiaba 'Paluma', com médias de 89,0mg/100g e 76,6mg/100g respectivamente. O mamão 'Formosa' apresentou teor de vitamina C superior ao obtido por Souza (2004), que encontrou valores para vitamina C de mamão 'Formosa' 'Tainung 01', variando de 60,1mg/100g a 77,4 mg/100g. O teor de vitamina C encontrado para a goiaba 'Paluma' encontra-se dentro da faixa citada por Cavalin (2004), que obteve médias variando de 62,8mg/100g a 84,94mg/100g, para goiaba 'Paluma' em diferentes estádios de maturação.



**Figura 36** - Teor de vitamina C dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

A cultivar de abacaxi ‘MD2’ apresentou o maior teor de vitamina C dentre as cultivares analisadas, com média de 55,9 mg/100g. Dantas Júnior (2005) obteve teores de vitamina C para o abacaxi ‘Pérola’, variando de 71,44 mg/100g nos Frutos recém colhidos a 31,80mg/100g ao final do período de armazenamento, superiores ao encontrado no presente estudo para essa mesma variedade. O abacaxi ‘Jupi’ apresentou média de 33,6mg/100g, para o conteúdo de vitamina C, apresentando-se dentro da faixa obtida por Santos (2006a), para o mesma cultivar.

O teor de vitamina C de 24,5mg/100g encontrado para a manga ‘Tommy Atkins,’ está dentro da faixa citada por Jeronimo et al., (2007) e por Coccozza (2003), ao trabalharem com a mesma cultivar.

A laranja de Limoeiro apresentou maior teor de vitamina C, em relação a Laranja de Russas, com médias de 44,7 e 33,9mg/100g respectivamente. Estes valores estão dentro da faixa citada por Frata (2006), que analisou amostras de sucos e néctares de laranja, obtendo médias de 25,17 a 59,36mg/100g.

A lima ácida ‘Tahiti’ apresentou um teor de vitamina C de 36,8 mg/100g. Valor similar aos obtidos por Jomori (2005), com faixa de 32,49 a 37,23 mg/100g, e Neves et al.,

(2008), com média de 34,3 mg/100g. Durigan, Mattiuz e Durigan (2005), obtiveram média de 54,6 mg/100g, superior a obtida neste trabalho.

Devido ao seu alto poder redutor, o ácido ascórbico proporciona proteção contra a oxidação descontrolada no meio aquoso da célula. Segundo a Food Nutrition Board e o Institute of Medicine, da Academia Nacional de Ciências dos EUA, A RDA (Recomendação de Doses Alimentares) de vitamina C, para mulheres adultas foi estipulada em 75mg/dia e, para homens, em 90mg/dia (AMAYA-FARFAN et al., 2001). A Legislação Brasileira sugere uma ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C para um adulto de 45mg (BRASIL, 2005).

#### 4.2.8 Pectina total e solúvel

Podem ser observadas na Figura 37, as médias obtidas para o teor de pectina total das diferentes variedades frutíferas avaliadas.

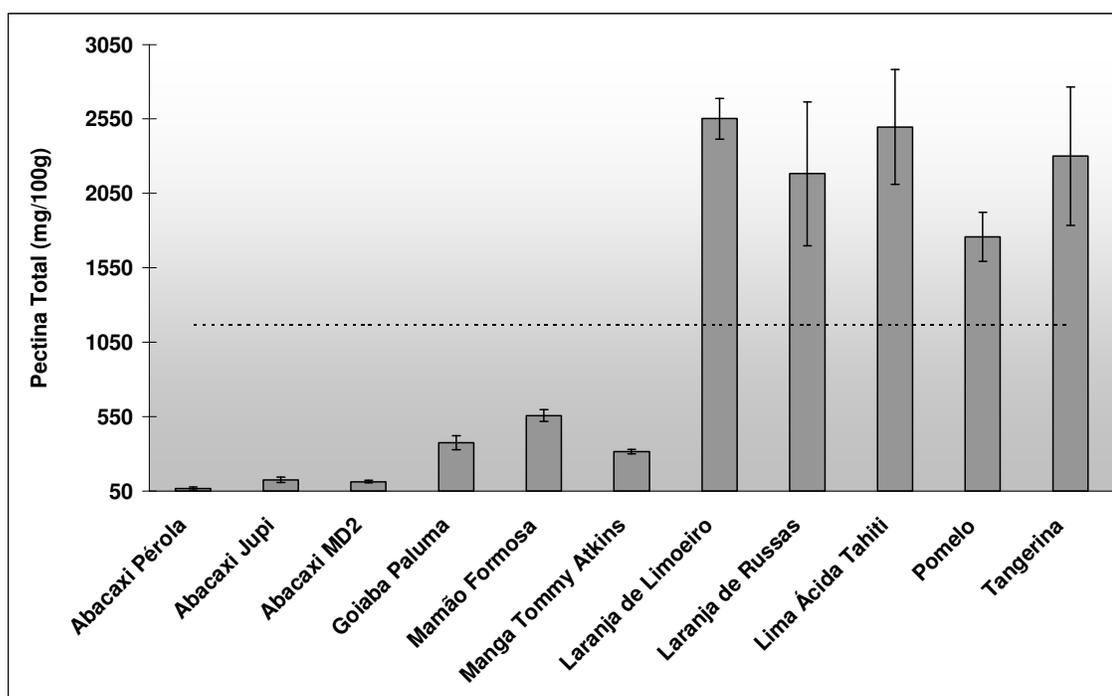


Figura 37 - Pectina total dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

Segundo Baracat e Schmidt (2009), a pectina pode ser facilmente encontrada no albedo de frutas cítricas, o que pode ser confirmado pelos resultados obtidos no presente estudo, em que os maiores teores de pectina total foram obtidos para as variedades cítricas, com médias variando de 2551,6 mg/100g para a laranja de Limoeiro e 1757,3 mg/100g para o Pomelo.

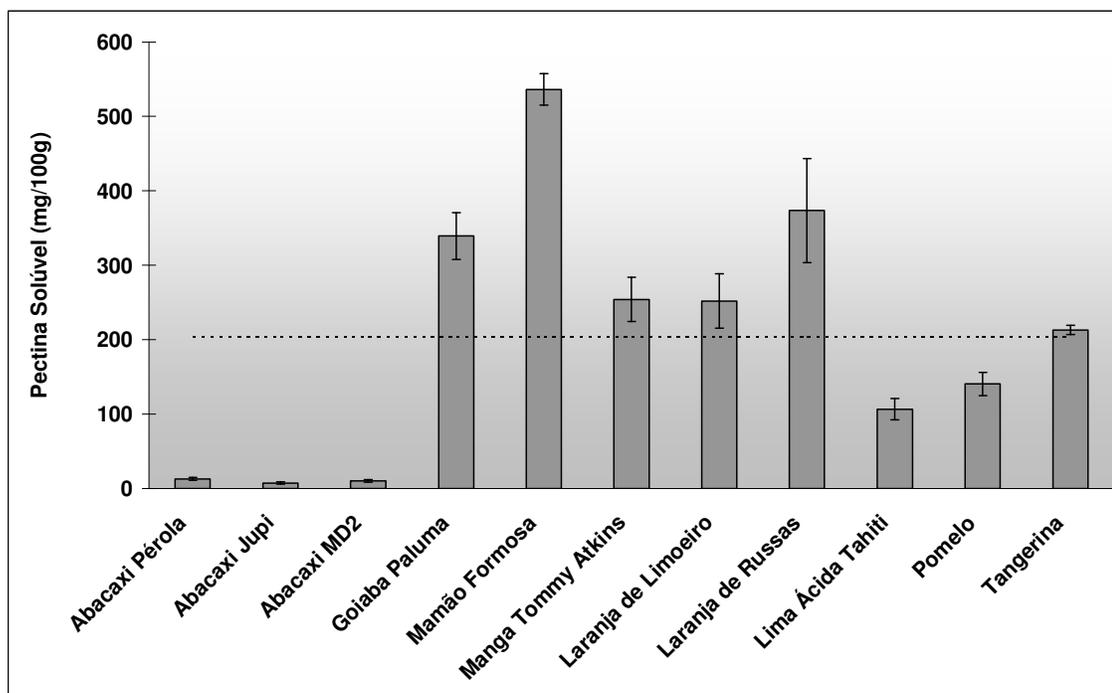
Os mais baixos teores de pectina total foram encontrados para as cultivares de abacaxi, com médias variando de 66,5 mg/100g para o 'Pérola' a 126 mg/100g para o 'Jupi'. Prado et al., (2003), trabalhando com abacaxis da cv. Smooth Cayenne minimamente processados obtiveram médias para o teor de pectina total, variando de 78,38 mg/100g a 84,61 mg/100g.

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

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 340mg/100g a 400mg/100g, próximos a média obtida para a goiaba 'Paluma' que foi de 374,9mg/100g (Figura 37).

O mamão 'Formosa' apresentou média de 558,6mg/100g para o teor de pectina total, estando dentro da faixa encontrada por Teixeira et al., (2001), que obtiveram valores de 430mg/100g a 600mg/100g, para mamão 'Formosa' minimamente processado.

Dentre as variedades frutíferas avaliadas, o mamão 'Formosa' apresentou o maior teor de pectina solúvel com média de 536,16mg/100g (Figura 38), este valor corresponde a cerca de 96% do seu teor de pectina total.



**Figura 38** - Pectina solúvel dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

A cultivar ‘Pérola’ apresentou o maior teor de pectina solúvel dentre as variedades de abacaxis avaliadas, com média de 12,96mg/100g. Este valor está dentro da faixa obtida por Santos et al., (2005), que foi de 12,6 mg/100g a 26,7 mg/100g, ao trabalharem com abacaxis ‘Pérola’ minimamente processados.

Antunes, Gonçalves e Trevisan (2006), relataram que frutos com elevado percentual de pectina solúvel são geralmente de textura fraca e pouco resistentes ao transporte e armazenamento.

Para a goiaba ‘Paluma’ o teor de pectina solúvel de 339,38mg/100g, encontram-se dentro da faixa citada por Xisto et al., (2004), que foi de 90 a 390mg/100g. Segundo Carvalho (1994), o alto porcentual de pectina solúvel, em goiabas, indica frutos mais amolecidos, cuja textura muito macia diminui a vida útil pós-colheita e inviabiliza o transporte de frutas a grandes distâncias.

A importância da pectina nos alimentos está na sua habilidade em formar com rapidez e facilidade os denominados géis, que consistem à base de geléias muito utilizada na indústria de alimentos e outras conservas de frutas (COULTATE, 2004).

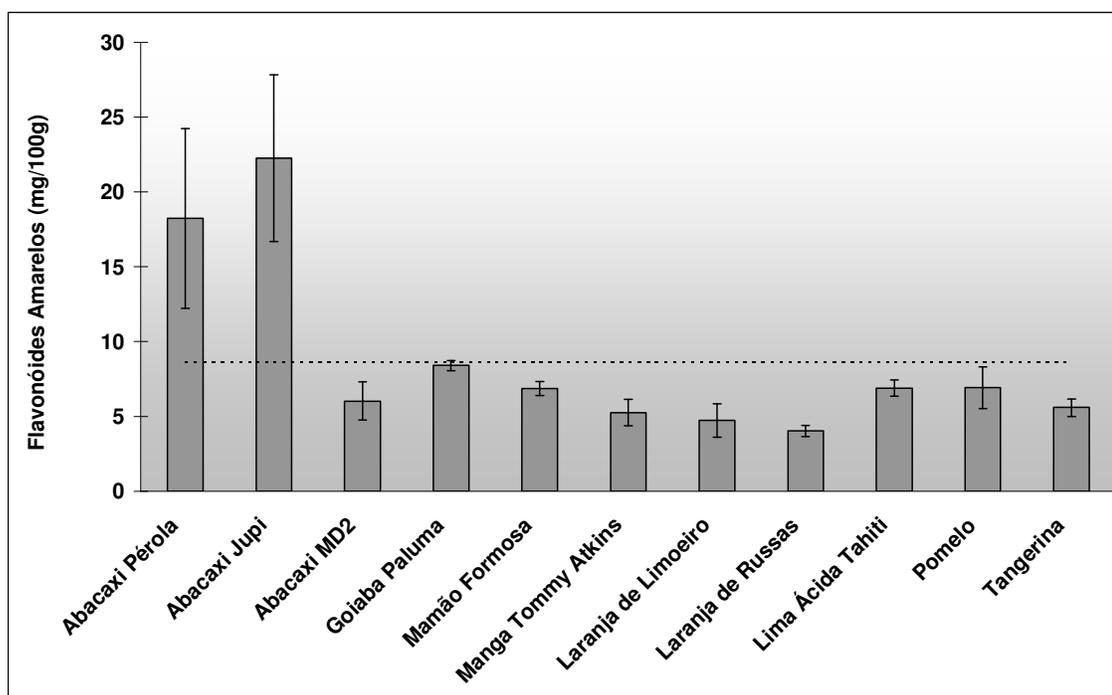
#### 4.2.9 Flavonóides amarelos e Antocianinas totais

Podem ser observadas na Figura 39, as médias do conteúdo de flavonóides amarelos, obtidas para as diferentes variedades frutíferas avaliadas. Os maiores teores de flavonóides foram apresentados pelas variedades de abacaxi ‘Jupi’ e ‘Pérola’, com médias de 22,3 mg/100g e 18,2 mg/100g, respectivamente.

Os flavonóides englobam classes de pigmentos naturais encontrados com frequência nos vegetais. As antocianinas e os flavonóis são compostos que pertencem ao grupo dos flavonóides e são responsáveis pela coloração que varia de vermelho vivo à violeta e de branco à amarelo claro, respectivamente (BOBBIO; BOBBIO, 1995).

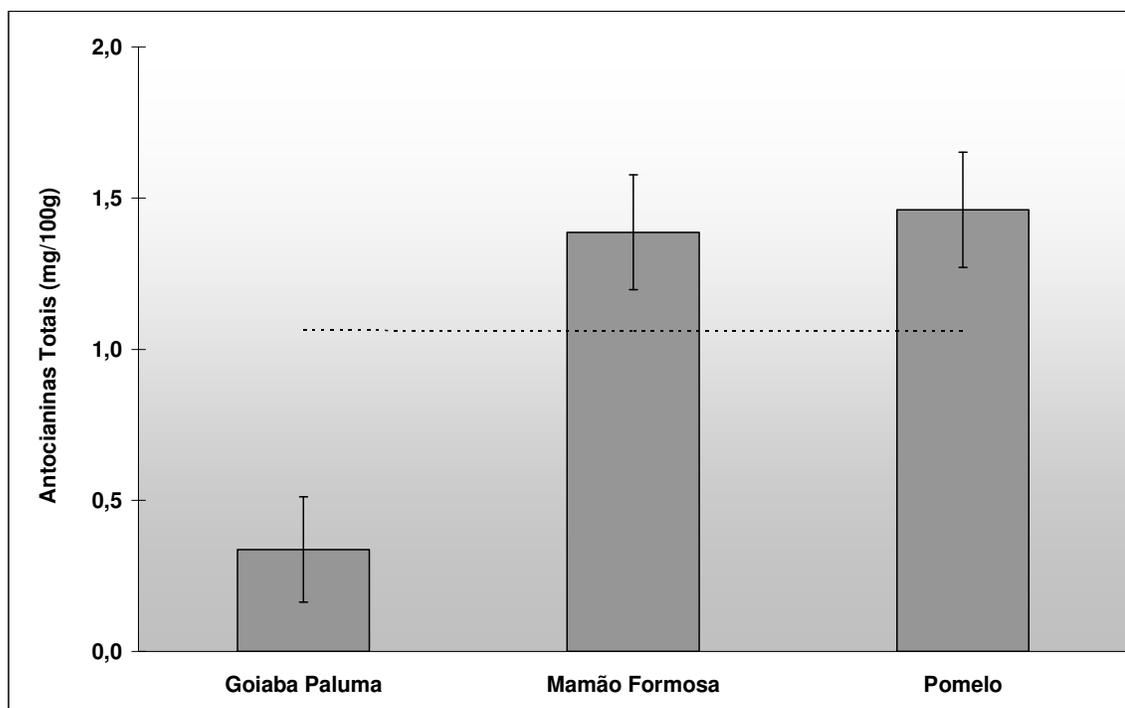
O teor de flavonóides obtido para a goiaba ‘Paluma’ foi superior ao obtido por Morgado, Durigan e Santos (2008), ao avaliarem o conteúdo de flavonóides em frutos de goiaba adquiridos no comércio de Jaboticabal- SP, em estágio de maturação “de vez” e maduros, obtendo valores de 1,74mg/100g a 2,22mg/100g.

Para as variedades cítricas o conteúdo de flavonóides amarelos variou de 4,0mg/100g para a laranja de Russas a 6,9mg/100g, para o pomelo e a lima ácida ‘Tahiti’.



**Figura 39** - Teor de flavonóides amarelos, dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

A goiaba ‘Paluma’ apresentou média de 0,3 mg/100g para o teor de antocianinas totais (Figura 40). Este valor está dentro da faixa obtida por Fernandes et al., (2007), que obtiveram valores de 0,25 mg/100g a 0,33 mg/100g, ao analisar suco de goiaba.



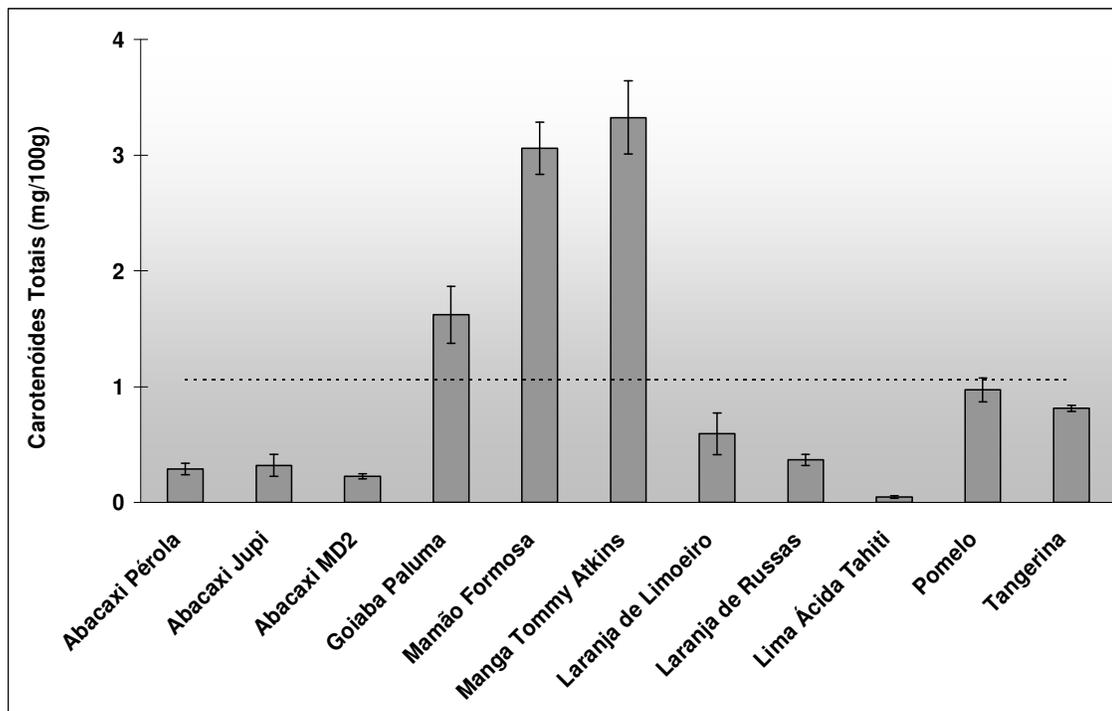
**Figura 40** - Teor de antocianina total, de frutos de goiaba ‘Paluma’, mamão ‘Formosa’ e pomelo, oriundos do Pólo do Baixo Jaguaribe.

As antocianinas são glicosídeos de antocianidinas, também chamadas de agliconas. Na natureza, dezessete antocianidinas têm sido encontradas, mas apenas seis estão presentes em alimentos. A diferença da cor dos vários frutos vermelhos depende da natureza e da concentração das antocianinas. As várias tonalidades da cor vermelha das polpas produzidas levam a crer que estão presentes diferentes concentrações de vários tipos de antocianinas (LIMA et al., 2003).

O pomelo apresentou teor de antocianinas totais de 1,5mg/100g, valor superior aos obtidos por Voigt et al., (2008), que avaliaram a influência do armazenamento na concentração de antocianinas em onze variedades de laranjas sanguíneas, e obtiveram faixa, variando de 0,220mg/100g a 0,940mg/100g, para o teor de antocianinas.

#### 4.2.10 Carotenóides totais

Os teores de carotenóides totais das diferentes variedades frutíferas analisadas estão apresentados na Figura 41. As maiores médias foram obtidas pela manga ‘Tommy Atkins’ com 3,3 mg/100g e para o mamão ‘Formosa’ com 3,1 mg/100g. O menor conteúdo foi apresentado pela lima ácida ‘Tahiti’ com 0,05 mg/100g.



**Figura 41** - Teor carotenóides totais, dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

As três variedades de abacaxis analisadas apresentaram teores próximos para o conteúdo de carotenóides totais, com médias variando de 0,2 mg/100g a 0,3 mg/100g. valores superiores aos obtidos por Santos (2006a), ao avaliar abacaxis ‘Pérola’ e Smooth Cayenne minimamente processados.

Fernandes et al., (2007), analisando as alterações químicas e físico-químicas durante o processamento de suco de goiaba, obteve teores de carotenóides totais variando de 0,81 mg/100g a 1,51 mg/100g. A goiaba ‘Paluma’ apresentou conteúdo médio de carotenóides totais de 1,6 mg/100g (Figura 41), valor próximo ao obtido por este mesmo autor.

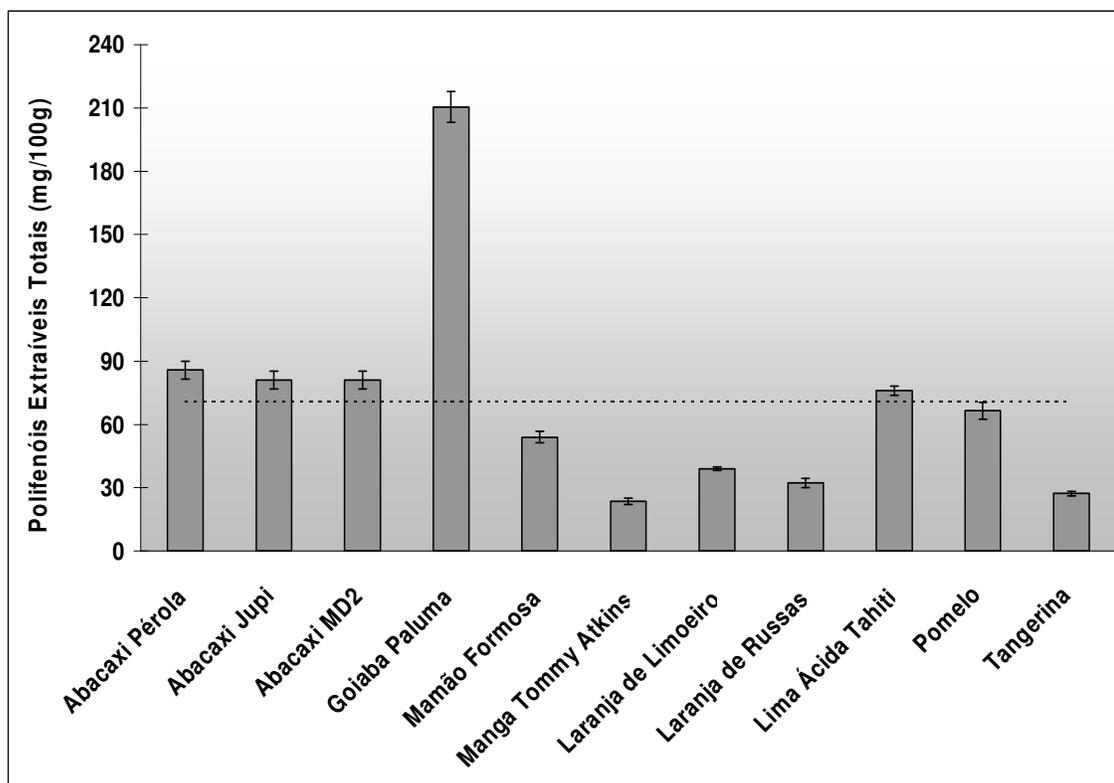
Segundo Lourenço (2008) os níveis de ingestão considerados prudentes, para o betacaroteno, pró vitamínicos A e carotenóides totais, são de 3 a 6 mg, 5,2 a 6 mg, e de 9 a 18 mg, respectivamente. Portanto, o mamão ‘Formosa’ e a manga ‘Tommy Aktins’, que apresentaram conteúdo superior a 3mg/100g podem ser considerados ricos nesta característica.

#### 4.2.11 Polifenóis Extraíveis Totais – PET

Podem ser observados na Figura 39, os teores de polifenóis extraíveis totais das diferentes variedades frutíferas avaliadas. A goiaba ‘Paluma’ apresentou o maior teor de PET,

com média de 210,4 mg/100g, estando dentro da faixa encontrada por Taipong et al., (2006), que avaliaram quatro variedades de goiaba, obtendo médias de 170,0 mg/100g a 344,9 mg/100g, para o teor de fenólicos totais.

Kuskosk et al., (2006), determinaram o índice de polifenóis totais em frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas provenientes do comércio de Florianópolis – SC, e citam teores de 27,1; 544,9; e 83,0mg/100g para os fenólicos totais de polpas congeladas de abacaxi, manga e goiaba, respectivamente. Apresentando valores inferiores ao obtido neste trabalho para a goiaba ‘Paluma’, e os demais cultivares de abacaxi. Com exceção do valor obtido para a polpa de manga, que apresentou conteúdo de fenólicos totais bem mais elevado do que o valor obtido para a manga ‘Tommy Atkins’.



**Figura 42** - Polifenóis extraíveis totais dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

As variedades de abacaxi analisadas apresentaram teores muito próximos para o conteúdo de fenólicos totais, com médias de 81,0 mg/100g para as cultivares ‘Jupi’ e ‘MD2’ e de 85,7 mg/100g para o abacaxi ‘Pérola’.

Dentre as variedades cítricas avaliadas, a lima ácida ‘Tahiti’ foi a que apresentou o maior teor de PET, com média de 76,1 mg/100g.

Ao estudar o conteúdo de polifenóis extraíveis totais em dezoito espécies frutíferas, Rufino (2008) obteve variação de 23,8mg/100g para o bacuri a 1176,3mg/100g, para o camu-camu.

Segundo Melo et al., (2008), as discrepâncias dos resultados podem ser decorrentes das características ambientais do cultivo, variedade e maturidade dos frutos, além da peculiaridade metodológica relacionada ao solvente extrator e ao polifenol usado como padrão para a quantificação dos compostos fenólicos.

#### 4.2.12 Atividade antioxidante total (AAT)

##### 4.2.12.1 ABTS

Na Figura 43, podem ser observadas as médias obtidas para a atividade antioxidante total, utilizando o método ABTS, para as diversas variedades frutíferas avaliadas.

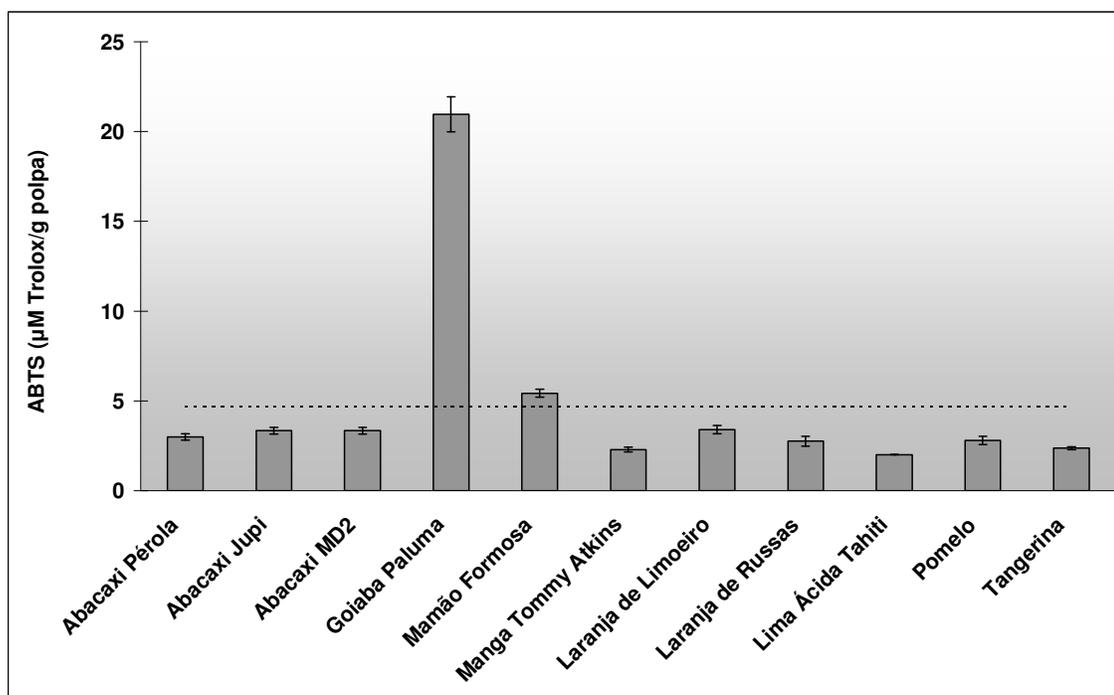


Figura 43 - Atividade antioxidante total, método ABTS, dos frutos de diferentes variedades frutíferas oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe.

Dentre as frutas avaliadas a maior AAT encontrada foi para a goiaba 'Paluma', com média de 21 μM Trolox/g de polpa. Valor próximo ao encontrado por Taipong et al., (2006), ao avaliarem quatro cultivares de goiaba, obtendo valores de 29,6 a 34,4 μM Trolox/g de polpa.

As demais variedades frutíferas apresentaram para atividade antioxidante total, médias variando de 5,4 para  $\mu\text{M}$  Trolox/g de polpa para o mamão 'Formosa' a 2,0  $\mu\text{M}$  Trolox/g de polpa para a lima ácida 'Tahiti'.

Kuskoski et al., (2005), ao trabalharem avaliando a atividade antioxidante pelo método ABTS, em várias polpas de frutas comercializadas no sul do Brasil, citam teores de 7,1; 9,2; 9,4; 8,2; 12,0; 67,6; 4,8; 2,0; e 2,7  $\mu\text{M}$  Trolox/g de polpa, para as polpas congeladas de amora, uva, açaí, goiaba, acerola, graviola, cupuaçu e maracujá.

Desta forma ao comparar os resultados obtidos neste trabalho aos apresentados por Kuskoski et al., (2005), as diferentes variedades frutíferas avaliadas apresentam atividade antioxidante total intermediária, apresentando valores próximos aos encontrados para a maioria das polpas de frutas avaliadas por estes mesmos autores.

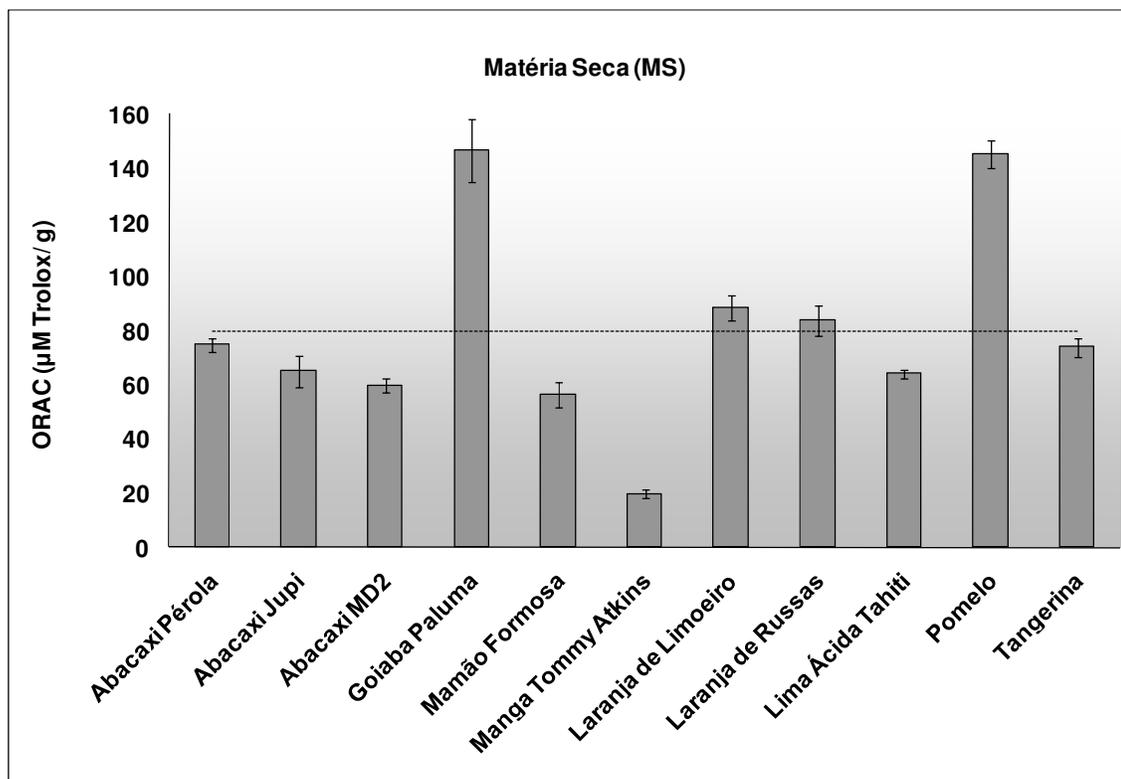
Melo et al., (2008), ao avaliarem a capacidade antioxidante de frutas pelo método DPPH, com resultados expressos em percentual de seqüestro deste radical, obtiveram atividade antioxidante na seguinte ordem decrescente, goiaba >mamão'Formosa' >laranja 'Pera' >abacaxi 'Pérola' >manga 'Rosa'. Comportamento similar ao obtido no presente estudo ao se avaliar a atividade antioxidante total pelo método ABTS, para a goiaba 'Paluma', mamão 'Formosa', Laranja de Limoeiro, abacaxi 'Pérola' e manga Tommy 'Aktins', obtendo-se valores de 21,0; 5,4; 3,4; 3,0 e 2,3  $\mu\text{M}$  Trolox/g de polpa (Figura 40).

Rufino (2008), ao estudar os compostos bioativos e capacidade antioxidante de dezoito frutas tropicais não tradicionais brasileiras obteve para atividade antioxidante total pelo método ABTS, valores desde 6,3 $\mu\text{M}$  Trolox/g de polpa para o umbu, a 152,7 $\mu\text{M}$  Trolox/g de polpa para o camu-camu. O que demonstra a grande variação existente para capacidade antioxidante em frutas.

Segundo Leong e Shui (2002), os vegetais, em particular as frutas, apresentam em sua constituição vários compostos com ação antioxidante, os quais incluem o ácido ascórbico, carotenóides e polifenóis. A quantidade e o perfil destes fitoquímicos variam em função do tipo, variedade e grau de maturação da fruta bem como das condições edafoclimáticas do cultivo.

#### 4.2.12.2 ORAC

Podem ser observadas nas Figuras 44 e 45 as médias obtidas para a atividade antioxidante total das diversas variedades frutíferas avaliadas pelo método ORAC, os valores estão expressos em matéria seca e matéria fresca.

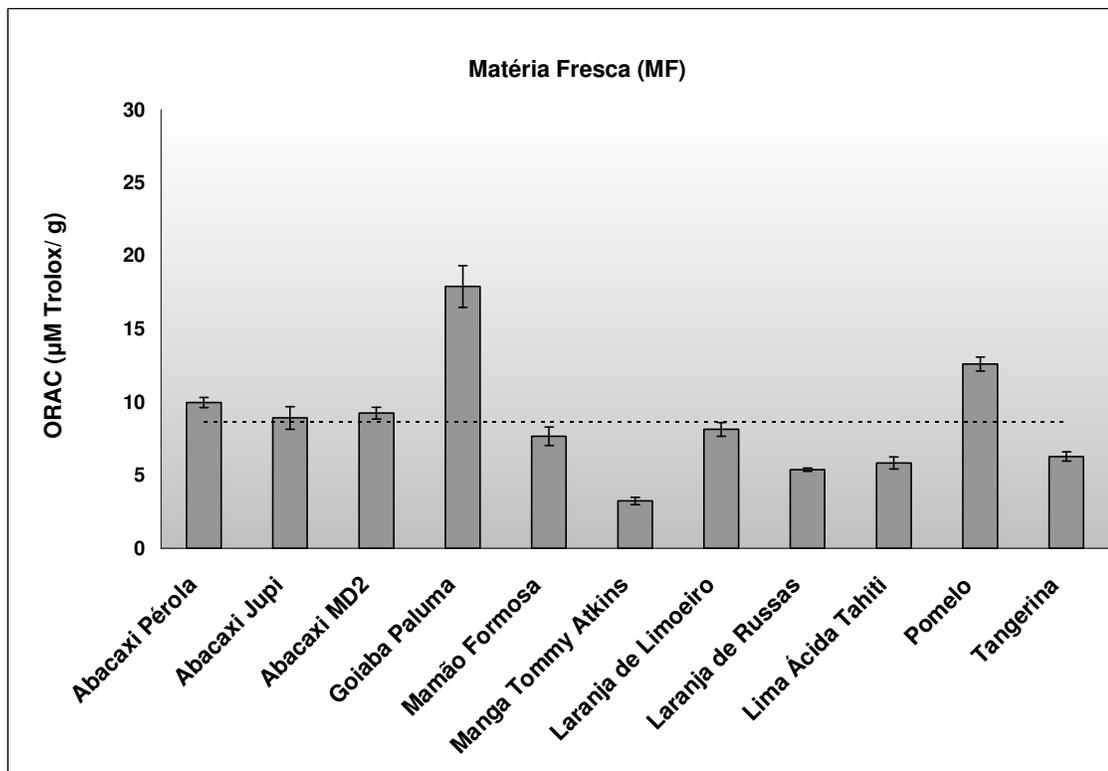


**Figura 44** - Atividade antioxidante total dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe, método ORAC, valores expressos em  $\mu\text{M}$  Trolox/ g de matéria seca (MS).

A maior atividade antioxidante total foi obtida para a goiaba Paluma e os menores teores foram apresentados para a Manga Tommy Atkins e para a lima acida ‘Tahiti’, comportamento semelhante ao observado utilizando o método ABTS. A maior diferença apresentada foi para o Pomelo, que pelo método ORAC apresentou a segunda maior atividade antioxidante e já pelo método do ABTS, apresentou a oitava posição em ordem decrescente.

Por se tratarem de métodos com princípios de ação e metodologia de extração completamente diferentes essas variações podem ser justificadas. O que se pode supor e que o método ORAC apresentou uma maior sensibilidade, sendo capaz de quantificar compostos que pelo método ABTS não foi possível determinar. De um modo geral o método ORAC apresentou maiores médias para a atividade antioxidante total para todas as frutas avaliadas

com exceção da goiaba Paluma, que apresentou média de 17,9  $\mu\text{M}$  de trolox/g de MF no método ORAC e 21,09  $\mu\text{M}$  de trolox/g de MF, no método ABTS (Figura 45).



**Figura 45** - Atividade antioxidante total dos frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundas do Pólo do Baixo Jaguaribe, método ORAC, valores expressos em  $\mu\text{M}$  Trolox/ g de matéria fresca (MF).

Wang, Cao e Prior (1996), avaliando a atividade antioxidante de doze tipos de frutas, utilizando o método ORAC, obtiveram média de 7,5  $\mu\text{M}$  de trolox/g de MF para a laranja, valor próximo aos obtidos neste trabalho para a laranja de Limoeiro 8,13  $\mu\text{M}$  de Trolox/g MF e 5,37  $\mu\text{M}$  de Trolox/g MF para a laranja de Russas. Já para o *grapefruit pink* obtiveram valores de 4,83  $\mu\text{M}$  de Trolox/g MF, inferior ao obtido neste trabalho para o Pomelo (*grapefruit*) que foi de 12,61  $\mu\text{M}$  de trolox/g MF.

Mahattanatawel et al., (2006) avaliando a atividade antioxidante de diferentes frutas tropicais do sul da Florida, pelo método ORAC, obtiveram 16,7  $\mu\text{M}$  de Trolox/g MF para a goiaba vermelha e 5,3  $\mu\text{M}$  de Trolox/g MF para o mamão papaya, valores próximos aos obtidos neste trabalho para a goiaba Paluma (17,9  $\mu\text{M}$  de Trolox/g MF) e 7,66  $\mu\text{M}$  de Trolox/g MF para o mamão Formosa.

Wu et al., (2004), avaliaram a capacidade antioxidante total, combinando a fração lipofílica e hidrofílica dos componentes antioxidantes em 100 diferentes tipos de alimentos, incluindo frutas, vegetais, nozes, condimentos, cereais entre outros. Entre as frutas avaliadas por esses autores, destacam-se a cereja ( $\pm 2.000$   $\mu\text{M}$  de Trolox/g) e o morango (445  $\mu\text{M}$  de

Trolox/g). Todas as outras frutas avaliadas apresentaram valor ORAC inferior a 100  $\mu\text{M}$  de Trolox/g: abacate (79  $\mu\text{M}$  de Trolox/g), maçã gala (27,9  $\mu\text{M}$  de Trolox/g), caju (35  $\mu\text{M}$  de Trolox/g, pêssegos (18,2  $\mu\text{M}$  de Trolox/g), uvas verdes (11,18  $\mu\text{M}$  de Trolox/g), bananas (8,8  $\mu\text{M}$  de Trolox/g), melancia (1,35  $\mu\text{M}$  de Trolox/g) dentre outras.

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), publicou em novembro de 2007, um estudo contendo dados sobre a capacidade antioxidante de uma seleção de 277 alimentos, utilizando o método ORAC. Dentre os alimentos avaliados, encontram-se o *grapefruit* (15,5  $\mu\text{M}$  de Trolox/g) goiaba vermelha (19,9  $\mu\text{M}$  de Trolox/g) e abacaxi (8,8  $\mu\text{M}$  de Trolox/g), valores próximos aos obtidos neste estudo para as mesmas frutas. Já para frutas como a Tangerina, laranja, manga e suco de limão, foram encontrados valores de 16,2; 18,2; 10,0 e 12,3  $\mu\text{M}$  de Trolox/g respectivamente, valores superiores aos obtidos neste trabalho (Figura 45).

### 4.3 Correlação

Existe uma grande dificuldade de comparação entre dados experimentais referentes a atividade antioxidante aferida por diferentes métodos, bem como comparar dados com a literatura. Essa dificuldade se deve a diversidade de compostos antioxidantes, que diferem quanto a classe química, quanto à polaridade, quanto a solubilidade e quanto à especificidade da metodologia. Outros fatores que também contribuem são as diferentes condições de análise empregadas e a forma de expressão dos resultados, que muitas vezes não permitem uma comparação direta (GIADA e MANCINI-FILHO, 2006; VILLANO et al., 2006; LIMA, 2008).

De acordo com a Tabela 2, pode ser observado que houve correlações positivas significativas entre a atividade antioxidante total pelo método ABTS tanto com o conteúdo de polifenóis extraíveis totais (\*\*0,892) quanto com o teor de vitamina C (\*0,616), já com o método ORAC, houve correlação significativa apenas com o teor de PET (\*\*0,876), demonstrando que esses componentes apresentam uma maior contribuição para a atividade antioxidante dos frutos avaliados. Entretanto não foi obtida correlação significativa para o conteúdo de carotenóides totais e flavonóides amarelos.

**Tabela 2** - Correlações entre os compostos bioativos, e atividade antioxidante total pelos métodos ABTS e ORAC.

	ABTS	ORAC	PET	CT	FA
Vit.C	*0.616	0.480	0.499	0.391	-0.210
FA	0.002	0.234	0.275	-0.280	
CT	0.224	-0.114	-0.071		
PET	**0.892	**0.876			
ORAC	**0.791				

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

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 atividade antioxidante. Heim et al., (2002), afirma que os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos.

Gardener et al., (2000) ao estudarem a correlação entre o ácido ascórbico, carotenóides totais e fenólicos totais com a atividade antioxidante de sucos de frutas, concluíram que a correlação dos carotenóides foi desprezível ( $r = -0,03$ ), e que os compostos fenólicos ( $r = 0,97$ ) parecem ser os principais contribuintes na atividade antioxidante de sucos não cítricos.

Rufino (2008) 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\*\*). Resultados similares ao obtido no presente estudo.

Silva (2008) avaliando a atividade antioxidante total pelo método DPPH, em frutos de dezenove clones comerciais de aceroleira, obteve correlação positiva significativa a 1% de probabilidade, entre a atividade antioxidante total, polifenóis (0,73\*\*) e vitamina c (0,78\*\*).

Entretanto, outros autores como Hassimoto et al., (2005), Garcia-Alonso et al., (2004), não verificaram correlação entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante total, justificando que a atividade antioxidante não é fundamentada na ação de uma ou duas substâncias isoladas, mas do sinergismos entre elas, originando assim, a atividade antioxidante total.

## 5 CONCLUSÕES

As variedades de abacaxis analisadas de acordo com o peso total podem ser classificadas como 4 classe. As cultivares ‘Jupi’ e ‘MD2’, apresentaram formato levemente cilíndrico e a ‘Pérola’ cônico. O abacaxi ‘MD2’, apresentou desuniformidade para o comprimento da coroa.

O mamão ‘Formosa’, apresentou peso médio um pouco superior ao tamanho intermediário preferido pelo mercado.

A laranja de Limoeiro apresentou o maior rendimento em suco, e a lima ácida ‘Tahiti’ apresentou porcentagem de suco inferior ao limite mínimo estabelecido.

Todas as cultivares de abacaxi avaliadas apresentaram teor de sólidos solúveis, superior ao limite estabelecido pela legislação. Já as variedades de laranja apresentaram valores inferiores ao limite mínimo exigido pela legislação para suco integral de laranja.

O mamão ‘Formosa’ e a manga ‘Tommy Atkins’ apresentaram as maiores relações para SS/AT, característica bastante apreciada pelos consumidores.

As variedades cítricas se destacaram quanto ao conteúdo de pectina total.

As variedades de abacaxi ‘Jupi’ e ‘Pérola’, obtiveram os maiores teores de flavonóides amarelos.

O mamão ‘Formosa’ e a manga ‘Tommy Aktins’, apresentaram conteúdo elevado de carotenóides totais, podendo ser considerados ricos nesta característica.

Seguindo o limite estabelecido pela RDA de vitamina C, o consumo de uma porção de aproximadamente 120g de mamão ‘Formosa’ ou goiaba ‘Paluma’, seria suficiente para suprir a Recomendação de Doses Alimentares para este nutriente, em indivíduos adultos saudáveis.

A goiaba ‘Paluma’ obteve o maior teor de polifenóis extraíveis totais e a maior atividade antioxidante total, dentre as frutas avaliadas.

Houve correlação positiva e significativa entre os dois métodos de determinação da AAT, e o teor de polifenóis extraíveis totais.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABECITRUS. Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos. **Industrialização da Laranja**. Ribeirão Preto, 2006. Disponível em: <[http://www.abecitrus.com.br/industria\\_br.html](http://www.abecitrus.com.br/industria_br.html)>. Acesso em: 05 de jan. de 2009.

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. FNP Consultoria e Comércio: São Paulo, 496p, 2003.

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. 10 ed. São Paulo: FNP, 2005. 520 p. 11. ed. São Paulo: FNP, 2006. 520 p.

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. Sílvia Corrêa...[et al.]. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, Santa Cruz, 2008. 136 p.:il. ISSN 1808-4931

AGUIAR, L. P.  **$\beta$ -caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético**. 2001. 87p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

ALVES, R.E. **Benefícios para a saúde: nova tendência para a fruticultura tropical**. Fortaleza: EMBRAPA, 2006 - Agroindústria Tropical. (folder).

ALVES, M. O.; VALENTE JÚNIOR, A. S.; BRAINER, M. S.C. P. **Pluriatividade no rural do pólo de desenvolvimento agrícola baixo Jaguaribe (Nordeste, Brasil): problemas e potencialidades**. II Congresso Iberoamericano sobre Desarrollo y médio ambiente – CIDMAII, Puebla, México. 2005.

AMARO, A.A.; CASER, D.V. Diversidade do mercado de tangerinas. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 33, n. 12, p. 51-67, 2003.

ANTOLOVICH, M.; PRENZLER, P.D.; PATSALIDES, E.; McDonald, S.; ROBARDS, K. Methods for testing antioxidant activity. **Analyst**, v. 127, p. 183-198, 2002.

ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; TREVISAN, R. Alterações de compostos fenólicos e pectina em pós-colheita de frutos de amora-preta. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 57-61, jan./mar. 2006.

Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11. ed. Washington: AOAC, 1992. 1115p.

AZEVEDO, C. L. L. **Sistema de Produção de Citros para o Nordeste**. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/autore s.htm>>. Acesso em: 06 de nov. de 2008.

AZZOLINI, M. **Fisiologia pós-colheita de goiabas ‘Pedro Santo’: estádios de maturação e padrão respiratório**. 2002. 100p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2002.

BALBINO, J.M.S., COSTA, A.F.S. Crescimento e desenvolvimento dos frutos do mamoeiro do 'Grupo Solo' e padrão de qualidade In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.) **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória - ES, p. 389-401. 2003.

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 3.ed. Jaboticabal. FUNEP/UNESP-FCAV, 1995.247p.

BARACAT, C. A.; SCHMIDT, F. L. **Extração de pectina ATM do albedo da laranja por processo descontínuo**. Disponível em:< <http://www.prp.unicamp.br/pibic/congressos/xvcongresso/resumos/023306.pdf>>. Acesso em: 06 de jan. de 2009.

BARBASSO, D.V.; PIO, R.M.; CARVALHO, S. A. Compatibilidade de variedades e Híbridos de tangerinas enxertadas em citrumelo 'Swingle'. **Laranja**, Cordeirópolis, v.26, n.1, p. 59-67, 2005.

BARBOZA JÚNIOR, C.R.A. **Evapotranspiração da lima ácida Tahiti (Citrus latifolia Tan.) determinada por lisimetria de pesagem**. 2007. 63p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2007.

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev. Nutr.**, Campinas, v.12, n.2, p.123-130, 1999.

BLUM, J.; AYUB, R. A. Conservação pós-colheita da lima ácida Tahiti tratada com 1-metilciclopropano. **Revista Biotemas**, 21 (2), junho de 2008.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Introdução à química de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1995. 223p.

BOTEON, M.; NEVES, E.M. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Org.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo / FUNDAG, 2005. p.19-36.

BRANCO, A. C. **São Boas as Perspectivas no Vale do São Francisco**. Gazeta Mercantil Data: Julho de 2006. Disponível em:< <http://indexet.gazetamercantil.com.br/arquivo/2006/07/07/413/Sao-boas-as-perspectivas-no-Vale-do-Sao-Francisco.html>>. Acesso em: 06 de jan. de 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) - Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 23 set. 2005.

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

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº1, de 1º-02-2002. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para a Classificação do Abacaxi**.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Goiaba**. Brasília, 2001.

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

CAO, G.; ALESSIO, H. M.; CUTLER, R. G.; Oxigen-rarical absorbance capacity assay for antioxidants. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 14, p. 303-311, 1993.

CARDOSO, E. A.; ALVES, R. E.; MOURA, C. F. H.; ALMEIDA, A.S.; PEREIRA M. E. C. **Frutos de Goiabeira "Paluma" Colhidos em Diferentes Estádios de Maturação na Região do Vale do Curu, Ceará**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém, PA. Anais.... Belém-PA: SBF, 2002. CD-ROM.

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, Departamento de Fitotecnia. Fortaleza, 2005.

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

CAVALCANTE, A. **Fruticultura dá força às exportações do Ceará**. Disponível em: <<http://diariodonordeste.globo.com/materia.asp?codigo=510355>>. Acesso em 07 de nov.de 2008.

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.

CERETTA, M.; GONÇALVES, E. D.; DUTRA, L. F.; RINALDI, M. M; ROMBALDI, C. Filme de polietileno e cera na qualidade da laranja 'Valência'frigoarmazenada. **Rev. Bras. de Agrociência**, v.5, n. 1. 35-37, jan.-abril,1999.

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

COCOZZA, F. D. M. **Maturação e conservação de manga 'Tommy Atkins' submetida à aplicação pós-colheita de 1- metilciclopropeno**. 2003. 198p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

COELHO, Y. S. da. Frutas cítricas importadas no mercado de Salvador, Bahia. **Bahia Agric.**, v.5, n.2, 29-33, nov. 2002.

COELHO, Y. S. da.; LEDERMAN, I. E. A Hora e a Vez dos Pomelos ou Grapefruits. Embrapa- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Citros em foco**. n.24, junho de 2004.

COELHO, Y. S. da.; NASCIMENTO, H. G. do. Citricultura no Amazonas: Problemas, Potencial Produtivo e Qualidade dos Frutos. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Citros em foco**. n.26, julho de 2004.

CONCEIÇÃO, A. **Semi-árido Nordestino pode ser Pólo de Cítricos**. O Estado de São Paulo. Disponível em:<[http://www.fundace.org.br/pins/arquivos/relatorio\\_imprensa1.pdf](http://www.fundace.org.br/pins/arquivos/relatorio_imprensa1.pdf)>. Acesso em: 06 de jan. de 2009.

COSTA, A.F.S., PACOVA, B.E.V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.) **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória - ES, p. 51-102. 2003.

COULTATE, T.P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed. 368p. 2004

CQH (Centro de Qualidade em Horticultura - CEAGESP). Programa brasileiro para a modernização da horticultura. **Normas de Classificação do Abacaxi**. São Paulo: CEAGESP, 2003. (CQH.Documentos, 24)

CQH - Centro de Qualidade em Horticultura - CEAGESP. **Classificação da Laranja (*Citrus sinensis*, Osbeck)**. São Paulo: CEAGESP, 2000a. (Folder).2p

CQH - Centro de Qualidade em Horticultura - CEAGESP. **Classificação das Tangerinas**. São Paulo: CEAGESP, 2000b. (Folder).2p

CQH - Centro de Qualidade em Horticultura - CEAGESP. **Classificação do limão(lima ácida) Tahiti (*Citrus latifolia*, Tanaka)**. São Paulo: CEAGESP, 2000c. (Folder).2p

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

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

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

CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P.; CALDAS, R. C. Avaliação de genótipos de abacaxi resistentes à fusariose em Coração de Maria, Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 19, n. 3, p. 219-223, jul./set., 2007.

DANTAS JÚNIOR, O. R. **Fisiologia e conservação pós-colheita de abacaxi “Pérola” tratado com 1-metilciclopropeno** 2005. 217p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2005.

DE ANGELIS, R.C. Como obter a melhor defesa contra os RL por meio da alimentação. In: DE ANGELIS, R.C. **A importância dos alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidade degenerativas**. São Paulo: Atheneu, 2005. p.83-92.

DECKER, E.A. Phenolics: prooxidants or antioxidants? **Nutrition Reviews**, New York, v.55, n.11, p.396-407, 1997.

DURIGAN, M. F. B.; MATTIUZ, B.; DURIGAN, J. F. Injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de lima ácida Tahiti armazenada sob condição ambiente. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 369-372, Dezembro 2005.

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

FAO. **FAOSTAT**: Statistical database. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 17 de Agosto de 2006.

FERNANDES, A.G. **Alterações das características químicas e físico-químicas do suco de goiaba (Psidium guava L.) durante o processamento**. 2007. 86p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

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. **Alim. Nutr.**, Araraquara v.18, n.4, p. 431-438, out./dez. 2007

FRANÇA, F. M.C. et al., **Documento referencial do pólo de desenvolvimento integrado baixo Jaguaribe no Estado do Ceará**. Disponível em:<[http://200.253.194.7/content/Aplicacao/ETENE/Rede\\_Irigacao/Docs/Documento%20Referencial%20do%20Polo%20Baixo%20Jaguaribe.PDF](http://200.253.194.7/content/Aplicacao/ETENE/Rede_Irigacao/Docs/Documento%20Referencial%20do%20Polo%20Baixo%20Jaguaribe.PDF)> Acesso em: 07 de nov. de 2008.

FRATA, M. T. **Sucos de laranja: abordagem química, física, sensorial e avaliação de embalagens**. 2006. 228p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2006.

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

GARCIA-ALONSO, M. et al. Evolution of antioxidant properties of fruits. **Food Chemistry**, v.84, n.1, p. 13-18, 2004.

GARDENER, P. T.; WHITE, T. A. C.; McPHAIL, D. B.; DUTHIE, G. G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. **Food Chem.**, v.68, p.471-474, 2000.

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. **J. Natl. Cancer Inst.**, v.87, p.1767-1776, 1995.

GONÇALVES, N.B.; CARVALHO, V.D. de. **Características da fruta**. In: Abacaxi Pós-colheita. Embrapa Agroindústria de Alimentos (Rio de Janeiro, RJ). – Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 45p.:(Frutas do Brasil; 5).

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 405-422, jul./dez. 2004

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 Ciência de Alimentos. Campinas, 2005. Ciência de alimentos: abrindo caminhos para o desenvolvimento científico, tecnológico e industrial. CD-ROM.

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 distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v.27, p.42-49, 1962.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 53, 1841-1856, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed., v. 1, São Paulo, 1985. 533p.

JOMORI, M.L. L. **Resistência de lima ácida Tahiti à baixa temperatura: tratamentos térmicos e envolvimento do etileno**. 2005. 169p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2005.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.25, n.4, p.726-732, out.-dez, 2005.

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, jul-ago, 2006.

KLUGE, R. A.; JOMORI, M. L. L.; EDAGI, F. K.; JACOMINO, A. P.; AGUILA, J. S. D. Danos de frio e qualidade de frutas cítricas tratadas termicamente e armazenadas sob refrigeração. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 2, p. 233-238, Agosto 2007

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.

LAJOLO, F.M. Alimentos funcionais: uma visão geral. In: DE ANGELIS, R.C. **A importância dos alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidade degenerativas**. São Paulo: Atheneu, 2005. p.175-181.

- LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **J. Agric. Food Chem.** v.45, p. 1390-1393. 1997
- LEONG, L.P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruit in Singapore markets. **Food Chem.**, Washington, v.76, p.69-75, 2002.
- LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; ALVES, M. A.; COELHO, Y. S. da.; CUNHA SOBRINHO, A. P. Comportamento de seis variedades de pomelo (*Citrus paradisi* Macfad.) cultivadas sob irrigação na região semi-árida de Pernambuco. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 2, p. 245-247, Agosto 2005
- LEITE, J. C. A. et al. 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.
- LEONG, L.P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry.** v.76, p.69-75, 2002
- LIMA, A. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e in vivo, e identificação dos compostos fenólicos presentes no Pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.).** Tese (Doutorado: Bromatologia). Universidade de São Paulo. São 219p. Paulo – SP, 2008.
- LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, D. E. S. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de frutos de 12 diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.) **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.23, n.1, p.101-103, jan.-abr. 2003
- 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.). **Rev. Nutr.**, Campinas, v.17, n. 1, p. 53-57, jan.-mar., 2004.
- LOURENÇO, I. P. **Potencial de utilização de frutos de genótipos de muricizeiros cultivados no litoral do Ceará.** 2008. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008.
- LUCENA, E. M. P. de. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga "Tommy Atkins" no Vale do São Francisco.** 2006. 152p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006.
- 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. **J. Agric. Food Chem.** v.54, p.7355-7363. 2006
- MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A.S. **Processamento de sucos de frutas tropicais.** Fortaleza: Edições UFC, 2007. 320p.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, O. S.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Goiaba: do plantio ao consumidor**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 124p.

MANNISTO, S. et al. Dietary carotenoids and risk of lung cancer in a pooled analysis of seven cohort studies. **Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.** v.13, p.40-48, 2004.

MARCHAND, L. L. Efeitos dos flavonóides na prevenção de câncer – uma revisão. **Biomed Pharmacoterap.** v.56, p. 296-301. 2002.

MARETTI, M. C. et al. Avaliação da aceitabilidade de Iogurte de goiaba. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Belém, 2002. **Anais...**, Belém, 2002.

MATOS, A. P.; REINHARDT, D. H. R. C.; CUNHA, G. A. P. da.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da; SANCHES, N. F.; ALMEIDA, O. A. de. **A cultura do abacaxi**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 2 ed. rev.amp. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 91p.: il – (Coleção plantar; 49)

McCREAD, P.M.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectin materials. **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.

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, n. 2, p.193-201 abr./jun., 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. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, 26(3): 639-644, jul.-set. 2006

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G. de; ARAÚJO, C. R. de. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.19, n.1, p. 67-72, jan./mar. 2008.

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

MOLIN, J. P.; MASCARIN, L. S. Colheita de citros e obtenção de dados para mapeamento da produtividade. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.259-266, jan./abr. 2007.

MONTEIRO, S. Frutas frescas: vitórias e desafios. **Frutas e derivados**. IBRAF– Instituto Brasileiro de Frutas Ano 1. Edição 2. Jun. 2006.

MORAES, C. Frutas na mesa: abacaxi o ano todo. **Frutas e Derivados**. IBRAF– Instituto Brasileiro de Frutas. Ano 2. Edição 05. Jun. 2007a

MORAES, C. Frutas na mesa: Goiaba delícia nacional. **Frutas e Derivados**. IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. Ano 2. Edição 07. set. 2007b.

MORAIS, P. L. D.; FILGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N.; ALVES, R. E. Correlação entre variáveis de crescimento do fruto da mangueira “Tommy Atkins”. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 743-747, jul./ago., 2004

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

NABI, G.; GUL, S. KANWAL, N. RAHIM, U. Performance os diferent Grapefruit (*Citrus paradisi* Macf) genotypes on Sour Orange (*Citrus aurantim* L.) Rootstock under the climatic conditions of peshawar. **Pakistan Journal of Biological Sciences**. v.7, n.10, p. 1762-1766, 2004.

NUÑEZ, E. E. **Desenvolvimento e produtividade de oito cultivares de tangerinas sobre quatro porta-enxertos**. 2006. 75Pp. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2006.

ODIN, A.P. Vitamins as antimutagens: advantages and some possible mechanisms of antimutagenic action. **Mutation research**, Amsterdam, v.386, n.1,p.39-67, 1997.

OLIVEIRA, M.A.B. **Variações de Algumas Características Fisiológicas dos Frutos de Mamoeiro (*Carica papaya* L.) em Função de Diferentes Épocas de Colheita**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual Norte do Fluminense - UENF, 73p.1999

OU, B.; HAMPSCH-WOODILL, M.; PRIOR, R. L. Development and Validation of na Improved Oxygen Radical Absorbance Capacity Assay Using Fluorescein as the Fluorescent Probe. **J. Agric. Food Chem.**, v.49,n.10, p.4619-4626, 2001.

**Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of selected foods, 2007**. Disponível em: Acesso em: 15 de jan. 2009. <<http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/ORAC/ORAC07.pdf>>.

PASSOS, O. S.; SANTANA, M. A. **Citricultura no estado da Bahia**. Disponível em: <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=5679](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=5679)>. Acesso em : 06 de nov. de 2008.

PEREIRA, B. Passaporte para exportar. **Frutas e derivados**. Ano 2. Edição 05. Março de 2007.

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.

PIMENTEL, C. R. M.; PEREIRA FILHO, J. E. **Demandas de pesquisas tecnológicas para a fruticultura cearense**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 39 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 56).

PINHEIRO, J. C.; AMARAL, C. R. **Análise da viabilidade sócio-ambiental da fruticultura irrigada no baixo Jaguaribe, Geará.** XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco – Acre, 20 a 23 de julho de 2008.

PINTO, A. C.Q.; ANJOS, J.R.N. dos.; ANDRADE, S.R.M. de.; FALEIRO, F.G.; CORDEIRO, M.C.R.; DIAS, J.N. Melhoramento da Manga (*Mangifera indica* L.) no Brasil: Sinopse de Projeto. **Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.** v.47, p.191-194, 2003.

PRADO, M. E. T.; CHITARRA, A. B.; BONNAS, D. S.; PINHEIRO, A.C. M.; MATTOS, L. M. Armazenamento de abacaxi ‘Smooth Cayenne’ minimamente processado sob refrigeração e atmosfera modificada. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, p. 67-70, Abril 2003.

PRIOR, R. L.; CAO, G. In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. **Free Radical Biology & Medicine.** v. 27, p. 1173-1181, 1999.

PRIOR, R.L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. **J. Agric. Food Chem.**, v.53, p.4290-4302, 2005.

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, 2007

RAMOS, J. D.; PIO, R.; RUFINI, J. C. M.; DO VALE, M. R. **Recomendações básicas para o cultivo da lima ácida Tahiti.** Disponível em: <[http://www.editora.ufla.br/bolExtensao/pdfBE/bol\\_81.pdf](http://www.editora.ufla.br/bolExtensao/pdfBE/bol_81.pdf)>. Acesso em: 17 de dezembro de 2008.

REETZ, E. R. 2007. **Anuário brasileiro da fruticultura.** Ed. Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul, Brasil, 136p.

REINHARDT, D. H.; MEDINA, V. M.; CALDAS, R. C.; CUNHA, G. A. P.; ESTEVAM, R. F. H. Gradientes de qualidade em abacaxi ‘Pérola’ em função do tamanho e do estágio de maturação do fruto. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 3, p. 544-546, Dezembro 2004.

REIS, J. N. P. Competitividade das exportações brasileiras de frutas tropicais. **Rev. Cent. Admin.** Fortaleza, v.11, n.1, p. 125-132, ago.2005.

RESENDE, J.M.; CHOUDHRY, M.M.;. **Goiaba: Pós-colheita.** In: Agronegócio da Goiaba. p. 21-38. EMBRAPA Informação Tecnológica. 45p. il.; (Frutas do Brasil, 19). 2001.

RIBEIRO, M. D. **Utilização de 1-metilciclopropeno (1-MCP) na conservação pós-colheita do mamão ‘Formosa’ Tainung 01.** 2005. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró. Mossoró, 2005.

RICE-EVANS, C. Flavonoids and Isoflavones: Absorption, Metabolism, and Bioactivity. **Free Radical Biol. Med.** v.36, p.827-828, 2004.

ROCHA, G. **Arranjo produtivo local de fruticultura irrigada de Limoeiro do Norte.** Disponível em :< [http://conteudo.ceara.gov.br/content/aplicacao/sdlr/\\_includes/PDFs/APL%](http://conteudo.ceara.gov.br/content/aplicacao/sdlr/_includes/PDFs/APL%20de%20Frutas%20do%20Ceara.pdf)

20-%\20Limoeiro%20do%20Norte%20-%20Fruticultura%20Irrigada.pdf > Acesso em : 07 de nov. de 2008.

ROCHA, R.H.C. et al. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.302-305, 2001.

ROCHA, R. H. C.; NASCIMENTO, S. R. C.; MENEZES, J. B.; NUNES, G. H.S.; SILVA, E.O. Qualidade pós-colheita do mamão ‘Formosa’ armazenado sob refrigeração. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 386-389, Dezembro 2005

RODOLFO JÚNIOR, F.; TORRES, L. B. V.; CAMPOS, V. B.; LIMA, A. R.; OLIVEIRA, A.D.; MOTA, J. K. M. Caracterização físico-química de frutos de mamoeiro comercializados na EMPASA de Campina Grande-PB. **Rev. Bras. Prod. Agr.**, Campina Grande, v.9, n.1, p. 53-58, 2007

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. **Rev. Nutr.**, Campinas, v.16, n.3, p.315-320, jul./set., 2003.

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.; MORAIS, S. M.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. **Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS•+**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico).

SANTANA, L. L. A. et al. Altas densidades de plantio na cultura do abacaxi cv. Smooth Cayenne, sob condições de sequeiro. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 23, n. 2, p. 353-358, agosto 2001

SANTOS, A. F. **Desenvolvimento e maturação de abacaxi e processamento mínimo de infrutecências colhidas sob boas práticas agrícolas e tratadas com 1-MCP**. 2006. 253p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias. Areia, 2006a.

SANTOS, C. E. M. **Qualidade pós-colheita do mamão ‘Formosa’ ‘Tainung 01’ influenciada pelo tipo de transporte rodoviário**. 2006b. 68p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006b.

SANTOS, F. S. S. **Diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação, sobre a cultura do mamão ‘Formosa’**. 2006c. 67p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e drenagem) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006c.

SANTOS-SEREJO, J.A. dos. Classificação e descrição botânica. In: PEREIRA, M. E. C.; FONSECA, N.; SOUZA, F.V.D. (Eds.). **Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1.

ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap. 1, p. 15-17. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SEAGRI, 2004 – Secretaria da Agricultura e Pecuária do Ceará. **Projeto frutas do Ceará - Fruticultura no Ceará**. Governo do Estado do Ceará, Ceará, Brasil. Disponível em: <[www.seagri.ce.gov.br/siga/fruticultura\\_no\\_ceara.pdf](http://www.seagri.ce.gov.br/siga/fruticultura_no_ceara.pdf)>. Acesso em: 07 de nov. de 2008.

SENTANIN, M. A.; AMAYA, D.B. R. Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.27, n.1, p. 13-19, jan.-mar. 2007.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; RONCHI, C. P.; LIMA, I. M.; MARTINS, M.V. V.; TARDIN, F. D. Goiabeira "Paluma" sob diferentes sistemas de cultivo, épocas e intensidades de poda de frutificação. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.6, p.785-792, jun. 2007

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Rev. Nutr.**, Campinas, v.17, n.2, p.227-236, abr./jun., 2004.

SIDRA - Sistema IBGE de recuperação automática. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 de out. de 2007.

SILVA, A. L. da; LIMA, M. A. C. de; AZEVEDO, S. S. N. **Conservação pós-colheita de goiaba "Paluma" sob atmosfera modificada e refrigeração**. Disponível em: <[http://www.cpatia.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/OPB834.pdf](http://www.cpatia.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB834.pdf)>. Acesso em: 06 de jan. de 2009

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**, v.22, n.1, p.94-103, 1999.

SILVA, W. S. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de aceroleira**. 2008. 167p. Dissertação (Mestrado Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008.

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, 2008.

SIMÕES JÚNIOR, A. R.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; ARAÚJO, P. S. R.; PIEDADE, S. M. S.; JACOMINO, A. P. Avaliação de frutos de laranja 'Pera' em função dos anelamentos de ramos em diferentes épocas. **Sci. agric**. Piracicaba, v.56, n.3, p. 529-535, Jul. 1999.

SOUZA, L. M. de. **Algumas características físicas e químicas de mamões (Carica Papaya L.) dos grupos "Formosa" (Tainung 01) e "solo" (Golden), com e sem mancha fisiológica, colhidos em diferentes estádios de maturação**. 2004. 103p. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Norte do Fluminense - UENF. Campos dos Goytacazes, 2004.

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

SUN, J.; CHU, Y.; WU, X.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 50, p. 7449-7454, 2002.

TEIXEIRA, G. H. A.; DURIGAN, J.F.; MATTIUZ, B.; ROSSI JÚNIOR, O. D. Processamento mínimo de mamão 'Formosa'. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.21, n.1. p.47-50, jan.-abr. 2001.

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.

TRINDADE, D. C. G. da; LIMA, M. A. C. de; SILVA, A. L. da; ASSIS, J. S. de; SÁ, N.M. DE S.; COSTA, R.E. S.; SANTOS, P. S. **Armazenamento refrigerado de goiaba "Paluma" submetida a atmosfera modificada e aplicação pós-colheita de 1-MCP**. Disponível em: <[http://www.cpatsa.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/OPB830.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB830.pdf)>. Acesso em: 06 de jan. de 2009.

VIEITES, R. L. Artigo técnico: **Abacaxi minimamente processado**. Frutas e Derivados. IBRAF– Instituto Brasileiro de Frutas. Ano 2. Edição 05. mar. 2007.

VILAS BOAS, E. V.B.; REIS, J. M. R.; LIMA, L. C.; CHITARRA, A. B.; RAMOS, J. D. Influência do tamanho sobre a qualidade de tangerinas, variedade Ponkan, na cidade de Lavras-MG. **R. Un. Alfenas**, Alfenas, v.4, p.131-135, 1998.

VOIGT, V.; LATADO, R.R.; NASCIMENTO, M. L.; SANTOS, C. P. influência do armazenamento na concentração de antocianinas e nas qualidades físicas e químicas de frutos de laranjas sanguíneas. CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2008, São Carlos. **Anais de Eventos da UFSCar**, v. 4, p. 397, 2008

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L.; Total antioxidant capacity of fruits. **J. Agric. Food Chem.** v.44, p. 701-705.1996

WU, X.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J. M.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E.; PRIOR, R. L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.12, p.4026-4037, 2004.

XISTO, A. L. R. P.; ABREU, C. M. P. de; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D. Textura de goiabas "Pedro Sato" submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 113-118, jan./fev., 2004

YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; MACHADO FILHO, J. A.; FALCÃO, J. V.; MIRANDA, S. P. Comportamento da maturação de mamão Tainung 1 cultivado em Brasília-DF. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 2, p. 314-316, Agosto 2005

YEMN, E.W.; WILLIS, A.J. The estimation off carbohydrate in plant extracts by antrone. **Biochemical Journal**, Cambridge, v.57, n.2, p.504 - 514, 1954

**ANEXOS**

**Tabela 1A** Dados adicionais das metodologias de açúcares solúveis totais e açúcares redutores (peso da amostra, volume do balão e alíquota de leitura) utilizados na análise de frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundos do Pólo Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará.

Análises	Açúcares solúveis totais			Açúcares Redutores		
	Peso (g)	Volume do balão (mL)	Alíquota (mL)	Peso (g)	Volume do balão (mL)	Alíquota (mL)
Frutas						
Abacaxi ‘Pérola’	0,5	250	0,1	1,0	50	1,00
Abacaxi ‘Jupi’	0,5	250	0,1	1,0	50	1,00
Abacaxi ‘MD2’	0,5	250	0,1	1,0	50	1,00
Goiaba ‘Paluma’	0,5	50	0,1	0,5	50	0,75
Mamão ‘Formosa’	1,0	250	0,1	0,5	50	1,00
Manga ‘Tommy Atkins’	2,0	100	0,1	0,5	50	1,50
Laranja de Limoeiro	0,5	250	0,1	0,5	50	1,50
Laranja de Russas	0,5	250	0,1	1,0	50	1,50
Lima ácida ‘Tahiti’	1,0	100	0,1	1,0	50	1,50
Pomelo	1,0	250	0,1	1,0	50	1,50
Tangerina de Russas	0,5	250	0,1	1,0	50	1,50

**Tabela 2A** Dados adicionais das metodologias de pectina total e pectina solúvel (peso da mostra, volume do balão e alíquota de leitura) utilizados na análise de frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundos do Pólo Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará.

Análises	Pectina Total			Pectina Solúvel		
	Peso (g)	Volume do balão (mL)	Alíquota (mL)	Peso (g)	Volume do balão (mL)	Alíquota (mL)
Frutas						
Abacaxi ‘Pérola’	5,0	100	0,30	5,0	100	1,00
Abacaxi ‘Jupi’	5,0	100	0,30	5,0	100	1,00
Abacaxi ‘MD2’	5,0	100	0,30	5,0	100	1,00
Goiaba ‘Paluma’	5,0	100	0,08	5,0	100	0,10
Mamão ‘Formosa’	5,0	100	0,10	5,0	100	0,10
Manga ‘Tommy Atkins’	2,5	50	0,10	2,5	50	0,10
Laranja de Limoeiro	2,5	250	0,10	2,5	50	0,20
Laranja de Russas	2,5	250	0,10	2,5	50	0,10
Lima ácida ‘Tahiti’	2,5	250	0,10	2,5	50	0,20
Pomelo	2,5	250	0,10	2,5	50	0,20
Tangerina de Russas	2,5	250	0,10	2,5	50	0,20

**Tabela 3A** Dados adicionais das metodologias de vitamina C e obtenção do extrato utilizado nas análises dos polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total pelo método ABTS, (peso da amostra, volume do balão, concentrações do extrato) utilizados na análise de frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundos do Pólo Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará.

Análises	Vitamina C			Extrato PET/ABTS			
	Peso (g)	Volume do balão (mL)	Alíquota (mL)	Peso (g)	Volume do balão (mL)	Alíquota PET (mL)	Concentrações dos extratos (g/L)
Frutas							
Abacaxi ‘Pérola’	1,0	50	10	30	100	0,10	(300; 250; 200)
Abacaxi ‘Jupi’	1,0	50	10	30	100	0,10	(300; 250; 200)
Abacaxi ‘MD2’	1,0	50	10	30	100	0,10	(300; 250; 200)
Goiaba ‘Paluma’	1,5	100	5	20	100	0,05	(150; 100; 50)
Mamão ‘Formosa’	1,0	50	5	20	100	0,10	(200; 150; 80)
Manga ‘Tommy Atkins’	1,0	50	10	30	100	0,50	(300; 250; 200)
Laranja de Limoeiro	1,0	50	10	30	100	0,3	(300; 250; 200)
Laranja de Russas	1,0	50	10	30	100	0,2	(300; 250; 200)
Lima ácida ‘Tahiti’	1,0	50	10	30	100	0,1	(300; 250; 200)
Pomelo	1,0	50	10	30	100	0,1	(300; 250; 200)
Tangerina de Russas	1,0	50	10	30	100	0,3	(300; 250; 200)

**Tabela 4A** Valores médios obtidos para os parâmetros de cor L (luminosidade), c (cromaticidade) e h (ângulo hue) de frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundos do Pólo Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará (média  $\pm$  DP, n=12 para os abacaxis, n= 28 para a goiaba, laranjas e tangerina, n= 8 para o mamão, n= 16 para a manga e pomelo e n= 40 para a lima ácida).

Fruto	Cor					
	Casca			Polpa		
	L	c	h	L	c	h
Abacaxi 'Pérola'	32,77 $\pm$ 8,90	24,63 $\pm$ 6,01	89,89 $\pm$ 6,20	67,77 $\pm$ 4,32	15,84 $\pm$ 2,47	97,97 $\pm$ 1,29
Abacaxi 'Jupi'	32,29 $\pm$ 10,54	21,06 $\pm$ 10,53	97,93 $\pm$ 17,77	64,76 $\pm$ 6,05	13,52 $\pm$ 2,55	98,54 $\pm$ 8,80
Abacaxi 'Golden'	37,30 $\pm$ 9,49	27,18 $\pm$ 6,25	100,92 $\pm$ 7,28	75,82 $\pm$ 2,66	35,46 $\pm$ 3,84	96,85 $\pm$ 2,64
Goiaba 'Paluma'	69,85 $\pm$ 3,33	43,84 $\pm$ 2,43	98,90 $\pm$ 3,48	57,82 $\pm$ 3,53	35,43 $\pm$ 2,72	30,04 $\pm$ 1,88
Mamão 'Formosa'	64,34 $\pm$ 3,94	40,90 $\pm$ 6,80	79,06 $\pm$ 7,20	58,16 $\pm$ 2,67	40,43 $\pm$ 1,56	53,90 $\pm$ 3,77
Manga 'Tommy Atkins'	64,25 $\pm$ 5,86	41,86 $\pm$ 4,19	62,57 $\pm$ 16,52	65,94 $\pm$ 4,19	49,56 $\pm$ 5,02	80,86 $\pm$ 2,15
Laranja de Limoeiro	58,97 $\pm$ 4,59	48,72 $\pm$ 6,60	103,10 $\pm$ 7,06	40,22 $\pm$ 1,29	15,82 $\pm$ 3,15	92,33 $\pm$ 16,08
Laranja de Russas	60,80 $\pm$ 3,82	37,57 $\pm$ 4,11	115,75 $\pm$ 4,44	48,59 $\pm$ 3,86	18,53 $\pm$ 2,91	92,57 $\pm$ 11,55
Lima ácida 'Tahiti'	48,46 $\pm$ 5,56	36,61 $\pm$ 7,26	120,26 $\pm$ 5,29	44,09 $\pm$ 2,00	15,46 $\pm$ 3,35	116,91 $\pm$ 9,95
Pomelo	61,15 $\pm$ 2,62	40,57 $\pm$ 2,98	71,55 $\pm$ 9,94	32,56 $\pm$ 3,75	20,11 $\pm$ 4,66	29,04 $\pm$ 17,14
Tangerina de Russas	50,45 $\pm$ 2,86	30,26 $\pm$ 4,85	111,67 $\pm$ 7,65	38,17 $\pm$ 2,04	18,52 $\pm$ 2,99	84,26 $\pm$ 14,75

**Tabela 5A** Valores médios das características físicas de frutos de diferentes cultivares de abacaxi oriundos de plantios comerciais do Pólo Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará (média  $\pm$  DP, n=12).

Cultivar	Fruto			“Coroa”		
	Massa (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro mediano (cm)	Firmeza (N)	Massa (g)	Comprimento (cm)
‘Pérola’	1941,59 $\pm$ 107,56	21,53 $\pm$ 1,08	12,41 $\pm$ 0,39	100,36 $\pm$ 12,52	187,52 $\pm$ 31,05	21,44 $\pm$ 1,55
‘Jupi’	1822,01 $\pm$ 149,75	16,42 $\pm$ 0,72	12,82 $\pm$ 0,42	120,87 $\pm$ 8,68	201,68 $\pm$ 22,97	18,87 $\pm$ 2,34
‘Golden’	1798,89 $\pm$ 115,89	16,28 $\pm$ 0,97	12,7 $\pm$ 0,48	184,59 $\pm$ 41,06	184,21 $\pm$ 62,97	11,81 $\pm$ 4,58
Média Geral	1854,16	18,08	12,67	135,27	191,14	17,37
C.V (%)	4,131	16,549	1,784	32,470	4,855	28,701

**Tabela 6A** Valores médios das características físicas de frutos de goiaba, mamão e manga oriundos de plantios comerciais do Pólo Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará (média  $\pm$  DP, n= 28 para a goiaba, n= 8 pra o mamão e n= 16 pra a manga).

Fruto	Massa (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	Firmeza (N)
Goiaba	153,54 $\pm$ 18,54	7,87 $\pm$ 0,54	6,22 $\pm$ 0,33	16,68 $\pm$ 0,46
Mamão	1433,72 $\pm$ 279,99	23,28 $\pm$ 1,92	11,23 $\pm$ 0,61	26,06 $\pm$ 7,80
Manga	476,03 $\pm$ 48,98	11,20 $\pm$ 0,39	8,93 $\pm$ 0,35	6,41 $\pm$ 2,21

**Tabela 7A** Valores médios das características físicas de frutos cítricos, laranjas, lima ácida, pomelo e tangerina oriundos do Pólo Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará (média  $\pm$  DP, n= 28 laranjas e tangerina, n= 40 para a lima ácida e n= 16 para o pomelo).

<b>Fruto</b>	<b>Massa (g)</b>	<b>Suco (%)</b>	<b>Diâmetro (cm)</b>	<b>Comprimento (cm)</b>	<b>Espessura da casca (cm)</b>	<b>Firmeza (N)</b>
Laranja de Limoeiro	309,76 $\pm$ 48,98	50,52 $\pm$ 3,77	8,26 $\pm$ 0,53	8,49 $\pm$ 0,47	0,43 $\pm$ 0,07	78,69 $\pm$ 8,36
Laranja de Russas	405,14 $\pm$ 60,09	45,55 $\pm$ 3,83	9,37 $\pm$ 0,50	9,34 $\pm$ 0,56	0,50 $\pm$ 0,1	107,85 $\pm$ 20,14
Lima ácida 'Tahiti'	92,19 $\pm$ 13,10	39,85 $\pm$ 7,34	5,37 $\pm$ 0,28	5,65 $\pm$ 0,37	0,29 $\pm$ 0,06	80,20 $\pm$ 17,12
Pomelo	477,34 $\pm$ 143,66	34,84 $\pm$ 9,40	10,23 $\pm$ 1,18	10,04 $\pm$ 0,92	0,86 $\pm$ 0,26	71,44 $\pm$ 15,40
Tangerina de Russas	308,89 $\pm$ 30,62	37,54 $\pm$ 9,92	8,78 $\pm$ 0,31	8,27 $\pm$ 0,42	0,35 $\pm$ 0,05	77,10 $\pm$ 10,47

**Tabela 8A** Valores médios obtidos para os teores de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), pH, acidez titulável (AT), relação SS/AT, pectina total (PCT) e pectina solúvel (PCS) de frutos de diferentes variedades frutíferas, oriundos do Pólo Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará (média  $\pm$  DP).

Fruto	SS (°Brix)	AST (%)	AR (%)	pH	AT (%)	SS/AT	PCT (mg/100g)	PCS (mg/100g)
Abacaxi 'Pérola'	14,20 $\pm$ 0,33	10,66 $\pm$ 0,58	1,87 $\pm$ 0,09	3,75 $\pm$ 0,03	0,85 $\pm$ 0,01	16,76 $\pm$ 0,24	0,07 $\pm$ 0,01	0,01 $\pm$ 0,002
Abacaxi 'Jupi'	13,70 $\pm$ 0,36	10,68 $\pm$ 0,42	2,09 $\pm$ 0,10	3,84 $\pm$ 0,01	0,66 $\pm$ 0,03	20,51 $\pm$ 1,10	0,13 $\pm$ 0,02	0,01 $\pm$ 0,002
Abacaxi 'MD2'	15,77 $\pm$ 1,07	12,08 $\pm$ 1,06	3,47 $\pm$ 0,31	3,63 $\pm$ 0,05	0,71 $\pm$ 0,01	22,45 $\pm$ 1,37	0,11 $\pm$ 0,01	0,01 $\pm$ 0,002
Goiaba 'Paluma'	9,50 $\pm$ 0,20	7,29 $\pm$ 0,49	5,61 $\pm$ 0,73	3,59 $\pm$ 0,37	0,55 $\pm$ 0,03	17,12 $\pm$ 0,65	0,375 $\pm$ 0,05	0,339 $\pm$ 0,03
Mamão 'Formosa'	13,40 $\pm$ 0,06	10,60 $\pm$ 0,50	6,10 $\pm$ 0,30	4,99 $\pm$ 0,09	0,09 $\pm$ 0,01	152,86 $\pm$ 25,70	0,56 $\pm$ 0,04	0,54 $\pm$ 0,02
Manga 'Tommy Atkins'	16,8 $\pm$ 0,48	14,12 $\pm$ 0,22	1,50 $\pm$ 0,09	4,30 $\pm$ 0,17	0,30 $\pm$ 0,04	57,60 $\pm$ 9,68	0,32 $\pm$ 0,01	0,25 $\pm$ 0,03
Laranja de Limoeiro	9,47 $\pm$ 0,42	5,35 $\pm$ 0,4	2,20 $\pm$ 0,27	4,01 $\pm$ 0,05	0,51 $\pm$ 0,03	17,92 $\pm$ 1,03	2,55 $\pm$ 0,14	0,25 $\pm$ 0,04
Laranja de Russas	7,87 $\pm$ 0,13	4,03 $\pm$ 1,15	1,77 $\pm$ 0,06	4,30 $\pm$ 0,06	0,37 $\pm$ 0,05	21,87 $\pm$ 2,92	2,18 $\pm$ 0,48	0,37 $\pm$ 0,07
Lima ácida 'Tahiti'	8,37 $\pm$ 0,06	1,3 $\pm$ 0,19	0,72 $\pm$ 0,20	2,00 $\pm$ 0,06	6,30 $\pm$ 0,17	1,32 $\pm$ 0,04	2,50 $\pm$ 0,39	0,11 $\pm$ 0,01
Pomelo	8,60 $\pm$ 0,41	8,57 $\pm$ 1,11	3,32 $\pm$ 0,26	3,06 $\pm$ 0,03	0,92 $\pm$ 0,02	9,51 $\pm$ 0,54	1,76 $\pm$ 0,16	0,14 $\pm$ 0,01
Tangerina de Russas	8,43 $\pm$ 0,50	6,42 $\pm$ 0,30	2,21 $\pm$ 0,14	4,12 $\pm$ 0,06	0,43 $\pm$ 0,03	19,40 $\pm$ 1,92	2,30 $\pm$ 0,46	0,21 $\pm$ 0,006

**Tabela 9A** Valores médios obtidos para as características vitamina C, carotenóides totais (CT), flavonóides amarelos (FA), antocianinas (AT), fenólicos totais (TEP), atividade antioxidante total (AAT) método ABTS.

<b>Fruto</b>	<b>Vitamina C (mg/100g)</b>	<b>CT (mg/100g)</b>	<b>FA (mg/100g)</b>	<b>AT (mg/100g)</b>	<b>TEP (mg/100g)</b>	<b>ABTS (uM Trolox/g polpa)</b>
Abacaxi ‘Pérola’	21,22±0,94	0,29±0,05	18,22±6,01	nd	83,21±4,33	3,13±0,17
Abacaxi ‘Jupi’	33,37±0,74	0,32±0,09	22,26±5,58	nd	81,81±4,17	3,29±0,19
Abacaxi ‘Golden’	54,67±1,45	0,23±0,02	6,03±1,27	nd	98,61±10,13	5,71±0,29
Goiaba ‘Paluma’	77,34±3,20	1,62±0,25	8,40±0,34	0,34±0,02	210,00±7,28	21,09±0,97
Mamão ‘Formosa’	89,00±3,77	3,06±0,22	6,86±0,48	0,66±0,07	55,95±2,74	5,46±0,22
Manga ‘Tommy Atkins’	24,48±1,02	3,33±0,32	5,26±0,89	1,39±0,13	23,88±1,48	2,37±0,13
Laranja de Limoeiro	46,36±2,36	0,59±0,18	4,73±1,12	nd	38,91±0,75	3,47±0,22
Laranja de Russas	34,10±2,38	0,37±0,05	4,03±0,37	nd	31,73±2,25	2,90±0,28
Lima ácida ‘Tahiti’	36,82±2,44	0,05±0,009	6,89±0,55	nd	74,46±2,16	2,01±0,02
Pomelo	38,94±1,62	0,97±0,1	6,91±1,39	1,46±0,39	66,92±3,97	2,64±0,22
Tangerina de Russas	20,40±1,65	0,81±0,03	5,59±0,59	nd	26,85±1,15	2,40±0,09

**Tabela 10A** Valores médios obtidos para a atividade antioxidante total (AAT) pelo método ORAC, valores expressos em  $\mu\text{M}$  Trolox/ g de matéria seca (MS) e matéria fresca (MF).

Frutas	Conc. de leitura do Extrato (g/L)	ORAC ( $\mu\text{M}$ Trolox/ g)		Teor de Umidade (%)	
		MS	MF	Base Seca	Base Úmida
Abacaxi 'Pérola'	1,00	74,75 $\pm$ 2,63	9,97 $\pm$ 0,35	13,34	86,66
Abacaxi 'Jupi'	1,00	65,0 $\pm$ 5,72	8,92 $\pm$ 0,78	13,72	86,28
Abacaxi 'Golden'	1,00	59,75 $\pm$ 2,50	9,24 $\pm$ 0,39	15,46	84,54
Goiaba 'Paluma'	0,20	146,5 $\pm$ 11,68	17,9 $\pm$ 1,43	12,22	87,78
Mamão 'Formosa'	1,00	56,5 $\pm$ 4,65	7,66 $\pm$ 0,63	13,56	86,44
Manga 'Tommy Atkins'	2,50	19,75 $\pm$ 1,50	3,23 $\pm$ 0,25	16,34	83,66
Laranja de Limoeiro	1,00	88,25 $\pm$ 5,12	8,13 $\pm$ 0,47	9,21	90,79
Laranja de Russas	1,00	83,75 $\pm$ 1,71	5,37 $\pm$ 0,11	6,41	93,59
Lima ácida 'Tahiti'	1,00	64,0 $\pm$ 4,55	5,83 $\pm$ 0,41	9,11	90,89
Pomelo	0,25	145,25 $\pm$ 5,56	12,60 $\pm$ 0,48	8,68	91,32
Tangerina de Russas	1,00	73,75 $\pm$ 3,59	6,28 $\pm$ 0,31	8,52	91,48