



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

LEIRSON RODRIGUES DA SILVA

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS
DE UMBU-CAJAZEIRAS (*Spondias* sp.) ORIUNDOS
DA MICRORREGIÃO DE IGUATU, CE**

**AREIA - PB
2008**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

LEIRSON RODRIGUES DA SILVA

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS
DE UMBU-CAJAZEIRAS (*Spondias* sp.) ORIUNDOS
DA MICRORREGIÃO DE IGUATU, CE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Agricultura Tropical, para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Elesbão Alves

**AREIA - PB
2008**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial de Areia-PB, CCA/UFPB.

S586q Silva, Leirson Rodrigues da

Qualidade e atividade antioxidante de frutos de genótipos de umbu-
cazeiras (*Spondias* sp.) oriundos da microrregião de Iguatu, CE./ Leirson
Rodrigues da Silva – Areia - PB: UFPB/CCA, 2008. 135 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba-
Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2008.

Bibliografia

Orientador: Ricardo Elesbão Alves

1. *Spondias* sp 2. Caracterização 3. Atributos 4. β -Caroteno/Ácido
Linoléico. I. Alves, Ricardo Elesbão (Orientador) II. Qualidade e atividade
antioxidante de frutos de genótipos de umbu-cazeiras (*Spondias* sp.)
oriundos da microrregião de Iguatu, CE.

LEIRSON RODRIGUES DA SILVA

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS
DE UMBU-CAJAZEIRAS (*Spondias* sp.) ORIUNDOS
DA MICRORREGIÃO DE IGUATU, CE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Agricultura Tropical, para obtenção do grau de Mestre.

Aprovada em / / 2008

BANCA EXAMINADORA

Dr. Ricardo Elesbão Alves (Orientador)
Embrapa Agroindústria Tropical

Dra. Silvanda de Melo Silva (Co-Orientador)
Universidade Federal da Paraíba

Dr. Ildo Eliezer Lederman
IPA/Embrapa

Dr. Edy Sousa de Brito
Embrapa Agroindústria Tropical

DEDICO

Ao nosso DEUS pai todo poderoso que sempre esteve comigo nas minhas diferentes etapas da vida, realizações e vitórias.

Aos meus pais, Lafaete José da Silva e Edinete Rodrigues da Silva, por não medirem esforços para proporcionar escolarização de qualidade, pelo apoio incondicional em todas as etapas da minha vida, que sempre vêm fazendo o máximo para me verem progredir. Eu lembrarei sempre dos seus ensinamentos, amo vocês.

Aos meus irmãos José Lénisson e José Leonardo, que desde o início, veem crescendo e se esforçando para o progresso e desenvolvimento da nossa família, com esforços sempre venceremos, amo vocês.

À memória do meu avô, Manoel Rodrigues e a minha avó Maria Rodrigues por sempre me aconselharem a prosseguir nos estudos.

Aos meus tios e familiares mais próximos que sempre estiveram ao meu lado e suas respectivas famílias, bem como os demais que estiveram comigo, obrigado pela força e o apoio de sempre.

Aos meus primos e primas e aos demais que gosto bastante, por me tratarem muito bem, com respeito e bastante diálogo.

A todos meus verdadeiros amigos que sempre estiveram torcendo por mim.

AGRADEÇO

Ao Brasil e ao Governo Federal, por oportunizar dispendo de formação pública, gratuita e de qualidade.

Aos órgãos financiadores de bolsas de pesquisas e aperfeiçoamento profissional, a CAPES pela concessão da bolsa de Pós-Graduação.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, que me acolheu, onde tenho aprendido muito a vencer as etapas da vida, tendo respeito ao próximo e humildade, proporcionando condições adequadas a realizações de minhas atividades e pesquisas.

A Embrapa Agroindústria Tropical e em especial ao Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita pelo fornecimento do estágio e desenvolvimento de minhas atividades de pesquisa.

Ao Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNDECI do Banco do Nordeste (BNB) pelo apoio financeiro a realização deste trabalho através do financiamento do projeto Avaliação de Clones de Umbu-Cajá como Alternativa para a Produção Familiar no âmbito do Município de Iguatu – CE.

Ao meu orientador Pesquisador Dr. Ricardo Elesbão Alves, que acreditou em mim, dando-me apoio no momento de ingresso à pós-graduação, proporcionando a oportunidade de desenvolver atividades de pesquisas. Pessoa muito simples mesmo tendo a ciência, principalmente a Pós-Colheita. De altíssima capacidade intelectual, retidão de caráter, ética e a tranquilidade de um verdadeiro educador.

A minha co-orientadora, professora Dr^a. Silvanda de Melo Silva, pela dedicação da sua vida ao ensino, pesquisa e formação de profissionais na área agrônômica. Pela transparência, honestidade e amizade. Pela capacidade de indagar a acomodação e o incorreto. Por ser minha orientadora diante dos

assuntos acadêmicos, e ser uma profissional exemplar que sempre vou me espelhar.

Ao pesquisador Dr. Edy Sousa de Brito pelo apoio nas correções, proporcionando uma melhor qualidade em minhas atividades de pesquisa.

Ao Pesquisador Dr. Ildo Eliezer Ledermam pela participação como membro da banca examinadora.

Aos seletos professores, do curso de Pós-graduação em Agronomia que se apresentaram como um exemplo, durante este meu segundo passo no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

Ao professor Dijauma Honório Nogueira e a Escola Agrotécnica Federal de Iguatu pelo apoio financeiro e realização deste trabalho através do projeto FUNDECI.

Aos amigos (as) os verdadeiros “brothers” da turma de Pós-Graduação que participaram por mais essa etapa educativa de vivência acadêmica à me tornar um Pós-graduado em Engenharia Agrônômica-Emmanuelle Rodrigues Araújo, Juliana Pereira de Castro, Mônica Danielly de Mello Pereira, Marcos Manfio, Anarlete Ursulino, Maria Isabel, Lânia Ísis, Flávio Pereira, Lucicléia Barros Vasconcelos Torres, Noelma Miranda de Brito, Ricardo Hoffman, Kelina Bernardo, Dalmo Marcello e os demais amigos.

À funcionária da Embrapa e mestrande Márcia Régia, pela paciência constante, competência e apoio técnico para a realização das análises.

Aos amigos do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical: Adriana, Adriano, Alaís, Carol, Cyntia, Denise, Djauma, Eliardo, Elizângela, Hérica, Juliana, Larissa, Lígia, Josefranci, Jôze, Mário, Ovídio, Robson, Kellina, Rafaela, Delane, Roseane, Socorro, Suelane, Dona Maria, Vlayrton, Nara, David, Wedja, Rafael, Marcela, Melissa e Tiago pelo apoio e agradável convivência, facilitando a execução deste trabalho, transformando as dificuldades encontradas no dia a dia em momentos prazerosos e alegres.

Aos ex-estagiários da Embrapa Sâmia Paula, Sâvia Lyse e Luísa Kélbia pelo auxílio e amizade na condução do experimento.

As minhas eternas amigas, Cristiane Morgado e Maria Augusta pelo companheirismo e amizade, que se iniciou desde a chegada de São Paulo e continuou durante todo o estágio, ajudando não só nas dificuldades, mas compartilhando comigo os momentos alegres.

Aos meus irmãos José Lénisson e José Leonardo, pela união e incentivo constante. Em especial a minha amada mãe e ao meu pai, pelo seu amor e carinho dedicado a minha pessoa todos os dias, pela força e exemplo de paciência, sendo o meu alicerce. A toda a minha família, pelo carinho e pelas alegrias que proporcionam em minha vida. Não esquecendo dos meus queridos e fiéis amigos de república: Maria do Socorro de Caldas Pinto, Tatiana Gouveia Pinto Costa, Jaime Miguel, Celly e Zoinho.

**“A estes, tornando concreto, mais um passo
para minhas realizações”.**

Dedicatória aos amantes e justos das CIÊNCIAS AGRÁRIAS

“Cuidas da terra e a regas, e sem medida a enriqueces...regando os sulcos, aplainando os torrões, amolecendo com chuvisco a terra, abençoando seus brotos. Coroa o ano com teus bens, e tuas trilhas gotejam fartura. As pastagens do deserto gotejam, e as colinas se enfeitam de alegria. Os campos se cobrem de rebanhos e os vales se vestem de espigas; dão gritos de alegria e catam.” (Salmo 65 : 10 – 14)

“Feliz o homem que não vai ao conselho dos injustos, não para no caminho de pecadores, nem se assenta em roda de zombadores... Ele é como árvore plantada junto d’água corrente: da fruto no tempo devido, e suas folhas nunca murcham. Tudo o que ele faz é bem sucedido.” (Salmo 1 : 1)

**"Ainda se vier noites traiçoeiras se a cruz pesada for Cristo
estará contigo o mundo pode até fazer você chorar mais DEUS te
quer sorrindo".**

RESUMO

SILVA, L. R. DA. **QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE UMBU-CAJAZEIRAS (*Spondias* sp.) ORIUNDOS DA MICRORREGIÃO DE IGUATU, CE.** Areia: UFPB, 2008. 137p. (Dissertação-Mestrado em Agronomia).

A umbu-cajazeira é uma árvore frutífera de ocorrência espontânea no semi-árido nordestino; seus frutos são explorados apenas de forma extrativista. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de frutos de umbu-cajazeiras (*Spondias* sp.), oriundos de diferentes genótipos, por meio da caracterização física, físico-química e atividade antioxidante total. Foram colhidos frutos de vinte genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE e avaliados quanto: peso (total, casca e semente), diâmetro, comprimento, rendimento (polpa+casca), firmeza, sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, pH, acidez titulável, amido, pectina total e solúvel, vitamina C, carotenóides, flavonóides, antocianinas, polifenóis e atividade antioxidante pelo método β -caroteno/ácido linoléico. De uma maneira, houve uma variação entre os genótipos, para todas as características físicas avaliadas. Os genótipos apresentaram uma média de firmeza de 2,36 N, peso de 14,5g e um excelente rendimento de polpa (acima de 80%) destacando P5, P15 e P17, fator este de grande importância para a indústria. Com relação aos atributos de qualidade avaliados, os frutos em geral apresentaram acima de 10°Brix sólidos solúveis, alto teor de açúcares (6,73%), pH acima de 2,5 e acidez superior a 1% e baixo para amido (0,17%) e pectinas (0,37%). A média geral de vitamina C foi 26,55 mg/100g e de polifenóis foi 29,63 mg/100g. A atividade antioxidante avaliada pelo método β -Caroteno/Ácido Linoléico em três concentrações (5, 15 e 30g/L), apresentaram uma grande variação entre os materiais e um percentual de inibição da oxidação superior a 50% para todos os genótipos em estudo no tempo de 120 minutos.

Palavras-chave: *Spondias* sp, Caracterização, Atributos, β -Caroteno/Ácido Linoléico.

ABSTRACT

SILVA, L. R. DA. **QUALITY AND ACTIVITIES ANTIOXIDANTS OF GENOTYPES FRUITS OF THE TREE DE UMBU-CAJA (*Spondias* sp.) PROCEEDINGS OF MICROREGION OF IGUATU, CE.** Areia: UFPB, 2008. 137p. (Dissertation-Master Program in Agronomy).

The ‘umbu-cajá’ is a fruit tree species belonging to the *Anacardiaceae* family which has spontaneous occurrence in the semi-arid region of Northeast, Brazil. This work of research aimed to evaluate the quality of fruits of the tree umbu-cajazeiras (*Spondias* sp.), from different genotypes, through physical, physical-chemistry and total antioxidant activity. The fruits used in the experiment were harvested from twenty source plants of the tree umbu-caja proceeding from the town Iguatu, CE. The following parameters were evaluated: weight (peel, pulp, seed) diameter, size, yield (peel+pulp), firmness, soluble solids, soluble sugars and reductors, pH, titrable acidity, starch, total and soluble pectin, ascorbic acid, carotenoids, yellow flavonoids, anthocyanins, total extractable polyphenols and antioxidant activity for the method β -carotene/linoleic acid. In a way, it had a variation between the genotypes, for all the evaluated physical characteristics. The genotypes had presented a average of firmness 2,36N, weight of 14,5g and excellent yield pulp (above of 80%) distinguished P17, P5 e P15, factor this of great importance for the industry. With regard to the evaluated attributes of quality, the soluble solids fruits had in above of 10 °Brix, high content of sugars (6,73%), pH above of 2,5 and above acidity 1% and low for starch (0,17%) and pectin (0,37%). The general vitamin C was 26,55 mg/100 g and phenolics 29,63 mg/100g. The antioxidant activity evaluated by the β -carotene/linoleic acid in three concentrations (5, 15 and 30g/L), had presented a great variation between the materials and a percentage of inhibition of the superiority 50% for all the genotypes in study in the time of 120 minutes.

Keywords: *Spondias* sp, Characterization, Attributes, β -Carotene/Linoleic acid.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Planta de umbu-cajazeira (A), frutos de umbu-caja (B e C) (Iguatu, 2007).....	4
FIGURA 2	Mapa de localização das comunidades amostradas no Município de Iguatu, CE.....	31
FIGURA 3	Frutos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE (Genótipos P1 a P20).....	33
FIGURA 4	Peso total (g) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	44
FIGURA 5	Comprimento (mm) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	46
FIGURA 6	Diâmetro (mm) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	47
FIGURA 7	Rendimento (%) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	49
FIGURA 8	Peso da semente (g) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	51
FIGURA 9	Peso da polpa (g) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	52
FIGURA 10	Firmeza da polpa (N) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	53
FIGURA 11	Sólidos solúveis (°Brix) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	55
FIGURA 12	Açúcares solúveis totais (%) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	58
FIGURA 13	Relação SS/AT de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	59
FIGURA 14	Amido (%) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	60
FIGURA 15	Pectina total (%) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	63

FIGURA 16	Pectina solúvel (%) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	64
FIGURA 17	Vitamina C (mg/100g) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	66
FIGURA 18	Carotenóides totais (mg/100g) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	67
FIGURA 19	Flavonóides amarelos (mg/100g) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	69
FIGURA 20	pH de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	71
FIGURA 21	Acidez total (%) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	72
FIGURA 22	Açúcares redutores (%) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	74
FIGURA 23	Antocianinas (mg/100g) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	75
FIGURA 24	Polifenóis extraíveis totais (mg/100g) de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	76
FIGURA 25	Cinética da atividade antioxidante de extratos fenólicos da polpa de frutos de diferentes genótipos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	78
FIGURA 26	Percentual de inibição da oxidação de extratos fenólicos da polpa de frutos de umbu-cajazeiras provenientes do Município de Iguatu, CE.....	79
FIGURA 27	Atividade antioxidante de extratos fenólicos da polpa de frutos de umbu-cajazeiras em diferentes concentrações. Iguatu, CE.....	82
FIGURA 28	Coeficiente de atividade antioxidante de extratos fenólicos da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras em diferentes concentrações. Iguatu, CE.....	83
FIGURA 29	Razão da taxa de degradação de extratos fenólicos da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras em diferentes concentrações e tempos. Iguatu, CE.....	85
FIGURA 30	AOX de extratos fenólicos da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras em diferentes concentrações e tempos. Iguatu, CE.....	87

LISTA DE TABELAS

TABELA. 1	Caracterização de genótipos de umbu-cajá oriundos do Município de Iguatu-CE, 2007.....	32
TABELA. 2	Pluviosidade ocorrida no período de março de 2006 a março de 2007 na região de Iguatu, CE.....	32
TABELA. 3	Quadro geral com amplitude, média, intervalos de confiança e coeficiente de variação das características físicas dos frutos de umbu-cajazeiras.....	43
TABELA. 4	Quadro geral com amplitude, média, intervalos de confiança e coeficiente de variação das características físico-químicas dos frutos de umbu-cajazeiras.....	54

SUMÁRIO

RESUMO	x
ABSTRACT	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	Xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Aspectos gerais da planta	3
2.2 Recursos genéticos	5
2.3 Utilização e comercialização	7
2.4 Atributos de qualidade	9
2.5 Características físicas	10
2.5.1 Peso.....	10
2.5.2 Comprimento e diâmetro.....	11
2.5.3 Rendimento.....	12
2.5.4 Firmeza da polpa.....	12
2.6 Características físico-químicas	13
2.6.1 Sólidos solúveis e Açúcares.....	13
2.6.2 Acidez total e pH.....	14
2.6.3 Amido.....	16
2.6.4 Pectina.....	16
2.6.5 Relação SS/AT.....	18
2.7 Compostos com propriedades funcionais	19
2.7.1 Vitamina C.....	20
2.7.2 Carotenóides.....	22
2.7.3 Compostos fenólicos.....	23
2.7.4 Flavonóides e Antocianinas.....	26
2.8 Atividade Antioxidante	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1.1 Origem e Localização das Plantas.....	30
3.1.2 Preparo da Matéria-Prima e Condução do Experimento.....	30
3.2 Métodos	35

3.2.1 Avaliações Físicas.....	35
3.2.1.1 Peso Total.....	35
3.2.1.2 Peso da Polpa.....	35
3.2.1.3 Peso da Semente.....	35
3.2.1.4 Comprimento e diâmetro.....	35
3.2.1.5 Rendimento.....	35
3.2.1.6 Firmeza da polpa.....	36
3.2.2 Avaliações físico-químicas.....	36
3.2.2.1 Sólidos solúveis.....	36
3.2.2.2 Açúcares solúveis totais e redutores.....	36
3.2.2.3 pH.....	37
3.2.2.4 Acidez total.....	37
3.2.2.5 Amido.....	37
3.2.2.6 Pectina total.....	37
3.2.2.7 Pectina solúvel.....	38
3.2.2.8 Vitamina C.....	39
3.2.2.9 Carotenóides.....	39
3.2.2.10 Relação SS/AT.....	39
3.2.2.11 Flavonóides amarelos e antocianinas.....	39
3.2.2.12 Polifenóis extraíveis totais.....	40
3.2.2.13 Atividade antioxidante total.....	40
3.3 Delineamento experimental e análise estatística.....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1 Avaliações físicas.....	43
4.1.1 Peso total.....	44
4.1.2 Comprimento e diâmetro.....	46
4.1.3 Rendimento.....	48
4.1.4 Peso da semente e polpa.....	50
4.1.5 Firmeza da polpa	52
4.2 Avaliações físico-químicas.....	54
4.2.1 Sólidos solúveis e açúcares solúveis totais.....	55
4.2.2 Relação SS/AT.....	58
4.2.3 Amido.....	60

4.2.4 Pectina total e solúvel.....	61
4.2.5 Vitamina C.....	65
4.2.6 Carotenóides totais.....	66
4.2.7 Flavonóides amarelos.....	68
4.2.8 pH e acidez total.....	70
4.2.9 Açúcares redutores.....	73
4.2.10 Antocianinas.....	75
4.2.11 Polifenóis extraíveis totais.....	76
4.3 Atividade antioxidante total.....	77
4.3.1 Inibição da oxidação.....	79
4.3.2 Atividade antioxidante.....	81
4.3.3 Coeficiente de atividade antioxidante.....	83
4.3.4 Razão da taxa de degradação.....	84
4.3.5 Ângulo de inclinação da reta.....	86
5 CONCLUSÕES.....	88
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
7 ANEXOS.....	113

1. INTRODUÇÃO

A umbu-cajazeira (*Spondias* sp.), pertence à família Anacardiaceae e ao gênero *Spondias*, é considerada um híbrido natural entre o umbuzeiro e a cajazeira (GIACOMETTI, 1993) e tem origem desconhecida, apresentando características de planta xerófita encontrada em plantios desorganizados disseminados nos Estados do Nordeste.

O gênero *Spondias* possui 18 espécies distribuídas nos neotrópicos, Ásia e Oceania. No Nordeste brasileiro, destacam-se as espécies: *Spondias monbim* L. (cajazeira), *Spondias purpurea* L. (cirigueleira), *Spondias cytherea* Sonn. (cajaraneira), *Spondias tuberosa* Arr. Câm. (umbuzeiro), além das *Spondias* sp. (umbu-cajazeira e umbugueleira), que vem despertando interesse, especialmente para a agroindústria (MITCHEL e DALY, 1995).

O fruto da umbu-cajazeira é caracterizado como uma drupa arredondada, de cor amarela, casca fina e lisa, com endocarpo chamado “caroço”, grande, branco, suberoso e enrugado, localizado na parte central do fruto, no interior do qual se encontram os lóculos, que podem ou não conter uma semente. A umbu-cajazeira apresenta cerca de 90% dos endocarpos desprovidos de sementes (SOUZA et al., 1997) o que torna inviável a sua propagação sexual, sendo tradicionalmente propagada pelo método vegetativo assexuado, através de estacas de 35 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro (LOPES, 1997; SOUZA, 1998).

Os frutos possuem excelente sabor, aroma e boa aparência, muito consumidos na “in natura”, apresentando rendimento médio de 55 a 65 % em polpa, com potencial para a sua utilização na forma processada como polpa congelada, sucos, néctares e sorvetes (LIMA et al., 1990).

A espécie umbu-cajazeira, também conhecida como cajarana ou cajarana do sertão, ainda não foi definida botanicamente. Pode ser encontrada nas diversas regiões em seu estado nativo, sem qualquer cuidado de cultivo. Raramente são verificados cultivos racionais, usando-se comumente como cercas vivas, para sombreamento ou quebra-ventos. A umbu-cajazeira apresenta porte elevado e copa aberta. Seu tronco é semi-ereto e apresenta casca acinzentada, rugosa e grossa (NORONHA, 1997).

O consumo de frutas na alimentação humana tem deixado de ser somente um prazer para converter-se em uma necessidade, dadas as boas características que as mesmas têm para a saúde e bem-estar do homem. As frutas são fontes muito boas de energia, carboidratos, diversas vitaminas, minerais e produtos com propriedades bioativas, além de que proporciona variedade e sabor a dieta, constituindo parte importante desta (ALVES et

al., 2006). Há evidência epidemiológica convincente de que frutas e hortaliças são benéficas para a saúde geral e contribuem para a prevenção de processos degenerativos (PRIOR et al., 1998).

A inclusão de antioxidantes na dieta é de grande importância para a saúde e o consumo de frutas e hortaliças está relacionado com a diminuição do risco do desenvolvimento de doenças associadas ao acúmulo de radicais livres (POMPELLA, 1997).

Os danos induzidos pelos radicais livres podem afetar muitas moléculas biológicas, incluindo os lipídeos, as proteínas, os carboidratos e as vitaminas presentes nos alimentos. As espécies reativas de oxigênio também estão implicadas nas várias doenças humanas (BIANCHI e ANTUNES, 1999), tais como as cardiopatias, aterosclerose e problemas pulmonares. Os danos no DNA causados pelos radicais livres também desempenham um papel importante nos processos de mutagênese e carcinogênese (POULSEN et al., 1998). A capacidade antioxidante em tecidos de organismos vivos é altamente complexa e ainda não está bem definida. Entretanto, alimentos ricos em compostos flavonóides são antioxidantes fortes que protegem as lipoproteínas de baixa densidade contra oxidação (AVIRAM e FUHRMAN, 2003).

Quase todo o conhecimento disponível sobre capacidade antioxidante de frutas, entretanto, foi gerado pela pesquisa com frutas de clima temperado cultivadas em países do hemisfério norte, como ameixas e praticamente todas as chamadas *berry fruits*—mirtilo, framboesa, morango, amora, e outras (PRIOR et al., 1998; WANG e LIN, 2000; GIL et al., 2000).

Considerando a importância sócio-econômica do umbu-cajá se faz necessárias pesquisas com a finalidade de gerar informação mais abrangente sobre sua composição, sua atividade antioxidante e conseqüentemente os benefícios à saúde do consumo deste fruto, com o intuito de ampliar o consumo, comercialização e agregar valor ao mesmo.

Mediante ao exposto, o presente trabalho teve como objetivos:

- I. Avaliar a qualidade de frutos de umbu-cajazeiras, oriundos de diferentes genótipos, através de caracterização física e físico-química, selecionando dentre os genótipos aqueles que apresentem qualidade superior;
- II. Avaliar a atividade antioxidante total da porção comestível dos frutos de diferentes genótipos pelo método β -caroteno/ácido linoléico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais do umbu-cajá

A família Anacardiaceae possui cerca de 600 espécies, distribuídas em vários gêneros, destacando-se aqui o gênero *Spondias*. Esse gênero possui cerca de 18 espécies nas regiões tropicais do mundo. Seus frutos são caracterizados por apresentarem a polpa bastante suculenta, e na maturidade costuma ser de coloração amarela, laranja, púrpura e vermelha (CROAT, 1974).

A umbu-cajazeira é uma planta arbórea, da família Anacardiaceae. Presume-se ser resultante do cruzamento natural entre a cajazeira (*Spondias monbim*) e o umbuzeiro (*S. tuberosa*). É uma frutífera tropical nativa do Nordeste brasileiro, de fácil propagação, que apresenta grandes perspectivas de inserção no mercado interno de frutas não tradicionais, especialmente na forma de polpa, sucos e sorvetes (RITZINGER et al., 2001).

A planta da umbu-cajazeira (Figura 1) é vigorosa, de caule liso, caducifólia, ultrapassa os 20 m de altura, com folhas compostas de até 30 cm de comprimento. As flores são esbranquiçadas, dispostas em inflorescência terminais. Os frutos são do tipo drupa, ovóides, de até 5 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro, distribuídos em cachos, possuem casca fina e lisa, amarela, polpa comestível amarelo-alaranjada, pouco firme, com sabor agridoce quando maduro (SILVA et al., 2001). O fruto possui endocarpo pequeno e em sua maioria desprovido de sementes e a raiz é caracterizada pela presença de xilopódio (SOUZA, 1998).

Seu porte é relativamente elevado, a copa é aberta, com 12 a 16 m de diâmetro, e altura média de 8 a 12 m. O tronco é semi-ereto, apresentando casca acinzentada, rugosa e grossa. O fruto é constituído por endocarpo rígido e lenhoso, em cujo interior pode existir ou não sementes. A casca apresenta coloração verde quando imaturo, passando para o amarelo ou alaranjado quando maduro, tendo casca fina, lisa e polpa suculenta de sabor ácido a adocicado, chegando a pesar em média 22 g, com diâmetro médio aproximado de 35 mm. (CARDOSO et al., 1998).



Figura 1. Planta de Umbu-cajazeira (A); Frutos de umbu-cajá (B e C) (Iguatu, 2007).

2.2 Recursos Genéticos

A flora brasileira destaca-se pela riqueza de espécies com potencial para uso na agricultura, melhoramento genético e domesticação de espécies frutíferas. O aproveitamento da variabilidade genética dessas espécies tem sido modesto em relação a seu valor estratégico para o desenvolvimento de novos produtos nacionais (ALVES et al., 2005).

Estimam-se que 250 mil espécies de plantas já foram descritas em âmbito mundial, sendo o Brasil considerado o país mais rico, com cerca de 55 à 60 mil espécies, correspondente a 22% do total (ARAGÃO et al., 2002), incluindo entre elas cerca de 500 espécies frutíferas, na maioria muito pouco estudadas (GIACOMETTI, 1993). Este último autor propôs a existência de dez centros de diversidade de fruteiras nativas no Brasil, entre os quais os centros do Nordeste-Caatinga e o da Mata Atlântica. Este último devido à ação antrópica crescente, já foi muito devastado, podendo ter sofrido perdas irreparáveis e irreversíveis de varias frutíferas nativas e naturalizadas com algum potencial agrônômico.

O Nordeste brasileiro destaca-se como um grande produtor de frutos tropicais nativos e cultivados, em virtude das condições climáticas prevaescentes. A fruticultura, nesta região, constitui-se em atividade econômica bastante promissora, devido ao sabor e aroma exótico de seus frutos e à sua enorme diversificação. O conhecimento do valor nutritivo desses frutos assume importância considerável, pois alimentação adequada e aplicação de métodos tecnológicos eficientes só se tornam possíveis mediante conhecimento do valor nutricional dos alimentos (MACEDO et al., 1995).

O umbu-cajá encontra-se em processo de domesticação, tendo características xerófitas, ocorrendo em diversos estados do Nordeste como Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia, Ceará e Piauí (GIACOMETTI, 1993). Recursos genéticos desta planta estão disponíveis nos Bancos de germoplasmas do IPA-PE e EMEPA-PB.

A ausência do conhecimento sobre a origem das plantas genótipos e os plantios advindos de sementes, resultou em grande variabilidade de tamanho, forma e características de qualidade fazendo-se necessário uma caracterização dos frutos em relação a cada região na qual as plantas estão disseminadas (GIACOMETTI, 1993).

A variabilidade genética existente ao nível populacional de espécies nativas é um dos fatores mais importantes no que se refere à conservação e aproveitamento de recursos genéticos em programas de melhoramento (ALVES et al., 2005). Entretanto, um dos maiores problemas dos recursos genéticos é a escassez de informações, principalmente

daquelas relacionadas com a caracterização genética, e culmina com a carência de estudos sobre a diversidade genética das espécies com potencial econômico para a região. Nesse sentido, a caracterização de germoplasma é necessária, com vistas a assegurar informações sobre essas fontes de genes para utilização futura, que, além de prevenirem a perda desses recursos, são fundamentais para o sucesso da sua produção agrícola (COSTA et al., 2001). Além disso, a caracterização permite identificar genótipos potencialmente úteis para produção de frutos tanto para consumo “in natura”, quanto para a industrialização (SOUZA, 2001).

A identificação dos padrões de variabilidade genética é extremamente necessária para o desenvolvimento dos seguintes aspectos: para a conservação de recursos genéticos, tanto *in situ* como *ex situ*; como modelo de sistemas de cultivo apropriados às condições ecológicas das regiões tropicais; e como fonte gênica alimentadora dos programas de melhoramento genético (PAIVA, 1998).

Com relação às *Spondias*, a seleção de plantas que apresentam características de produtividade, precocidade na produção de frutos são alguns aspectos a buscar no seu melhoramento (VILLACHICA, 1996), bem como a qualidade na sua composição química. O uso de cultivares adaptadas às diferentes condições de clima, solo e sistema de produção é o princípio fundamental para a obtenção de incrementos de produtividade e de qualidade de qualquer vegetal (NOGUEIRA et al., 2006^a).

Monte (2006) comenta que o melhoramento genético de plantas tem, com sucesso, aumentar a produtividade com enfoque na obtenção de altos rendimentos e melhor adaptação a estresses bióticos e abióticos. Entretanto, os programas de melhoramento destinados aos metabólitos secundários promotores da saúde (como os carotenóides e compostos fenólicos) têm sido negligenciados.

Quantificar essa variabilidade dentro das populações é crucial para avaliar como as espécies enfrentam o ambiente e se mantêm vivas e reprodutivas ao longo dos tempos. A análise da variabilidade genética das espécies nativas passou a ter hoje um papel de destaque na definição das estratégias de conservação e manejo de populações naturais (RIBEIRO; RODRIGUES, 2006). O uso de cultivares adaptadas às diferentes condições de clima, solo e sistema de produção é o princípio fundamental para obtenção de incrementos de produtividade e de qualidade de qualquer vegetal (NOGUEIRA; FIGUERÊDO; MÜLLER, 2006).

2.3 Utilização e Comercialização

As frutas têm sido historicamente, um componente necessário e comum na alimentação humana. Portanto, estudos que redundem em conhecimento para facilitar a exploração e a expansão de seu cultivo se revestem de um caráter importante. Apesar disso, pouco se tem estudado sobre as frutas comestíveis nativas ou introduzidas nos trópicos. Muitas espécies poderiam ser exploradas, economicamente, porém o desconhecimento quase total de sua biologia apresenta-se com um fator limitante (MEDEIROS, 1985).

Segundo Gibson (1972), citado por Pires (1990), a industrialização de frutos no Nordeste brasileiro ainda não atingiu os níveis desejados, tanto do ponto de vista quantitativo, como qualitativo, limitando-se as empresas deste ramo ao aproveitamento de frutos já tradicionais ao processo de transformação industrial.

O Umbu-cajá é um fruto que vem crescendo em importância econômica, principalmente no consumo de polpa no Nordeste Brasileiro. Este fato é comprovado pela crescente procura de seus frutos e produtos processados em estabelecimentos comerciais e restaurantes da região. A crescente demanda para industrialização do umbu-cajá deve-se principalmente às boas características para industrialização, e por esse apresentar cerca de 55% de polpa no fruto maduro, aliado ao aroma e sabor muito agradáveis (SILVA et al., 2002).

O aproveitamento socioeconômico e a demanda de pesquisas de espécies frutíferas nativas, como o umbu-cajá, têm sido inibidos tanto pela forte pressão do mercado consumidor de frutas tradicionais de clima tropical e subtropical, já adaptadas, como também pelo mercado de frutas de clima temperado, aclimatadas. Porém, a oferta de novas alternativas de frutas frescas para o consumo in natura e matéria-prima para agroindústrias constituem uma preciosa fonte de alimentos e riqueza para o país. O extrativismo é a forma de exploração desta espécie que apresenta grande potencial agroindustrial e é encontrada espontaneamente nas regiões semi-áridas, sub-úmidas e semi-úmidas do Nordeste brasileiro. Seus frutos, por apresentarem boa aparência, elevado teor de vitamina C e de glicídios, além de aroma agradável e sabor agridoce, são bastante apreciados, tanto para o consumo in natura, como também, na forma de sucos, doces, picolés e sorvetes (GIACOMETTI, 1993).

O método de colheita pode ser o manual, pois a umbu-cajazeira apresenta altura menor que a cajazeira, facilitando a coleta dos frutos, que devem ser colhidos nos estádios

“verdosos” ou “de vez”, tendo em vista serem classificados como climatéricos, o que proporciona uma melhor seleção dos frutos e qualidade de seus produtos. Os frutos maduros desprendem-se da planta e caem, ocasionando danos ao se chocarem com galhos e solo, podendo perder líquido e entrar em processo de fermentação, além de ficarem expostos ao ataque de insetos, deteriorando-se rapidamente, prejudicando sua comercialização. Esses frutos são vendidos a granel, sem nenhuma padronização, perdendo rapidamente a qualidade, dificultando a elevada taxa de oferta de umbu-cajá, em mercados distantes dos locais de produção devido à sua perecibilidade e pouca informação sobre seu manuseio pós-colheita. (LIMA et al., 2002).

Para determinar o ponto ideal para colheita de umbu-cajá, pode-se levar em consideração o desenvolvimento da cor externa dos frutos, pois apresentam mudanças de coloração gradativa do verde ao amarelo alaranjado, facilitando a avaliação. Embora o desenvolvimento da coloração externa não seja um índice seguro do grau de maturação, pode ser recomendado como indicador do seu ponto de colheita, pois quando os frutos começam a mudar de verde-amarelo para amarelo, já apresentam quase todas as características de frutos maduro. Vale ressaltar que, para as normas de classificação, padronização e comercialização de frutas que vêm sendo adotadas pelo “Programa Brasileiro para Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Horti-Granjeiros”, a cor tem papel importante, no índice de padrão, para determinar a qualidade do produto (LIMA et al., 2002).

Em virtude da ausência de plantios racionais, na época de safra o umbu-cajá é comercializado principalmente em feiras livres (LIMA et al., 2002). Na Paraíba, a safra concentra-se de maio a julho, quando é comum a comercialização ao longo das rodovias, embora esporadicamente ainda possam ser encontradas plantas com frutos em setembro (SACRAMENTO, 2000), enquanto no Ceará o período de safra varia de janeiro a maio.

Pelas potencialidades apresentadas pela umbu-cajazeira pode-se afirmar que se trata de um recurso fitogenético promissor para a região Nordeste, onde as condições edafoclimáticas favorecem o seu cultivo e produção. No entanto, ao contrário de outras frutíferas do mesmo gênero é pouco estudada. O reconhecimento como fruteira de expressão Econômica é fato recente, porém já ultrapassou as fronteiras do Nordeste, sendo comercializado nas grandes capitais brasileiras (OLIVEIRA et al., 2002).

No Brasil, notadamente no Nordeste, o umbu-cajá tem considerável importância social e econômica, representando fonte segura de emprego e renda para o pequeno

produtor durante a safra, que comercializa amplamente este fruto nas rodovias, feiras livres e quitandas.

Esse novo hábito de consumo na população, antes refém da disponibilidade sazonal das frutas nativas, fez crescer a demanda por sucos e sorvetes oriundos de polpas congeladas (FERREIRA et al., 2005). Da polpa congelada podem ser feitos ainda outros produtos como doces e geléias. Também pode ser utilizada como aditivo em bebidas lácteas e, ainda, nas formas de produtos como refresco em pó e néctar. Por outro lado existem grandes perspectivas de crescimento no mercado das misturas entre sucos de espécies de frutas diferentes (“mixed juices”), principalmente com os de sabor exótico (FRANZÃO; MELO, 2008).

2.4 Atributos de Qualidade

A qualidade de frutos e hortaliças corresponde ao conjunto de atributos ou propriedades que os tornam apreciados como alimento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

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

A manutenção da qualidade dos frutos, por sua vez, está relacionada à minimização da taxa de deterioração, de modo, a manter as características normais do produto, como textura, cor, aparência externa, sabor e aroma, bem como a atratividade aos consumidores pelo maior espaço de tempo possível quando os padrões de qualidade são bem estabelecidos (NORONHA, 1998).

O amadurecimento da maioria dos frutos frescos é caracterizado pelo amaciamento da polpa ou perda de firmeza, onde as modificações e degradações da parede celular têm papel fundamental (FERNANDES, 1996).

A transparência na comercialização, melhores preços, tanto para produtores como para consumidores são obtidos, além de menores perdas e melhor qualidade. Os frutos, quando atingem sua maturação fisiológica, apresentam aumento máximo no tamanho, bem como a formação dos constituintes químicos. (LIMA et al., 2002).

Segundo Kader (1992), citado por Cocozza (1996), diversos fatores ambientais podem influenciar a deterioração de produtos hortícolas, dentre os quais, temperatura, umidade relativa, composição atmosférica, etileno, luz e outros. No entanto, a temperatura é o fator ambiental que mais influencia a taxa de deterioração de produtos colhidos; e ainda, que o controle desta é o instrumento mais eficaz para estender a vida útil pós-colheita de produtos hortícolas. No Brasil, o emprego de tecnologia inadequada na pré e pós-colheita, aliada ao clima que favorece a ação microbiana, pode levar a ocorrência de desordens fisiológicas, limitando a manutenção da qualidade para os consumidores.

De acordo com Baiardi et al. (2001) o conceito de qualidade está associado ao sistema de “Produção Integrada de Frutas”, PIF, que seria a produção de frutas de forma econômica e com máximo de respeito ao meio ambiente e à saúde do consumidor e o produtor. Isso se daria por meio da minimização do uso de agroquímicos e mediante a integração de práticas de manejo de solo.

Ao se estudar a qualidade do umbu-cajá, várias são as características que podem ser avaliadas, tais como: o tamanho, peso, cor, textura, teor de sólidos solúveis (SS), acidez total (AT), pH e a relação SS/AT, pigmentos, compostos fenólicos e atividade antioxidante. Cada uma das características é avaliada de maneira diferente, servindo para indicar a época de colheita, o estágio de maturação mais adequado para a colheita do fruto e, principalmente, o atributo de sua qualidade (LIMA et al., 2002).

2.5 Características físicas

2.5.1 Peso

O peso, em geral, correlaciona-se bem com o tamanho do fruto e constitui uma característica varietal. Ao atingirem o pleno desenvolvimento, as frutas devem apresentar peso variável dentro dos limites aceitáveis da cultivar, os quais são bastante flexíveis (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Os produtos com peso padronizados são mais fáceis de serem manuseados em grandes quantidades, facilitando a classificação e embalagem de

acordo com a conveniência do mercado consumidor, mantendo a qualidade e reduzindo as perdas pós-colheita.

O peso e o tamanho são características físicas inerentes às espécies ou cultivares, mas são utilizados como atributos de qualidade para seleção e classificação dos produtos de acordo com a conveniência do mercado consumidor (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Santos (1996), analisando a caracterização física de umbu-cajá do Brejo Paraibano obteve pesos médios do fruto de 10,52 à 18,57g, da casca de 2,94 à 3,47g, do caroço de 1,61 a 2,96g e da polpa de 5,05 a 10,64g.

Noronha, Cardoso e Dias (2000) estudando frutos maduros de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.), notaram valores bem próximos nas dimensões do comprimento e largura, levando o fruto a uma forma quase cilíndrica, o que facilitaria o acondicionamento em embalagem para venda in natura.

Noronha (2000), analisando a caracterização física de umbu-cajá do Baixo Jaguaribe- CE e Assu- Mossoró-RN obteve pesos médios dos frutos nos dois estádios de maturação estudados que variaram de 12,60 a 13,24 g.

2.5.2 Comprimento e Diâmetro

O tamanho e a forma são atributos importantes, pois a variação entre as unidades individuais de um produto pode afetar a escolha desse produto pelo consumidor; as práticas de manuseio; a seleção de mercado e o destino final. O diâmetro longitudinal (ou comprimento) e o transversal representam, em conjunto, o tamanho, e a sua relação dá idéia da forma do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O tamanho e a forma são importantes nas operações de processamento, porque facilitam os cortes, descascamentos ou misturas para obtenção de produtos uniformes. Os produtos de maior tamanho são mais econômicos; entretanto, em alguns casos, são preferidos os de tamanho médio, pelas características de aroma e sabor, por adaptação aos equipamentos ou pelo conteúdo de suco (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Essas medidas, comprimento e diâmetro, são de grande utilidade para frutos destinados ao consumo, já que são um importante fator de aceitação pelo consumidor, e de menor importância para os destinados ao processamento, porém, vale salientar que frutos muito grandes ou muito pequenos dificultam a extração da polpa em despolpadeiras.

Santos (1996), obteve comprimento médio de umbu-cajá variando de 29,35 à 32,80 mm, diâmetro médio de 23,77 à 30,37 mm, comprimento médio do caroço de 19,99 à 21,33mm e diâmetro médio do caroço de 10,76 à 13,10 mm.

Noronha (2000), obteve comprimento médio de umbu-cajá variando de 28,88 a 29,60 mm nos dois estádios de maturação. Estas dimensões são próximas das determinadas por Santos (1996), quando trabalhou com a mesma espécie cujos valores oscilaram de 29,35 a 29,60 mm de comprimento. Para o diâmetro de umbu-cajá, foram encontrados valores que variaram de 29,11 à 29,57 mm, que também se aproximaram das mensurações efetuadas por Santos (1996).

2.5.3 Rendimento em Polpa

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

O rendimento de polpa das frutas, é um parâmetro importante a ser considerado no projeto de uma planta agroindustrial. Esse coeficiente de rendimento é definido pela razão entre o peso do fruto e o de polpa, obtida no processo. O rendimento depende do tipo de fruta, da região de produção, do método de extração (com ou sem enzima) e do tipo de máquina extratora.

Santos (1996), analisando a caracterização física de umbu-cajá obteve 59,59 à 65,42% de rendimento médio de polpa. Sacramento et al., (1998), quando trabalhou com esta mesma espécie encontrou valores de peso semelhantes aos obtidos no presente trabalho.

Noronha (2000), analisando a caracterização física de umbu-cajá obteve 72% de rendimento médio de polpa, nos dois estádios de maturação dos frutos estudados na região do Baixo Jaguaribe-CE e Assu-Mossoró-RN.

2.5.4 Firmeza da Polpa

Um atributo de qualidade limitante para a aceitação de produtos frutícolas é a firmeza, sendo também um dos principais indicadores para avaliar a maturação. Segundo Abbot e Harker (2002), o termo firmeza engloba propriedades estruturais e mecânicas

perceptíveis através do tato, seja pela mão ou pela boca. Para Szczesniak (2002), este termo expressa as manifestações sensoriais e funcionais das propriedades estruturais e mecânicas de um dado produto, percebidas não só através do tato, mas também da visão e audição.

Alguns dos termos incluídos no contexto da palavra textura como uma característica sensorial em frutas e hortaliças, segundo Chitarra e Alves (2001), são firmeza, maciez, fibrosidade, suculência e amolecimento, sendo atualmente, denominadas mais usualmente de firmeza.

A firmeza representa uma das mais importantes características físicas, uma vez que frutos com firmeza mais elevada apresentam, uma vida útil pós-colheita mais prolongada. Essa característica está associada não só a composição e estrutura das paredes celulares, como também, com a manutenção de sua integridade (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

2.6 Características Físico-químicas

2.6.1 Sólidos Solúveis (SS) e Açúcares Solúveis Totais (AST)

A determinação dos sólidos solúveis presentes no fruto normalmente é feita com o objetivo de se ter uma estimativa da quantidade de açúcares presentes nos frutos, embora, medidos através de refratômetro, incluam principalmente açúcares solúveis em água, além das pectinas, fenólicos, vitaminas, sais, ácidos, aminoácidos e algumas proteínas. Normalmente é expressa em ($^{\circ}$ Brix), podendo-se converter em percentagem (HOBSON e GRIERSON, 1993).

Analisando características tecnológicas de frutos do gênero *Spondias* no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Lima et al. (1990) constatou um teor de sólidos solúveis para ciruguela de 20,0; umbu-cajá, 13,0; cajarana, 17,0; umbu, 8,0 e cajá, 11,5 $^{\circ}$ Brix.

Os conteúdos de sólidos solúveis para frutos da umbu-cajazeira, aumentaram em função dos estádios de maturação, havendo diferença significativa, apenas, para frutos 1FTV (fruto totalmente verde), em relação aos demais estádios de maturação, constatando-se valores médios de 11,25 $^{\circ}$ Brix, para os demais estádios. Os sólidos solúveis relatados estão próximos aos de Noronha et al. (2000), e de 11,04 à 12,88 $^{\circ}$ Brix, para umbu-cajás do baixo Jaguaribe-CE e Assu-Mossoró-RN.

Fonseca et al (2001), analisando a caracterização físico-química de umbu-cajá obteve para os sólidos solúveis, valores que variaram de 11,1 °Brix e 14,7 °Brix, os quais são perfeitamente comparáveis aos resultados reportados por Noronha et al. (2000): 11,04 °Brix e 12,88 °Brix.

Os açúcares solúveis presentes nas frutas na forma livre ou combinada são responsáveis pela doçura, pelo flavor, por meio de balanço com os ácidos, pela cor atrativa, como derivados de antocianidinas (glicosídeos), e pela textura, quando combinados aos polissacarídeos estruturais. O teor de açúcares usualmente aumenta com o amadurecimento das frutas por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Segundo Matsui et al. (1991), citado por Coccozza (1996), os açúcares são os contribuintes mais importantes para o sabor dos frutos. Os principais açúcares presentes no fruto são: glicose, sacarose e frutose, sendo este último o açúcar predominante, variando com o tipo de fruto. Em geral, a uma dada concentração, a língua humana registra frutose, como sendo mais doce e glicose como sendo menos doce que a sacarose. Assim, a composição de açúcares afeta, não somente a intensidade, mas também, a qualidade da doçura.

Os principais açúcares solúveis presentes em frutos são a glicose, a frutose e a sacarose e o teor de açúcares normalmente constitui de 65 a 85 % do teor de sólidos solúveis totais (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Fonseca et al. (2001), analisando a caracterização físico-química de umbu-cajá obteve para açúcares solúveis totais (8,56%) em frutos coletados em diversas comunidades de Muritiba-Bahia.

2.6.2 Acidez Total e pH

O pH associado com a acidez total são os principais métodos usados para medir a acidez de frutos e hortaliças. O pH mede a quantidade de íons hidrogênio no suco (MENEZES e ALVES, 1995).

O pH, assim como a acidez, está associado com o processo de amadurecimento dos frutos, podendo ser utilizado na determinação do ponto de colheita. Apesar das características físicas e químicas serem influenciadas por vários fatores, como as condições edafoclimáticas, adubação, cultivar, época de plantio, colheita e outros, é importante

analisá-las, buscando estabelecer padrões mínimos de identidade e qualidade para consumo e industrialização.

A concentração de íons hidrogênio (pH) é um fator de grande influência na qualidade e segurança dos alimentos. De um modo geral, fornece uma indicação do seu potencial de deterioração, atestado pela acidez desenvolvida (GOMES, 1996; GAVA, 1999).

Lima et al. (2002) apresentaram que o pH de umbu-cajá manteve-se estável, nos diferentes estádios de maturação, com valores médios de 2,01 à 2,09, de modo que as polpas de umbu-cajás, no estádio maduro, apresentaram valores de pH abaixo dos encontrados em outros frutos do gênero *Spondias*, como cajá, apresentando pH de 3,30 (ALDRIGUE, 1988); 2,75 (LIMA et al., 1990); 2,4 a 3,0 (SACRAMENTO e SOUZA, 2000); umbu azedo com 2,26 e umbu doce com 2,28 (COSTA, 1998). Os valores médios de pH e acidez total encontrados, favorecem a estabilidade microbiológica da polpa não havendo necessidade da adição de ácido cítrico, na formulação durante o processamento de néctar, minimizando o crescimento de leveduras.

Fonseca et al. (2001), analisando a caracterização físico-química de umbu-cajá obteve para pH valores que estiveram entre 2,27 e 3,03, sendo semelhantes aos obtidos por Ritzinger et al (2001): 2,4 e 3,0.

A acidez total é um dos principais métodos usados para medir acidez de frutos, determinada pela percentual de ácidos orgânicos (KRAMER, 1973). É usualmente calculada com base no principal ácido orgânico presente, expressando-se o resultado com percentagem de acidez titulável, que é usualmente determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

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

Os teores de acidez total para umbu-cajá, mostraram-se mais elevados, nos frutos totalmente verdes, e decrescentes com o avanço da maturação, obtendo-se os valores de 2,40 à 1,55g de ácido cítrico/100g, com resultados semelhantes aos apresentados por Costa (1998), com cajá.

Fonseca et al. (2001), analisando a caracterização físico-química de umbu-cajá obteve para a acidez total valores que variaram de 0,9% à 2,6%, que estão na faixa dos resultados obtidos no presente trabalho.

2.6.3 Amido

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

As cadeias de amilopectina são ramificadas e da amilose retas. Além disto, a amilose forma géis firmes após o resfriamento e tem grande tendência a precipitar, enquanto que a amilopectina apresenta geleificação lenta ou inexistente, precipitação lenta, e textura gomosa e coesiva (FENNEMA, 1993).

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

A principal transformação quantitativa que ocorre na maturação de frutas é a degradação de carboidratos, notadamente a conversão de amido em açúcares solúveis. Essa transformação tem efeito no sabor e na textura (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Martins e Melo (2008) encontraram em cajá (*Spondias monbim*) teores de amido de 1,92% para frutos predominantemente amarelos e 0,52% para frutos amarelos e para a ciriguela (*Spondias purpurea*), é observado em três estádios de maturação os seguintes teores de amido: verde - 9,13%; amarelo - 2,61% e para frutos maduros 1,01%.

2.6.4 Pectina

As pectinas são complexos coloidais de polissacarídeos estruturais ácidos, que são encontrados na lamela média da parede celular dos vegetais (KASHIAP et al., 2001). Estruturalmente, as moléculas de pectina são constituídas de uma cadeia principal linear de

unidades repetidas de (1-4)-a-D-ácido galacturônico, sendo que parte destas unidades apresenta-se esterificada, como éster metílico (HWANG et al., 1993).

Um dos aspectos que diferencia as pectinas entre si é o seu conteúdo de ésteres metílicos, ou grau de esterificação (FENNEMA, 1993). Segundo Kashiap et al. (2001), as substâncias pécticas são classificadas em protopectina, ácido pectínico e ácido péctico, dependendo da proporção de grupos carboxílicos esterificados por grupamentos metil-éster, da presença de cadeias laterais glicosídicas e solubilidade.

A protopectina é a substância péctica presente na polpa dos frutos verdes, são substâncias insolúveis em água que, por hidrólise enzimática (ação de protopectinases e pectinametilesterase) ou ácida, transformam-se em ácidos pectínicos. Dependentemente do grau de polimerização e da metilação os ácidos pectínicos podem ser coloidais ou solúveis em água. Os ácidos pectínicos solúveis são conhecidos como pectinas de baixa metoxilação. A ação completa da pectinametilesterase sobre tais ácidos conduz à eliminação total dos grupos metilésteres, dando lugar aos ácidos pécticos (FENNEMA, 1993; GAVA, 1999).

As pectinas possuem grande capacidade para formar géis e são utilizadas, na indústria de alimentos, como geleificantes (WILDMAN, 2001). A capacidade de geleificação é fortemente influenciada pelo grau de metoxilação. Sendo as pectinas subdivididas, em função do grau de esterificação ou metoxilação (GM), definido como 100 vezes a razão entre o número de resíduos de ácido galacturônico esterificados e o número total de resíduos de ácido galacturônico (FENNEMA, 1993). De acordo com esta classificação tem-se: pectinas com alto teor de metoxilas (ATM) - possuem GM>50% e pectinas com baixo teor de metoxilas (BTM) - possuem GM<50% (SBRT, 2007).

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

As pectinas ou substâncias pécticas estão presentes nas frutas e são, de modo geral, as principais responsáveis pela manutenção da estrutura da parede celular. Sua concentração é variável entre espécies e o teor diminui na medida em que a maturação avança. Frutas como maçã, marmelo, pêra e ameixas são ricas nesse carboidrato, enquanto

morangos, amora, mirtilo, suco de uva possuem concentrações medianas. De modo geral a concentração de pectinas é maior na casca do que na polpa ou no suco das frutas (WILDMAN, 2001).

A textura é um importante fator de qualidade para o consumo ao natural, pois indica a tolerância do fruto ao transporte e manuseio durante a colheita e comercialização. Tem sido sugerido que decréscimos na firmeza durante o amadurecimento de frutos são devido a alterações nas características dos polissacarídeos da lamela média da parede celular, cujos principais componentes são as substâncias pécticas (BATISSE et al., 1994).

Valores de pectina são reportados por Silva et al. (1999) para polpa de cajá, que foi de 0,35% e de 0,64% em polpa de umbu (POLICARPO et al., 2002). Na polpa integral de umbu-cajá o teor de pectina foi de 0,57%, valor este inferior a outras frutas, tais como: limão (3-4%), banana (0,7-1,2%) e maçã (0,5-1,6%) (FOGARTY e WARD, 1972).

Lima et al. (2003) analisando polpa de umbu congelada adquirida no comércio local de Campina Grande, PB, encontraram 0,31 g/100 g. Dias et al. (2007), trabalhando com frutos de umbuzeiro maduros, verificaram teor de pectina total de 0,38%.

Martins e Melo (2008) trabalhando com cajá em dois estádios de maturação, encontraram em frutos predominantemente amarelos valores de 0,13% e 0,09% e em frutos amarelos 0,28% e 0,07%, para pectina total e pectina solúvel, respectivamente. Em ciriguela, esses mesmos autores encontraram valores de pectina total de 0,34% em frutos de coloração verde, 0,68% em amarelos e 0,72% em frutos maduros. Para a pectina solúvel, encontraram valores de 0,05% em frutos verdes, 0,20% em amarelos e 0,30% em frutos maduros.

2.6.5 Relação SS/AT

A relação SS/AT indica o índice de palatabilidade, o equilíbrio entre os sabores doce e ácido de um determinado material vegetal. Quanto maior for essa relação, maior será o grau de doçura. Segundo Alves et al. (1999), no caso do pedúnculo do cajueiro o máximo de qualidade comestível ocorre quando o mesmo está completamente maduro, coincidindo com a alta relação SS/AT, ou seja, sabor doce predominando sobre o ácido.

A relação SS/AT propicia uma boa avaliação do sabor dos frutos, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares e de acidez (PINTO et al., 2003).

A relação SS/AT para frutos de umbu-cajá aumentou, consideravelmente, entre os estádios de maturação dos frutos com início de pigmentação e frutos totalmente amarelo-

alaranjados. A tendência da redução da acidez total e o aumento dos sólidos solúveis com o avanço da maturação, resulta no aumento da relação SS/AT, após completa expansão do fruto, evidenciando que o umbu-cajá pode ser colhido a partir dos frutos com a cor da casca predominantemente amarela, para armazenamento ou consumo quase imediato. Esta característica é um importante atributo de qualidade, visto que se constitui numa das formas mais usuais de se avaliar o sabor dos frutos, e seu destino como matéria-prima para o processamento ou consumo “in natura” (LIMA et al., 2002).

Lima et al. (2001), analisando a caracterização físico-química de umbu-cajá observou que a relação SS/AT aumentou consideravelmente entre os estádios dos frutos com início de pigmentação e frutos com predominância de amarelo, na medida em que os frutos apresentaram maior grau de amadurecimento.

2.7 Compostos com propriedades funcionais

Os hábitos alimentares modernos, através do consumo excessivo de alimentos industrializados, refrigerantes, frituras, doces, etc., contribuem para a instalação de enfermidades crônico-degenerativas não transmissíveis, como doenças cardiovasculares, perda de memória, doença de Alzheimer, mal de Parkinson, câncer, *Diabetes mellitus*, envelhecimento precoce, arteriosclerose e uma série de outras. Entre as possíveis causas das enfermidades crônico-degenerativas esta a formação de radicais livres decorrentes de maus hábitos alimentares, (MONTE, 2006). A incidência de morte devido a essas doenças pode ser minimizada através de bons hábitos alimentares (MORAES e COLLA, 2006).

Em todo o mundo se observa um aumento significativo no consumo de frutos tropicais (KUSKOSKI et al., 2005). O Brasil é detentor de uma enorme biodiversidade de frutas tropicais e neste sentido um dos países com maior potencial para ocupar este enorme nicho de mercado atual, que é a de alimentos funcionais (MONTE, 2006), considerados promotores de saúde por estarem associados à diminuição dos riscos de algumas doenças crônicas degenerativas, uma vez que são encontrados em alimentos naturais ou preparados, contendo uma ou mais substâncias funcionais (MORAES e COLLA, 2006).

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

A cada dia são publicadas novas pesquisas, associando o consumo de frutas com os efeitos benéficos à saúde humana (KUSKOSKI et al., 2005). A evidência científica de que dietas ricas em frutas e hortaliças protegem contra câncer e doenças degenerativas são cada vez mais fortes e consistentes (MARCHAND, 2002). Várias classes de substâncias, naturalmente presentes nos alimentos, apresentam propriedades funcionais fisiológicas tais como: pigmentos, carotenóides, vitaminas, compostos fenólicos, minerais (MORAES e COLLA, 2006). Essas são fisiologicamente ativas, quer pela ação antioxidante, com capacidade para capturar radicais livres e seqüestramentos de carcinógenos e de seus metabólitos, ou por exercerem ação protetora contra a evolução de processos degenerativos que conduzem às doenças e ao envelhecimento precoce (FREI, 1995).

Lajolo (2006) 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 efeitos metabólitos ou fisiológicos úteis na manutenção de uma boa saúde física e mental, além de suas funções nutricionais básicas.

Conforme Halliwell (1996), nas frutas, os principais tipos de compostos com propriedades antioxidantes estão relacionados a três grandes grupos: vitaminas, com destaque para a vitamina C, compostos fenólicos e carotenóides.

2.7.1 Vitamina C

Vitamina C total é um termo genérico para todas as substâncias que exibem atividade biológica de ácido L-ascórbico (MARCUS e COULSTON, 1991). A vitamina C total encontra-se na natureza sob duas formas: reduzida ou oxidada (ácido deidroascórbico); ambas são igualmente ativas (WELCH et al., 1995). É uma substância cristalina, com sabor ácido, insolúvel na maior parte dos solventes orgânicos e solúveis em água. O calor, a exposição ao ar e o meio alcalino aceleram a oxidação desta vitamina, especialmente quando o alimento está em contato com o cobre, o ferro ou enzimas oxidativas (GUILLAND e LEQUEU, 1995).

A dose recomendada para manutenção de nível de saturação da vitamina C no organismo é de cerca de 100mg por dia. Em situações diversas, tais como infecções, gravidez e amamentação, e em tabagistas, doses ainda mais elevadas são necessárias (SCHECTMAN, 1993).

A vitamina C é essencial à saúde. Acelera a absorção intestinal dos íons de ferro e sua mobilização, e influenciando sua distribuição dentro do organismo (GUILLAND e LEQUEU, 1995). A vitamina C também está envolvida na cicatrização, fraturas, contusões, hemorragias puntiformes e sangramentos gengivais. Desempenha papel fundamental no desenvolvimento e regeneração dos músculos, pele, dentes e ossos, na formação do colágeno, na regulação da temperatura corporal, na produção de diversos hormônios e no metabolismo em geral. A falta dessa vitamina no organismo aumenta a propensão a doenças. (DAVIS et al., 1991; DOSUNMU e JOHNSON, 1995; GARDENER et al., 2000).

Apesar de o ácido ascórbico ter múltiplas funções, somente recentemente se obteve uma maior compreensão do seu metabolismo nas plantas. Entretanto, muito pouco se sabe ainda sobre os fatores genéticos e ambientais que afetam os teores de ácido ascórbico nos frutos (MONTE, 2006).

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

Experimentações com animais e em culturas de células sugerem que a vitamina C atua na prevenção do câncer, particularmente do esôfago e do estômago. Um mecanismo importante na prevenção do câncer pela vitamina C é a sua capacidade de inibir a formação de compostos N-nitrosos (N-nitrosaminas) (BLOCK, 1991). A vitamina C age ainda estimulando o sistema imunológico podendo, por esse mecanismo, atuar benéficamente tanto na prevenção do câncer como dos processos viróticos, como gripes e resfriados (PRASAD, 1980).

A vitamina C é encontrada em concentrações razoáveis em todas as plantas superiores (BOBBIO e BOBBIO, 1995b). É encontrada em morango (95 mg/100g), mamão papaia (85 mg/100g), kiwi (75 mg/100g), laranja (70 mg/100g), suco de laranja - 1/2 xícara (50 mg), pimentão-doce (65 mg/100g), brócolo (60 mg/100g), couve (55 mg/100 g) manga (45 mg/100 g), ervilhas frescas (40 mg/100 g) e batata (25 mg/100 g) (GOMES, 2002). As frutas são as principais fontes de vitamina C, destacando-se entre as frutas: camu-camu (1950mg/100g), acerola (1374mg/100g), caju (270mg/100g), goiaba (218mg/100g) (BUENO et al., 2002; SILVA e NAVES, 2001; YUYAMA et al., 2002).

A vitamina C é bastante instável e pode ser degradada facilmente. A principal causa da degradação da vitamina C é a oxidação, aeróbica ou anaeróbica, levando a formação de furaldeídos, compostos que polimerizam facilmente, com formação de pigmentos escuros. É também destruída pela ação da luz. Quanto à estabilidade da vitamina C, esta aumenta com o abaixamento da temperatura e a maior perda se dá durante o aquecimento de alimento e existem casos de perda durante o congelamento, ou armazenamento de alimentos a baixas temperaturas (BOBBIO e BOBBIO, 1995b).

Os valores de Vitamina C, em umbu-cajá foram superiores para frutos colhidos, no estágio de maturação do fruto parcialmente amarelo, com 18,35mg/100g, apresentando perda mais intensa, nos frutos totalmente amarelos alaranjados, com início da senescência, com comportamento semelhante aos observados, na maioria dos frutos tropicais estudados. O valor de Vitamina C total, obtido nos frutos no estágio totalmente amarelo de 17,75mg/100g está compatível com o resultado encontrado, por Aldrigue (2000), com frutos obtidos no comércio de João Pessoa. A diferença significativa, que influenciou para que o CV alcançasse 22,43%, na determinação do DHAA, para frutos totalmente verdes, demonstra que, nesse estágio, a forma predominante é o AA que, durante o amadurecimento, oxida-se se mantendo em equilíbrio com o DHAA.

2.7.2 Carotenóides Totais

Recentemente a vitamina A ganhou grande destaque no meio científico por sua atuação como antioxidante em sistemas biológicos. Em relação a esse aspecto, os estudos pioneiros relacionavam-se às doenças crônico-degenerativas e hoje se estendem também às outras situações associadas ao estresse oxidativo. Nesse contexto ganham importância os carotenóides. Antes estudados por sua ação pró-vitâmica, passam a destacar-se por sua potente ação antioxidante (SILVA e NAVES, 2001).

Os carotenóides são pigmentos naturais, derivados dos terpenóides e estão associados em plantas com membranas fotossintéticas, fotoproteção e assimilação de energia luminosa (BURNS et al., 2003). Estão presentes naturalmente nos frutos e hortaliças, sendo que sua estrutura química é composta por ligações duplas conjugadas, que são responsáveis por sua cor e por algumas de suas funções biológicas (STAHL e SIES, 1999). Centenas de carotenóides estão presentes na natureza, mas poucos são encontrados nos tecidos humanos, sendo os principais: β -caroteno, luteína, licopeno, α -caroteno e β -criptoxantina (THURNHAM, 1994; ROCH et al., 1996).

Os carotenóides, juntamente com as vitaminas, são as substâncias mais investigadas como agentes quimiopreventivos (SHAMI e MOREIRA, 2004). Segundo Olson (1999), os carotenóides sequestram o oxigênio singlete, removem os radicais peróxidos, modulam o metabolismo carcinogênico, inibem a proliferação celular, estimulam a comunicação entre células, e elevam a resposta imunológica.

A ação antioxidante do β -caroteno contra a peroxidação lipídica é acompanhada pela degradação e perda de coloração do pigmento, pelo fato de a intensidade de coloração dos carotenos estar associada com o número de duplas ligações que apresentam em sua estrutura poliênica (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Estudos epidemiológicos evidenciam uma associação inversa consistente entre o consumo de frutas e hortaliças com níveis séricos de β -caroteno e risco de câncer de pulmão (SILVA e NAVES, 2001).

As cores das frutas se devem aos pigmentos naturais existentes. Portanto, para conseguir a aceitação e a cor desejada, é essencial conhecer os pigmentos presentes no produto em questão (FENNEMA, 1993). Três tipos principais de pigmentos ocorrem nos vegetais: clorofila, carotenóides e antocianinas. Portanto, a coloração de frutas e hortaliças é resultante dos pigmentos clorofila e carotenóides presentes nos cloroplastos e nos cromoplastos, bem como dos pigmentos fenólicos (antocianinas, flavonóis e proantocianinas) presentes nos vacúolos. A variação na cor entre variedades da mesma espécie é usualmente devida às diferenças nas quantidades desses pigmentos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

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 e MOREIRA, 2004).

As frutas mais ricas em carotenóides biologicamente ativos são aquelas de cor, amarelo-alaranjada, principalmente, as frutas tropicais e subtropicais, como buriti, manga, mamão, cajá, damasco seco e goiaba (FRANCO, 2006; SILVA e NAVES, 2001).

2.7.3 Compostos Fenólicos

Compostos fenólicos compreendem o maior grupo de metabólitos secundários de plantas (KUBO et al., 2003; AGOSTINI-COSTA, 2003). Já foi detectada a ocorrência de mais de 8000 compostos fenólicos em plantas (DREOSTI, 2000).

Em frutos, estes compostos fenólicos estão presentes em diferentes graus de polimerização e podem ser separados em frações, de acordo com a sua solubilidade em solvente orgânico puro ou diluído. A fração solúvel em metanol absoluto contém compostos simples, de baixo peso molecular como ácido clorogênico e leucoantocianinas. A fração solúvel em metanol diluído contém compostos de peso molecular intermediário. A fração solúvel em água contém flavolanas que estão firmemente ligadas aos polissacarídeos da parede celular ou a outros polímeros, cujo peso molecular é superior às duas frações anteriores. Os compostos extraídos por metanol absoluto, metanol diluído e água, são denominados dímeros, oligoméricos e poliméricos, respectivamente (SWAIN e HILLIS, 1959; GOLDSTEIN e SWAIN, 1963; SCHANDERL, 1970; ESTEVES, 1981; SENTER et al., 1989).

A adstringência dos compostos fenólicos está relacionada ao grau de polimerização. Os compostos simples, como os ácidos hidroxí-cinâmicos, catequinas e antocianinas, não são adstringentes. Os dímeros e oligômeros apresentam essa característica, que é reduzida com o aumento do tamanho do polímero (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Durante a maturação dos frutos, há um aumento gradual na condensação, ao mesmo tempo em que a adstringência diminui. Isso possivelmente ocorre porque as formas altamente condensadas são menos solúveis, por se ligarem fortemente a outros componentes celulares. A sensação de adstringência é conectada com a reação tanante (ligação com proteínas) e depende do número de grupos OH fenólicos por molécula do polímero, cuja designação é “taninos” (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os fitoquímicos que apresentam em sua estrutura um anel benzênico com uma ou mais hidroxila recebem a denominação de compostos fenólicos e, geralmente, apresentam propriedade antioxidante (MELO e GUERRA, 2002). O grande grupo dos fenóis divide-se em flavonóides (polifenóis) e não-flavonóides (fenóis simples ou ácidos) (JACKSON, 1994).

Alguns compostos fenólicos não se apresentam em forma livre nos tecidos vegetais. São aqueles presentes sob a forma de polímeros, na qual estão os taninos e as ligninas. O grupo dos taninos é composto de duas classes principais, baseados em seu tipo estrutural: taninos hidrolisáveis e taninos condensados. O primeiro abrange poliésteres do ácido gálico e do hexahidroxidifênico. Os taninos condensados são polímeros de catequina e/ou leucoantocianidina, são conhecidos também como proantocianidinas. Várias propriedades benéficas à saúde têm sido descritas para as proantocianinas, tais como efeitos anticarcinogênico, antiinflamatório e antioxidante (ARIGA et al., 1988).

Entre os antioxidantes presentes nos vegetais, os mais ativos e frequentemente encontrados são os compostos fenólicos (DECKER, 1997). Antioxidantes fenólicos funcionam como seqüestradores de radicais e algumas vezes como quelantes de metais (SHAHIDI et al., 1992), agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Os produtos intermediários, formados pela ação destes antioxidantes, são relativamente estáveis devido à ressonância do anel aromático apresentada por estas substâncias (NAWAR, 1985). A ação antioxidante dos compostos fenólicos está relacionada com sua estrutura química (RICE-EVANS et al., 1995).

Pearson et al. (1999) demonstraram que os fenólicos presentes em suco comercial e extrato fresco de maçãs (casca, polpa e fruta inteira) inibiram, in vitro, a oxidação de LDL humana. A atividade antioxidante apresentada por vários vegetais, incluindo frutos, folhas, sementes e plantas medicinais, está correlacionada ao seu teor de compostos fenólicos totais (VELIOGLU et al., 1998).

Hassimotto et al. (2005) pesquisando a atividade de antioxidante de frutas, legumes e polpas de frutas congeladas comercializadas determinaram o teor de polifenóis totais, encontrando os seguintes valores para polpas de frutas congeladas: polpa de acerola (861,1 mg/100g), caju (234 mg/100g), amora (225 mg/100g), graviola (120 mg/100g), goiaba vermelha (119 mg/100g) e murici (67 mg/100g).

Kuskoski et al. (2006) estudando a atividade antioxidante em polpa de frutas tropicais concluíram que as polpas de frutos tropicais comercializadas congeladas no Brasil possuem elevadas capacidades antioxidantes, destacando nesse sentido a acerola e manga, atribuindo esta capacidade antioxidante ao elevado conteúdo de compostos fenólicos e as antocianinas. Esses autores reportaram os seguintes valores para fenólicos totais: polpa de acerola (580,1 mg/100 g), polpa de manga (544,9 mg/100 g).

Em frutos, os compostos fenólicos estão presentes em diferentes graus de polimerização e podem ser separados em frações, de acordo com a sua solubilidade em solvente orgânico puro ou diluído. A fração solúvel em metanol absoluto contém compostos simples, de baixo peso molecular como ácido clorogênico e leucoantocianinas. A fração solúvel em metanol diluído contém compostos de peso molecular intermediário. A fração solúvel em água contém flavolanas que estão firmemente ligadas aos polissacarídeos da parede celular ou a outros polímeros, cujo peso molecular é superior às duas frações anteriores. Os compostos extraídos por metanol absoluto, metanol diluído e água, são denominados dímeros, oligoméricos e poliméricos, respectivamente (SWAIN e

HILLIS, 1959; GOLDSTEIN e SWAIN, 1963; SCHANDERL, 1970; ESTEVES, 1981; FILGUEIRAS e CHITARRA, 1988; SENTER et al., 1989).

2.7.4 Flavonóides e Antocianinas

Dentre os compostos fenólicos com propriedade antioxidante, destacam-se os flavonóides que quimicamente, englobam as antocianinas e os flavonóis. As antocianinas são pigmentos solúveis em gua, amplamente difundidas no reino vegetal e conferem as várias nuances de cores entre laranja, vermelha e azul encontradas em frutas, vegetais, flores, folhas e raízes (FRANCIS, 1989). Os flavonóis são pigmentos de cores branca ou amarelo claro encontrados nesses alimentos. Os últimos pigmentos citados são importantes por atuarem na co-pigmentação das antocianinas (BOBBIO e BOBBIO, 1995). Atualmente, existe uma tendência mundial em usar pigmentos naturais como corantes para alimentos e entre eles destacam-se as antocianinas (ESPÍN et al., 2000, WANG et al., 1997).

Freqüentemente, encontram-se na natureza na forma de glicosídeos ou agliconas (HEMEDA e KLEIN, 1990). Exibem várias atividades biológicas, como antialérgico, antiviral, ação antiinflamatória, anticancerígena e atividade antioxidante que dependem principalmente do número e posição de grupos de hidroxilas dentro de sua estrutura (CHU et al., 2002; HASSIMOTTO et al., 2005).

Os compostos flavonóides são representados por diferentes classes de substâncias, entre os quais os flavonóis (quercetina), flavanois (catequina), flavonas (luteolina), flavononas (miricetina) e antocianidinas (antocianinas, malvidinas) (CHU et al., 2002) (FRANCIS, 2000). Sem dúvida, as atividades antioxidantes das antocianinas podem responder por alguns dos efeitos benéficos derivados do consumo de frutas e hortaliças ricas em antocianinas contra doenças cardiovasculares e outras doenças (OLUKEMI e OLUKEMI, 2005). Segundo Chitarra e Chitarra (2005) as antocianinas são consideradas como excelentes antioxidantes por doarem hidrogênio aos radicais livres altamente reativos, prevenindo a formação de novos radicais. Também possuem eficácia antiinflamatória e o seu consumo tem demonstrado ação farmacológica em artrites e gotas (WANG et al., 1999).

O poder antioxidante, por outro lado, varia significativamente segundo o tipo de antocianina (WANG et al., 1997).

2.8 Atividade Antioxidante

A oxidação nos sistemas biológicos ocorre devido à ação dos radicais livres no organismo. Estas moléculas têm um elétron isolado, livre para se ligar a qualquer outro elétron, e por isso são extremamente reativas. Elas podem ser geradas por fontes endógenas ou exógenas (MACHLIN e BENDICH, 1987).

Nos processos biológicos há formação de uma variedade de radicais livres (RICE-EVANS e BURDON, 1993). São eles: radicais do oxigênio ou espécies reativas do oxigênio: íon superóxido ($O_2^{\cdot-}$), hidroxila ($OH^{\cdot}$), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), alcóxila ($RO^{\cdot}$), peróxila ($ROO^{\cdot}$), peridroxila ($HOO^{\cdot}$), oxigênio singlete ($^1O_2$); Complexos de Metais de Transição: Fe^{+3}/Fe^{+2} , Cu^{+2}/Cu^{+} ; radicais de carbono: triclorometil ($CCl_3^{\cdot}$); radicais de enxofre: tiol ($RS^{\cdot}$); radicais de nitrogênio: fenildiazina ($C_6H_5N = N^{\cdot}$), Óxido nítrico ($NO^{\cdot}$) (SOARES, 2002).

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

Por definição, uma substância que, quando presente em baixa concentração comparada à de um substrato oxidável (lipídios, incluindo ácidos graxos poli-insaturados, proteínas, carboidratos ou ácidos nucleicos), retarda significativamente ou impede a oxidação do substrato é considerada um antioxidante (ARUOMA, 2003).

Os antioxidantes são capazes de inibir a oxidação de diversos substratos, de moléculas simples a polímeros e biosistemas complexos, por meio de dois mecanismos: o primeiro envolve a inibição da formação de radicais livres que possibilitam a etapa de iniciação; o segundo abrange a eliminação de radicais importantes na etapa de propagação, como alcóxila e peróxila, através da doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas, interrompendo a reação em cadeia (NAMIKI, 1990).

Os resultados de estudos epidemiológicos indicam que a ingestão de quantidades fisiológicas de antioxidantes, tais como as vitaminas C e E e os carotenóides, pode retardar ou prevenir o aparecimento de câncer. Assim, o consumo de uma dieta rica em frutas e hortaliças, contendo quantidades dessas substâncias próximas às recomendadas nutricionalmente, contribui com a defesa antioxidante do organismo, inibindo danos

oxidativos em macromoléculas (SILVA e NAVES, 2001). A importância do estudo de agentes antioxidantes está relacionada à freqüente associação entre danos teciduais e liberação de radicais livres (COSTA et al., 2000).

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

Diversas técnicas têm sido utilizadas para determinar a atividade antioxidante *in vitro*, de forma a permitir uma rápida seleção de substâncias ou misturas potencialmente interessantes, na prevenção de doenças crônico-degenerativas (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006). Estes ensaios envolvem diferentes mecanismos do sistema de defesa antioxidante, desde a quelatação de íons metálicos até a medida da prevenção do dano oxidativo a biomoléculas (GIADA e MANCINI FILHO, 2004).

Uma das técnicas utilizadas é o método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) que se baseia na capacidade de redução do complexo férrico tripiridiltiazina-Fe (III)(TPTZ)₂ ao ferroso tripiridiltiazina Fe (II)(TPTZ)₂ através de antioxidantes em meio ácido (ARUOMA, 2003).

Num outro ensaio obtém-se o radical cation ABTS^{•+}, gerado a partir da reação entre o ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfônico (ABTS) e persulfato de potássio. Na presença de antioxidantes doadores de hidrogênio, pode medir-se através da perda da coloração a diminuição da formação deste radical por espectrofotometria (RE et al., 1999)

KUSKOSKI et al. (2005) estudaram a atividade antioxidante em onze polpas de frutas por meio dos métodos de descoloração do radical ABTS^{•+}. Um dos métodos mais utilizado para avaliar a atividade antioxidante é o método de seqüestro de radicais livres DPPH[•]. Este método se baseia na transferência de elétrons de um composto antioxidante para um radical livre, o DPPH[•](2,2-difenil-1-picrilhidrazila), que ao se reduzir perde sua coloração púrpura. Desta forma, avalia apenas o poder redutor do antioxidante, que ao doar um elétron se oxida, e por este motivo não detecta substâncias pró-oxidantes (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

Dentre estes métodos de avaliação da atividade antioxidante, destaca-se o sistema de co-oxidação do β-caroteno/ácido linoléico, o qual foi utilizado para determinar a atividade antioxidante dos genótipos de umbu-cajazeira deste estudo.

O método de oxidação do sistema β -caroteno/ácido linoléico avalia a atividade de uma amostra ou composto de proteger um substrato lipídico da oxidação. O método está fundamentado em medidas espectrofotométricas da descoloração (oxidação) do β -caroteno induzida pelos produtos de degradação oxidativa do ácido linoléico (MARCO, 1968).

A determinação é efetuada a 470 nm, na presença e na ausência de um antioxidante. É um método simples, sensível, mas não específico (substâncias oxidantes ou redutoras interferem no ensaio) (FRANKEL, 1993). A co-oxidação do β -caroteno é normalmente efetuada num meio emulsionado, o que origina muitas vezes falta de reprodutibilidade dos valores de absorvência medidos (BERSET e CUVELIER, 1996; VON GADOW et al., 1997). Entretanto, esse método é amplamente usado, como não recorre a altas temperaturas, permite a determinação do poder antioxidante de compostos termo-sensíveis e a avaliação qualitativa da eficácia antioxidante de extratos vegetais (BERSET e CUVELIER, 1996).

Velioglu et al. (1998) pesquisando a atividade antioxidante em frutas, vegetais e grãos, avaliaram por este método a atividade antioxidante de mirtilo e cereja, os resultados foram expressos respectivamente em: AA (percentagem de inibição da oxidação) com valores de 82,5 e 92,1 %; AOX (valor absoluto da inclinação da reta) com 0,099 e 0,044 A/h; RTD (razão da taxa de degradação) com 0,175 e 0,079; CAA (Coeficiente de atividade antioxidante) com 580,4 e 796,3.

Hassimotto et al. (2004) avaliaram a atividade antioxidante por este método em cinco cultivares de amora-preta encontrando para todas as cultivares boa atividade antioxidante com variação entre 66,99 a 76,06 % de inibição da oxidação.

Hassimotto et al. (2005) pesquisando a atividade de antioxidante de frutas, legumes e polpas de frutas congeladas comercializadas no Ceagesp-SP pelo sistema β -caroteno/ácido linoléico determinaram o percentual de inibição da oxidação em concentrações diferentes, encontrando os seguintes valores para as concentrações de 10 μ mol e 50 μ mol respectivamente: polpa de acerola (-4,9 e 8,1 %), caju (25,3 e 44,5 %), amora (12,2 e 30,2 %), graviola (24,7 e 50,3 %), goiaba vermelha (30,4 e 38,3 %) e murici (14,4 e 42,6 %).

A atividade antioxidante de frutas in natura (açai, acerola, amora e morango) comercializadas na Ceagesp-SP foram também avaliadas por Duarte-Ameida et al. (2006) utilizando o sistema β -caroteno/ácido linoléico. Dentre as frutas estudadas o açai apresentou a maior percentagem de inibição da oxidação, em torno de 70%, seguido da amora e morango e apenas a acerola apresentou atividade pró-oxidante.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1.1 Origem e Localização das Plantas

O trabalho foi realizado com frutos de vinte genótipos de umbu-cajazeira previamente identificados localizadas nas comunidades de Cruiri (P1, P2, P3, P4 e P5), Quixoa (P6, P7, P8, P9 e P10), Alencar (P11, P12, P13, P14 e P15) e Vila Cajazeiras (P16, P17, P18, P19 e P20), pertencente a Microrregião de Iguatu, localizada na Mesorregião Centro Sul do estado do Ceará (Figura 2).

3.1.2 Preparo dos Frutos e Condução do Experimento

Os frutos (Figura 3) foram colhidos nas primeiras horas do dia, utilizando-se de procedimento através de seleção visual, tomando-se como base o estágio onde às características sensoriais do fruto eram máximas ao consumidor. A colheita foi realizada para todos os genótipos no mesmo dia, no mês de março de 2007, sendo os frutos retirados com auxílio de um gancho, no estágio de maturação comercial, onde o indicativo de maturidade era a cor amarelo-alaranjada da casca. Em seguida, foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Solos da Escola Agrotécnica Federal de Iguatu, CE, para a realização das análises físicas, sendo um total de 20 frutos utilizados. Posteriormente, os frutos foram transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, localizado em Fortaleza, CE, para determinação de análises físico-químicas e atividade antioxidante total. Na Tabela 1 são listados a localização específica de cada genótipo e na Tabela 2, encontram-se os dados pluviométricos do ano anterior à colheita.

Os frutos foram caracterizados fisicamente quanto à massa total, diâmetro, comprimento, rendimento, peso da polpa, peso da semente e firmeza. Após a caracterização física inicial, os frutos foram mantidos congelados em freezer doméstico a aproximadamente 20°C até o momento do despulpamento. Essa despulpa se realizou manualmente, que através do auxílio de faca foram retiradas as partes comestíveis (polpa + casca) do fruto, pesadas em balança semi-analítica (MARK 3100). As polpas obtidas foram acondicionadas em potes plásticos escuros e mantidas sob congelamento para posterior avaliação das características físico-químicas e atividade antioxidante total.

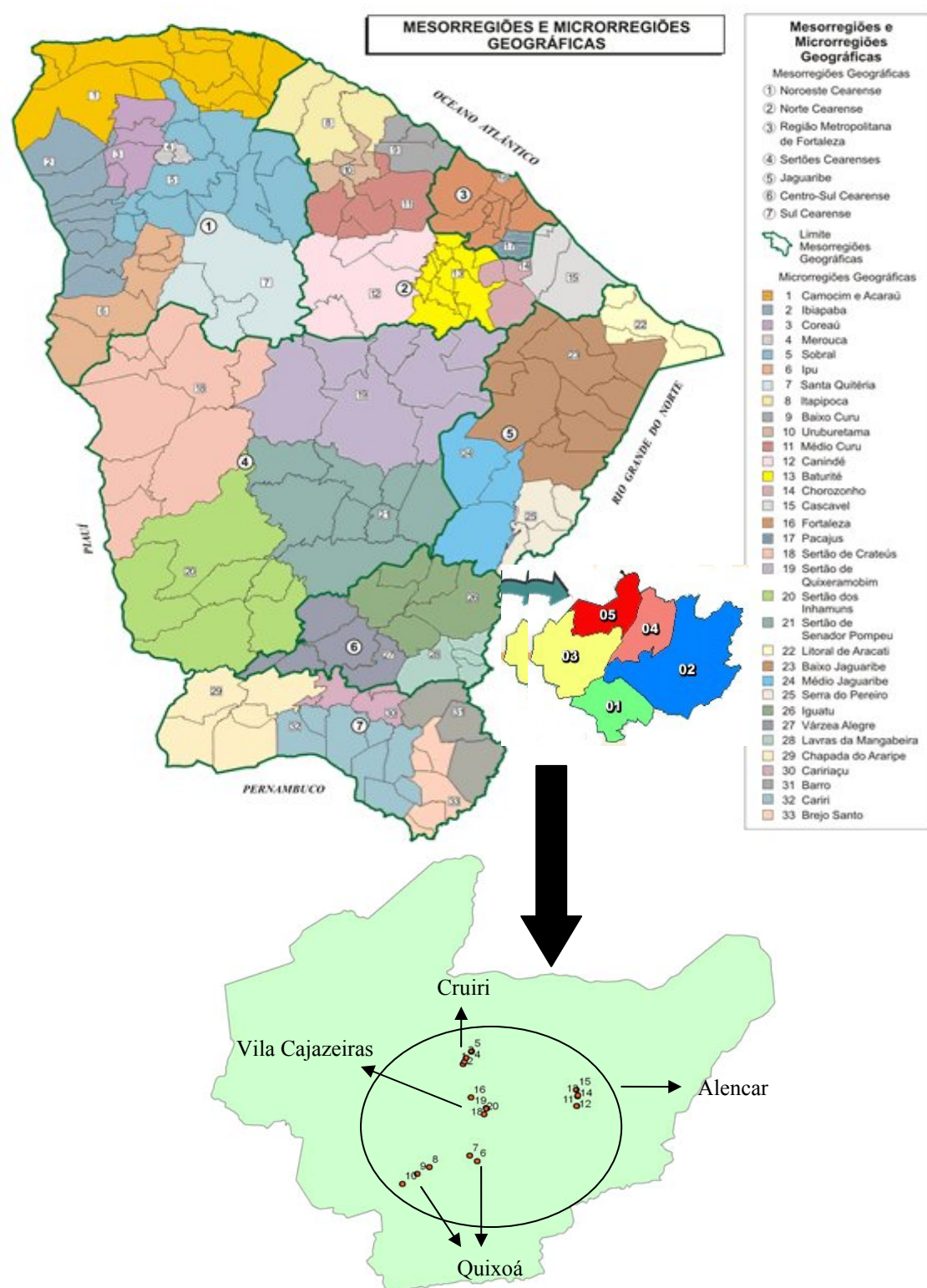


Figura 2. Localização das comunidades amostradas no município de Iguatu, Ceará, 2007.

Tabela 1 – Localização específica de genótipos de umbu-cajá oriundos do Município de Iguatu - CE, 2007, utilizados no experimento.

Pontos	Localidade	Distrito	Longitude	Latitude
P1	Vicente Rodrigues	Cruiri	468339	9298586
P2	Carlos Roberto Bezerra	Cruiri	468436	9298816
P3	D. Maria	Cruiri	468567	9299170
P4	Maria Victor da Silva	Cruiri	469016	9299736
P5	Maria Victor da Silva	Cruiri	469037	9299776
P6	Aviário	Quixoá	469503	9289652
P7	Coqueiro	Quixoá	468883	9290150
P8	Casa D. Maria Socorro	Quixoá	465538	9289100
P9	Casa Agricultor Murilo	Quixoá	464519	9288466
P10	Estrada	Quixoá	463300	9287552
P11	Igreja	Alencar	477766	9294720
P12	Glauber	Alencar	477763	9294720
P13	Escola	Alencar	477834	9295632
P14	Jerônimo	Alencar	477848	9295720
P15	Juvenal	Alencar	477730	9296236
P16	SEAFI	Vila Cajazeiras	468976	9295526
P17	residência Priscila	Vila Cajazeiras	470301	9294508
P18	Maria Nilda	Vila Cajazeiras	470246	9294550
P19	Curral	Vila Cajazeiras	470275	9294498
P20	Escola	Vila Cajazeiras	470076	9293976

Tabela 2 – Pluviosidade ocorrida no período de março de 2006 a março de 2007 na região do Município de Iguatu, Ceará.

Meses/Anos	Pluviosidade (mm)				Dias com Chuvas
	Mensal	Acumulada	Média	Máxima	
Março/2006	87	87	2,8	37	10
Abril/2006	194	194	6,5	38	13
Maio/2006	55	55	1,8	17	7
Junho/2006	15	15	0,5	12	2
Julho/2006	7	7	0,2	5	2
Agosto/2006	0	0	0	0	0
Setembro/2006	0	0	0	0	0
Outubro/2006	120	120	3,9	101	2
Novembro/2006	14	14	0,5	14	1
Dezembro/2006	126	126	4,1	100	4
Janeiro/2007	81	81	2,7	43	5
Fevereiro/2007	358	358	12,8	75	13
Março/2007	130	130	4,2	49	11
Total	1187	1187	30		

Fonte: FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.



(A) P1



(B) P2



(C) P3



(D) P4



(E) P5



(F) P6



(G) P7



(H) P8



(I) P9



(J) P10



(K) P11



(L) P12

Figura 3. Frutos de genótipos de umbu-cajazeira colhidos no estágio amarelo-alaranjado provenientes do Município de Iguatu, CE (Genótipos P1(A), P2(B), P3 (C), P4 (D), P5 (E), P6 (F), P7 (G), P8 (H), P9(I), P10(J), P11 (K), e P12 (L).



(M) P13



(N) P14



(O) P15



(P) P16



(Q) P17



(R) P18



(S) P19



(T) P20

Figura 3. Frutos de genótipos de umbu-cajazeira colhidos no estágio amarelo-alaranjado provenientes do Município de Iguatu, CE (Genótipos P13 (M), P14 (N), P15 (O), P16 (P), P17 (Q), P18 (R), P19 (S) e P20 (T)).

3.2 Métodos

3.2.1 Avaliações Físicas

3.2.1.1 Peso total

Determinou-se o peso total pesando 20 frutos individualmente em balança semi-analítica (MARK 3100). Os resultados foram expressos em gramas (g).

3.2.1.2 Peso da Polpa

Determinou-se o peso da polpa pesando as 20 polpas de cada fruto individualmente em balança semi-analítica (MARK 3100). Os resultados foram expressos em gramas (g).

3.2.1.3 Peso da Semente

Determinou-se o peso da semente pesando as 20 sementes de cada fruto individualmente em balança semi-analítica (MARK 3100). Os resultados foram expressos em gramas (g).

3.2.1.4 Comprimento e Diâmetro

Foram medidos comprimento e diâmetro de cada fruto com auxílio de um paquímetro manual. Os resultados foram expressos em mm.

3.2.1.5 Rendimento

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

3.2.1.6 Firmeza da Polpa

A firmeza foi determinada utilizando um penetrômetro manual Magness-Taylor modelo FT 011, com ponteira de 8 mm de diâmetro. Foram, realizadas duas leituras por fruto, em lados opostos na porção basal, sendo o resultado expresso em Newtons (N).

3.2.2 Avaliações Físico-Químicas

3.2.2.1 Sólidos Solúveis

Após filtração da polpa em papel de filtro, foi efetuada a leitura em refratômetro digital de marca ATAGO PR-101 com escala variando de 0 a 45 °Brix, de acordo com a metodologia recomendada pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC, 1992). Os resultados foram expressos em °Brix.

3.2.2.2 Açúcares Solúveis Totais e Redutores

Os açúcares solúveis totais foram determinados pelo método de antrona segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954). Utilizou-se 1 g de polpa, diluída em etanol a 80 % em balão volumétrico de 50 mL deixando durante 15 minutos, em seguida foi filtrada e realizada nova diluição retirando uma alíquota de 5 mL, diluindo em água destilada em balão volumétrico de 50 mL. Retirou-se-se uma alíquota de 0,2 mL do conteúdo do balão em tubos de ensaio para reação com antrona. Os tubos de ensaio contendo a amostra foram colocados em banho de gelo e após receberem o reativo, foram agitados e colocados em banho-maria a 100 °C por 8 minutos e imediatamente devolvidos ao banho de gelo. Em seguida, efetuou-se a leitura em espectrofotômetro (Spectronic Genesys 2) com comprimento de onda a 620 nm e o resultado expresso em %.

A determinação para açúcares redutores foi realizada segundo Miller (1959) utilizando o ácido 3-5 dinitrossalicílico (DNS). Pesou-se 2,5g de polpa diluída em 50 mL de álcool etílico a 80%. Repouso por 15 minutos e em seguida filtração em papel de filtro qualitativo. Tomou-se 0,2 mL para a quantificação. Os resultados expressos em %.

3.2.2.3 pH

O pH foi medido diretamente na polpa, logo após o processamento, utilizando potenciômetro (Mettler, modelo DL 12), aferido com tampões de pH 4 e 7, conforme AOAC (1992).

3.2.2.4 Acidez Total

Determinada através da diluição de 1g de polpa para 50ml de água destilada titulando com solução de NaOH (0,1 N). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico, conforme o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985).

3.2.2.5 Amido

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

3.2.2.6 Pectina Total

A extração foi realizada pelo método do m-hidroxidifenil segundo procedimento descrito por McCREADY e McCOMB (1952). Foram utilizados 2,5 g de polpa,

adicionando 12,5 mL de etanol 95 % e homogeneizado (Turrax), deixando em repouso por 30 minutos em geladeira e em seguida centrifugados. Em seguida, foram lavados duas vezes o resíduo com $\pm$ 5 mL de etanol 75 % cada vez. Transferiu-se o resíduo para um béquer com água (+/- 40 mL), ajustando o pH para 11,50 com NaOH 1,0 N e logo após foram deixados em repouso em geladeira por 30 minutos, ajustando o pH para 5,0 - 5,5 com ácido acético glacial diluído (15 mL/50 mL). Foram adicionados a amostra 0,1g de pectinase, agitando-se em um agitador por uma hora. Filtrou-se a vácuo e diluiu-se o sobrenadante para 100 mL com água destilada em um balão volumétrico. Tomou-se uma alíquota do filtrado de 0,25 mL para reação com solução de ácido sulfúrico/tetraborato de sódio. Os tubos de ensaio contendo a amostra foram colocados em banho de gelo e após receberem o reativo, foram agitados e colocados em banho-maria a 100 °C por cinco minutos e imediatamente devolvidos ao banho de gelo. Em seguida, adicionou-se 0,06 mL de m-hidroxidifenil para desenvolvimento de cor. Manteve-se em repouso por 10 minutos e após esse tempo realizou-se a leitura em espectrofotômetro (Spectronic Genesys 2) com comprimento de onda de 520 nm e o resultado expresso em %.

3.2.2.7 Pectina Solúvel

A extração foi realizada pelo método do m-hidroxidifenil segundo procedimento modificado de McCREADY e McCOMB (1952). Foram utilizados 2,5 g de polpa, adicionando 12,5 mL de etanol 95 % e homogeneizado (Turrax), deixando em repouso por 30 minutos em geladeira e logo após foram centrifugados. Em seguida, foram lavados duas vezes o resíduo com $\pm$ 5 mL de etanol 75 % cada vez. Transferiu-se o resíduo para um béquer com água (+/- 40 mL), agitando-se em Shaker por uma hora. Filtrou-se a vácuo e diluiu-se o sobrenadante para 50 mL com água destilada em um balão volumétrico. Tomou-se uma alíquota do filtrado de 0,2 mL para reação com solução de ácido sulfúrico/tetraborato de sódio. Os tubos de ensaio contendo a amostra foram colocados em banho de gelo e após receberem o reativo, foram agitados e colocados em banho-maria a 100 °C por cinco minutos e imediatamente devolvidos ao banho de gelo. Em seguida, adicionou-se 0,06 mL de m-hidroxidifenil para desenvolvimento de cor. Manteve-se em repouso por 10 minutos e após esse tempo, realizou-se a leitura em espectrofotômetro (Spectronic Genesys 2) com comprimento de onda de 520 nm e o resultado expresso em %.

3.2.2.8 Vitamina C

A determinação do teor de vitamina C foi obtida por titulometria com solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol 0,02 %) até coloração rósea claro permanente. Pesaram-se 2,5 g de polpa, diluída em 50 mL de ácido oxálico 0,5 % modificado por Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg/100 gramas de polpa.

3.2.2.9 Carotenóides Totais

Determinados pelo método de Higby (1962). Em recipiente de aço inox, foram colocados 2 g de polpa, 6 mL de álcool isopropílico e 2,0 mL de hexano, seguido de agitação por 2 min. O conteúdo foi transferido para funil de separação de 125 mL de cor âmbar, onde se completou o volume com água. Deixou-se em repouso por 30 minutos, seguindo-se a lavagem do material. Repetiu-se esta operação por mais duas vezes, Filtrou-se o conteúdo com algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro para um balão volumétrico de 10 mL envolto com alumínio, onde foram adicionados 2,0 mL de acetona e completado o volume com hexano. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 450 nm e os resultados expressos em mg/100 g, calculados através da formula: $(A \times 100)/(250 \times L \times W)$, onde:

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

3.2.2.10 Relação SS/AT

A relação SS/AT foi obtida através da divisão entre essas duas determinações (BRASIL, 2005).

3.2.2.11 Flavonóides Amarelos e Antocianinas

As determinações seguiram a metodologia de Francis (1982). Tomou-se 1 g da polpa em recipiente de aço inox, adicionando-se aproximadamente 30 mL de solução extratora de etanol 95 % mais HCl 1,5 N na proporção de 85:15 (v/v) respectivamente. A amostra foi triturada em homogeneizador de tecidos tipo “Turrax” por dois minutos e transferida para o balão volumétrico (cor âmbar) de 50 mL, sendo o volume completado

com solução extratora. Deixou-se descansando por uma noite na geladeira sob ausência de luz. Em seguida filtrou-se para um Becker, envolto em papel alumínio. Imediatamente, procedeu-se a leitura no espectrofotômetro. Para a determinação de antocianinas a leitura foi realizada em comprimento de onda a 535 nm, calculados através da fórmula: fator de diluição x absorbância/98,2. Para os flavonóides amarelos realizou-se leitura a 374 nm, calculado através da fórmula: fator de diluição x absorbância/76,6. Os resultados para ambas as análises foram expressos em mg/100 g de polpa.

3.2.2.12 Polifenóis Extraíveis Totais

A determinação foi feita conforme descrito pelo método de LARRAURI et al. (1997). Tomou-se em um becker 30 g da amostra, adicionando 40 mL de metanol 50 % e deixou-se extraindo por 1 h. Em seguida, foram centrifugados a 15.000 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 100 mL, o resíduo foi transferido para um Becker adicionando 40 mL de acetona 70%, deixando-se extrair por 1 h. Em seguida foi repetida a centrifugação e o sobrenadante foi filtrado e adicionado juntamente ao balão volumétrico que já continha o sobrenadante da primeira extração, completando o volume com água destilada. Em tubos de ensaio colocou-se uma alíquota do extrato de 1 mL, mas 1,0 mL do reagente de Folin Ciocalteu, 2,0 mL de carbonato de sódio 20% e 2,0 mL de água destilada. Agitou-se depois de 30 minutos, realizou-se a leitura em espectrofotômetro (Spectronic Genesys 2) com comprimento de onda a 770 nm e o resultado foi expresso em mg/100g de polpa.

3.2.2.13 Atividade antioxidante total no sistema de co-oxidação do β -caroteno/ácido linoléico

A atividade antioxidante foi determinada pelo método descrito originalmente por Marco (1968) e posteriormente modificado por Miller (1971). Para o preparo da solução sistema, adicionaram-se 120 μ L de ácido linoléico, 42 gotas de Tween 40, 150 μ L de solução de β -caroteno (20 mg/mL de clorofórmio) e 3 mL de clorofórmio em Erlenmeyer. Posteriormente, a mistura foi submetida à completa evaporação do clorofórmio. A esta mistura isenta de clorofórmio, adicionou-se água previamente saturada com oxigênio durante 30 min e agitou-se vigorosamente. A solução sistema, assim preparada, apresentou-se límpida com absorbância entre 0,6 e 0,7 a 470 nm.

Em tubos de ensaio, diferentes volumes de extratos fenólicos obtidos dos frutos de umbu-cajazeiras para as concentrações de 5 g/L, 15 g/L e 30 g/L foram adicionados a 5 mL de solução de β -caroteno com ácido linoléico. O mesmo foi realizado para o antioxidante padrão Trolox na concentração de 400 mg/L.

As leituras das absorbâncias foram realizadas imediatamente e com intervalos de 15 min, durante 120 min, em espectrofotômetro a 470 nm, mantendo sempre os tubos em banho-maria a 50 °C. As análises foram realizadas em triplicatas. A atividade antioxidante foi calculada de diferentes formas:

% Inibição da oxidação (% I.O.): o percentual de proteção do extrato de fenólicos de umbu-cajá no sistema de co-oxidação de substratos foi calculada em relação a redução da absorbância do controle usando as seguintes equações:

$$\text{Fórmulas: } \mathbf{Ac} = \mathbf{Abs}_{\text{inicial}} - \mathbf{Abs}_{\text{final}} \qquad \mathbf{\% \text{ I.O.}} = \frac{\mathbf{Ac} - \mathbf{Aam}}{\mathbf{Ac}} \times 100$$

$$\mathbf{Aam} = \mathbf{Abs}_{\text{inicial}} - \mathbf{Abs}_{\text{final}}$$

Onde: c = controle

am = amostra

Atividade antioxidante (AA): também foi calculado como percentagem de inibição relativo ao controle em diferentes tempos (t = 30 min, t = 60 min e t = 120 min) usando as seguintes equações (AL-SAIKHAN et al., 1995):

$$\text{Taxa de degradação do controle (TDC)} = \ln (\text{Abs}_{\text{inicial}}/\text{Abs}_t) \times 1/t$$

$$\text{Taxa de degradação da amostra (TDA)} = \ln (\text{Abs}_{\text{inicial}}/\text{Abs}_t) \times 1/t$$

$$\mathbf{AA} = \frac{\mathbf{TDC} - \mathbf{TDA}}{\mathbf{TDC}} \times 100$$

Coefficiente de atividade antioxidante (CAA): foi calculado através da Abs dos extratos em relação ao controle, usando a seguinte equação (MALLETT et al., 1994):

$$\mathbf{CAA} = \frac{\mathbf{Abs}_{\text{am} (120)} - \mathbf{Abs}_{\text{c} (120)}}{\mathbf{Abs}_{\text{c} (0)} - \mathbf{Abs}_{\text{c} (120)}} \times 100$$

Razão da taxa de degradação (RTD): baseado na relação da taxa de oxidação em diferentes tempos ($t = 30$, $t = 60$ e $t = 120$), calculado de acordo com Marinova et al. (1994) usando a seguinte equação:

$$RTD = \frac{TDA}{TDC}$$

AOX (A/h): é o valor antioxidante, sendo expresso através do valor absoluto da inclinação da reta, obtida através da curva cinética plotada a partir da absorbância x tempo ($t = 0,75h$, $t = 1h$ e $t = 2h$).

3.3 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O experimento foi conduzido em Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado, utilizando-se vinte tratamentos (genótipos). A atividade antioxidante foi conduzida em esquema fatorial 20×3 , constando de vinte genótipos e três concentrações para o percentual de inibição da oxidação e o coeficiente de atividade antioxidante. Já para o percentual de atividade antioxidante, razão da taxa de degradação e AOX os fatores foram vinte genótipos e três tempos, calculados para cada concentração (5 g/L, 15 g/L e 30 g/L).

Para as características físicas foram utilizadas 20 repetições, sendo cada fruto considerado individualmente. Nas avaliações físico-químicas foram utilizadas três repetições constituídas da polpa obtida de amostras compostas de no mínimo 1 kg de frutos para cada repetição.

Após a coleta dos dados físicos e físico-químicos, os mesmos foram submetidos a análises estatísticas descritivas obtendo-se a média e desvio padrão das características de cada genótipo analisado (BANZATTO e KRONKA, 1995).

Os resultados obtidos para atividade antioxidante foram avaliados através do programa estatístico SISVAR, através de análise de variância. Quando constatada a significância pelo teste F, os tratamentos foram comparados através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliações Físicas

Na Tabela 3 são apresentadas as médias de cada genótipo para todas as variações com os respectivos intervalos de confiança, bem como a amplitude observada e os coeficientes de variação de cada variável.

Ocorreu uma variação entre os genótipos, para todas as características físicas analisadas. Os parâmetros firmeza da polpa e peso da semente apresentaram os maiores coeficientes de variação, com 36,73 e 23,57%, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Quadro geral com amplitude, média, intervalos de confiança e coeficiente de variação das características físicas dos frutos de umbu-cajazeiras.

Genótipos	Comp. (mm)	Diâm. (mm)	P. Total	Peso. Sem	Peso. Polpa	Rendimento %	Firmeza (N)
P1	32,23	27,10	14,25	2,25	12,00	84,25	2,43
P2	32,70	29,58	17,77	2,77	15,00	84,43	2,15
P3	31,50	27,78	16,11	2,67	13,44	83,37	2,83
P4	27,90	26,50	12,69	1,96	10,73	84,48	2,45
P5	31,15	28,48	15,51	2,36	13,15	84,82	2,57
P6	30,55	27,58	14,44	2,35	12,09	83,66	2,06
P7	27,80	24,60	11,10	1,82	9,28	83,60	2,13
P8	30,05	27,08	14,71	2,42	12,30	83,56	2,24
P9	29,50	25,58	12,99	2,14	10,85	83,59	2,14
P10	29,25	26,33	12,87	2,11	10,76	83,56	2,46
P11	31,43	28,23	15,35	2,42	12,93	84,24	2,99
P12	29,45	25,58	14,58	2,74	11,85	81,34	1,98
P13	29,98	26,43	13,46	2,31	11,15	82,86	2,80
P14	29,03	26,48	13,76	2,17	11,59	84,20	2,40
P15	27,73	25,45	11,36	1,75	9,61	84,68	2,64
P16	30,18	27,43	14,59	2,41	12,17	83,58	2,38
P17	31,55	28,90	16,36	2,46	13,90	84,96	2,96
P18	31,23	28,65	15,43	2,53	12,90	83,73	3,13
P19	31,45	28,88	15,25	2,55	12,70	83,42	2,61
P20	32,50	29,90	17,73	2,93	14,79	83,38	2,66
Média	30,36	27,32	14,52	2,36	12,16	83,79	2,50
IC ₉₅	0,27	0,25	0,30	0,05	0,25	0,16	0,09
Máximo	50,00	32,50	24,67	3,93	20,74	90,31	4,50
Mínimo	24,00	20,50	7,40	1,18	6,22	77,11	1,00
CV%	8,97	9,19	21,24	23,57	21,30	1,91	36,73

Comp= comprimento (mm); Diâm.=diâmetro (mm); P. total= (g); Peso da sem= (g); Peso. Polpa= (g), Rendimento= (%); Firmeza=N

De modo geral, as médias obtidas neste trabalho foram semelhantes aos resultados alcançados em outras publicações envolvendo o umbu-cajá.

Após a descrição geral dos resultados obtidos para todas as características físicas, cada variável foi avaliada separadamente.

4.1.1 Peso Total

O peso médio dos frutos de umbu-cajás oriundos dos diferentes genótipos não diferiu significativamente (FIGURA 4), com exceção dos genótipos P7 e P2. O peso médio apresentou uma variação entre 11,10 g a 17,76 g, com média geral de 14,51 g.

O genótipo P7 apresentou menor peso médio (11,10g), não diferindo estatisticamente dos demais genótipos. Os genótipos P2, P20, P17 e P3 foram os que apresentaram maiores pesos, não diferindo estatisticamente entre eles, obtendo valores médios iguais ou superiores a 16,98 g.

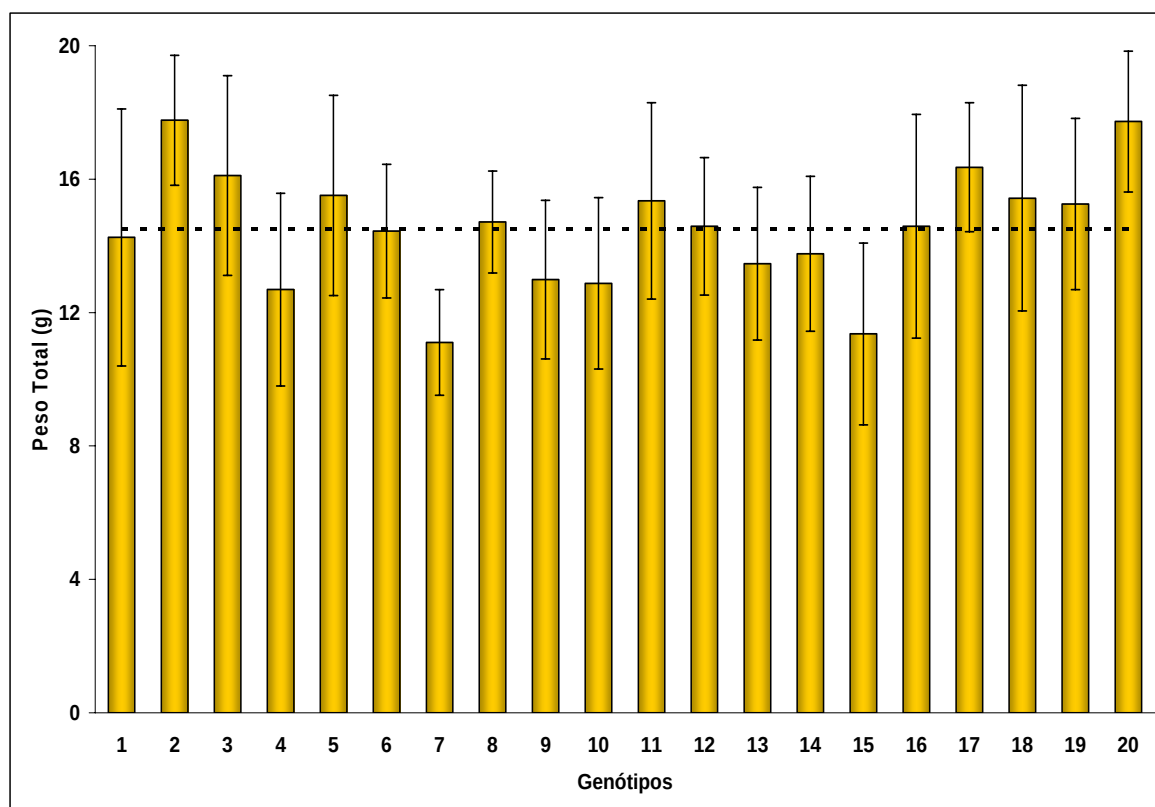


Figura 4. Peso total de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

O peso médio dos frutos de umbu-cajás encontrado nesse trabalho é superior aos reportados por Noronha (2000), cujo peso médio de umbu-cajá é de 12,92g. Resultados semelhantes foram descritos por Santos (1996) e Sacramento et al. (1998), quando trabalharam com esta mesma espécie, encontrando valores de peso semelhantes aos obtidos no presente trabalho com frutos do Brejo Paraibano. Esta variação no peso médio dos frutos pode ser explicada, pela variação edafoclimáticas da Região. Os genótipos P7 e P15 apresentaram pesos médios inferiores aos demais genótipos deste estudo, se caracterizando como frutos pequenos, segundo o parâmetro de comparação e classificação para cajá estabelecida por Bosco, Aguiar Filho e Barros (1999), por tratar-se de frutos do mesmo gênero.

No geral, os genótipos estudados apresentaram pesos médios mais elevados, levando-se em consideração estudos sobre a variação de peso de frutos de cajá realizados por Bosco, Aguiar Filho e Barros (1999), que consideram como frutos de tamanho grandes aqueles que possuem peso superior a 15g. Silva Júnior et al. (2004), estudando 36 genótipos de umbu-cajá encontrou pesos médios variando entre 19,3 a 26,8 g e Lima et al. (2002), em frutos de umbu-cajazeira, em cinco estádios de maturação, oriundos do Brejo Paraibano, município de Areia-PB reportou pesos médios variando entre 17,77 g a 22,30 g, superiores ao desse trabalho. Vale ressaltar que dos genótipos estudados, oito possuíam frutos com peso médio superior a 15,00 g, com destaque para os genótipos P3, P17, P20 e P2, que apresentaram os maiores valores médios de peso do fruto (16,10 g; 16,35 g; 17,72 g e 17,76 g, respectivamente).

Santos (1996), analisando a caracterização física de umbu-cajá do Brejo Paraibano obteve pesos médios do fruto de 10,52 à 18,57g, da casca de 2,94 à 3,47g, do caroço de 1,61 a 2,96g e da polpa de 5,05 a 10,64g.

Observa-se que o peso do fruto inteiro está relacionado linearmente com o seu grau de desenvolvimento e/ou maturação exceto no estágio em que o fruto se encontra em estado avançado de maturação. O aumento gradativo do peso durante o desenvolvimento ocorre, devido a maior quantidade de fotoassimilados, açúcares e carboidratos acumulados (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Sabe-se que o peso médio de frutos é uma característica importante para o mercado de frutas frescas, uma vez que os frutos mais pesados são também os de maiores tamanhos, tornando-se mais atrativos para os consumidores.

4.1.2 Comprimento e diâmetro

Com relação a variável comprimento, pode-se observar (FIGURA 5) variação entre 27,72 mm a 32,70 mm, com média geral de 30,35 mm. Como o umbu-cajá é um fruto grande, as variações no comprimento e diâmetro não são tão discrepantes, contudo, não houve diferença estatística entre os genótipos avaliados.

O genótipo P2 foi o que apresentou maior comprimento, com valor médio equivalente a 32,70 mm, não diferindo estatisticamente dos demais genótipos. Já os genótipos P4 e P7 apresentaram valores médios inferiores estatisticamente a todos os genótipos avaliados, com valor de 27,72 mm.

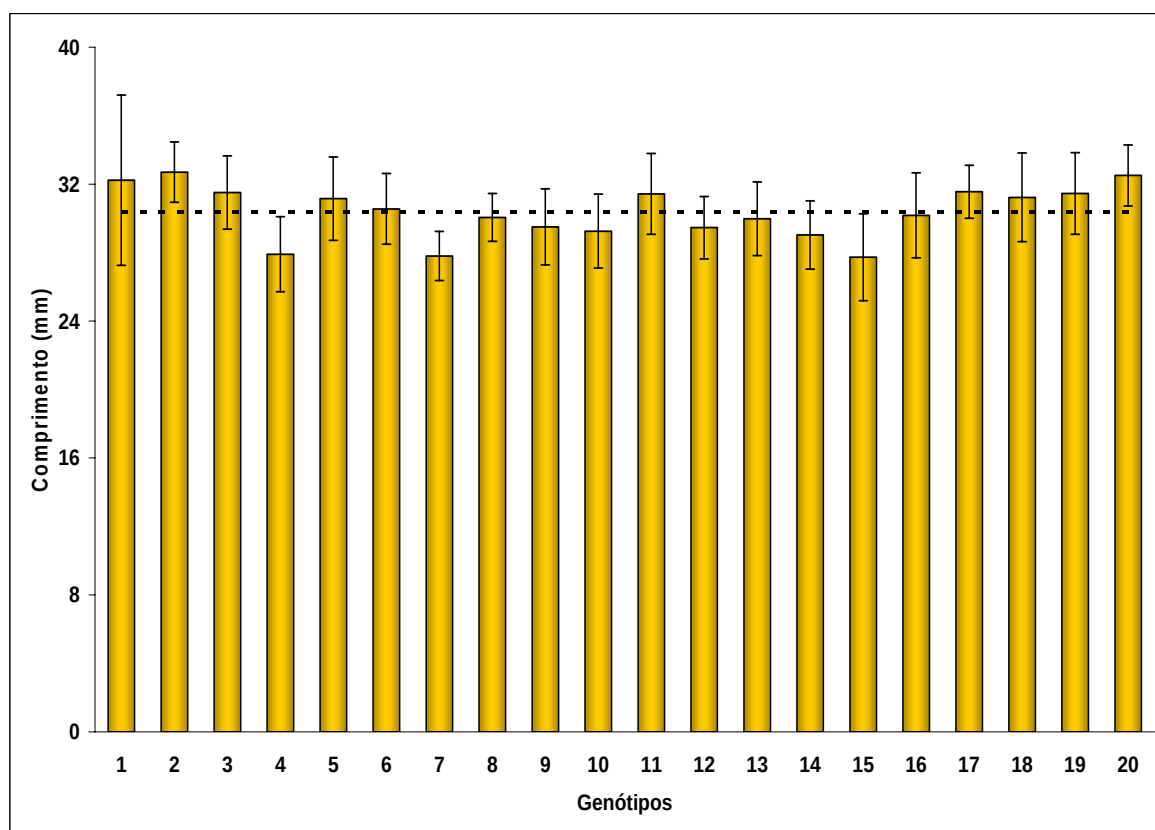


Figura 5. Comprimento de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do Município de Iguatu, CE (2007).

Os genótipos avaliados no presente trabalho apresentaram comprimento médio do fruto, semelhante ao reportado por Santos (1996), quando trabalhou com umbu-cajá cujos valores oscilaram entre 29,35 e 29,60 mm de comprimento.

Ritzinger et al. (2001), estudando este fruto em diversas regiões do Estado da Bahia, encontraram resultados para o comprimento, cujos valores estiveram entre 3,2 mm e 4,8 mm, respectivamente.

Fonseca et al (2001), analisando o comprimento de umbu-cajás, obtiveram resultados de 3,4 mm a 4,4 mm, sendo que 50% dos genótipos avaliados apresentaram comprimento superior a 4,0 mm.

Quanto ao parâmetro diâmetro (FIGURA 6), verifica-se que houve diferença entre os genótipos estudados, com diâmetro mínimo de 24,60 mm e máximo de 29,90 mm. Em geral, o diâmetro médio dos genótipos foi de 27,32 mm. O P20 foi o que apresentou maior diâmetro (29,90 mm) diferindo estatisticamente do genótipo P7 (24,60 mm). O genótipo P7 apresentou não só apenas o menor diâmetro, como também o menor peso médio, caracterizando-se como frutos de tamanhos menores, dentre os genótipos estudados. Esses genótipos apresentaram diâmetros com valores médios semelhantes ao relatado por Santos (1996), cujos valores oscilaram entre 29,11 a 29,57 mm.

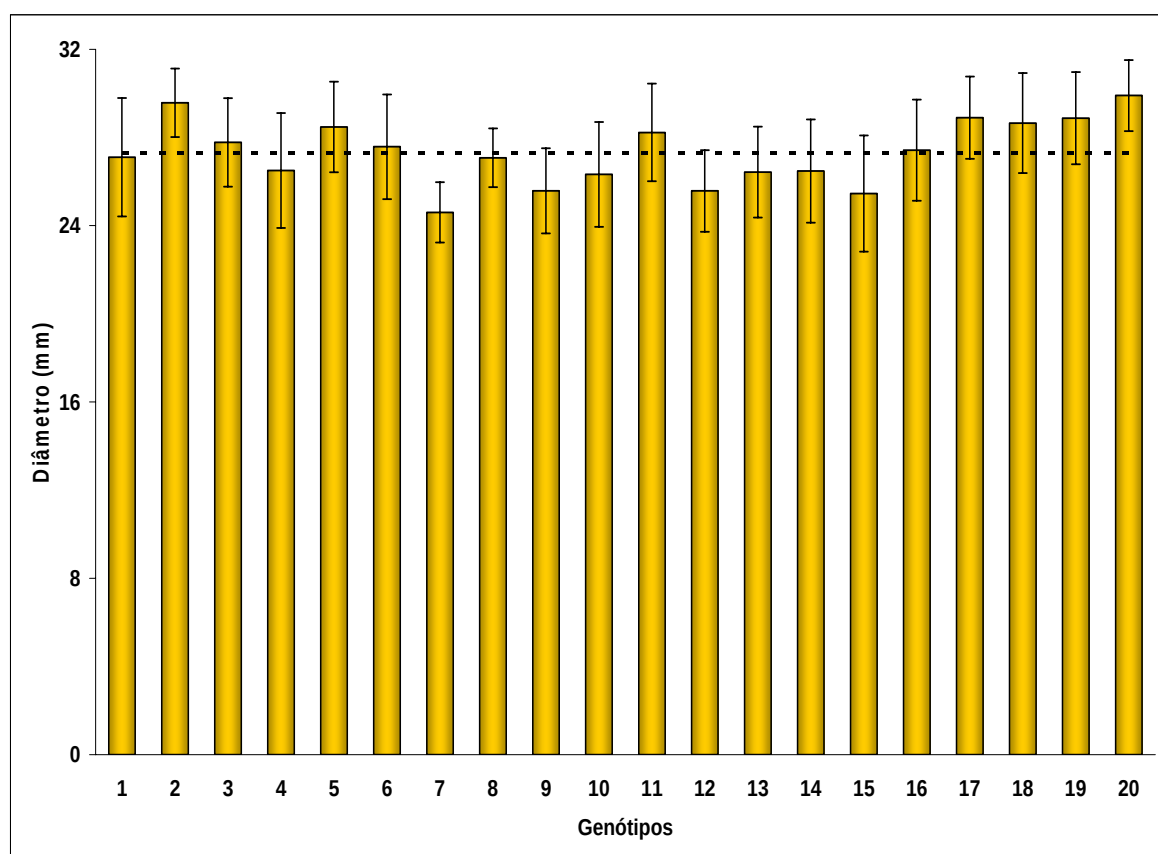


Figura 6. Diâmetro de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

Ritzinger et al. (2001), estudando este fruto em diversas regiões do Estado da Bahia, encontrou resultados para o diâmetro mediano do fruto, cujos valores estiveram entre 2,6 mm e 3,4 mm. Lima et al. (2002), estudaram frutos de umbu-cajazeira, cujo diâmetro médio longitudinal foi 29% superior ao diâmetro médio transversal, apresentando frutos de formato mais ovalado do que os demais, embora a relação DL/DT de todos os genótipos avaliados nesse trabalho não tenha apresentado diferença significativa. O valor referente à relação média DL/DT de umbu-cajazeira, apresentado por Lima et al. (2002), foi de 1,32, variando de um mínimo de 1,10 a um máximo de 1,46.

Noronha (2000), analisando a caracterização físico-química de umbu-cajá obteve valores médios encontrados para o comprimento, que variaram entre 28,88 a 29,60 mm nos dois estádios de maturação estudados. Estas dimensões são próximas das determinadas por Santos (1996), quando trabalhou com umbu-cajá, cujos valores oscilaram entre 29,35 e 29,60 mm de comprimento.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) a relação entre o comprimento e diâmetro determina a forma do fruto, se o comprimento for menor que o diâmetro o fruto apresentará forma globosa. Pode-se verificar que os genótipos estudados não apresentaram esse comportamento, sendo assim, umbu-cajás não possuem forma globosa, como geralmente mencionado na literatura.

Comparando-se as dimensões do comprimento e diâmetro para os frutos de umbu-cajazeiras nesse estudo, nota-se que os valores são bem próximos, levando o fruto a uma forma quase esférica, o que facilita o acondicionamento em embalagem para comercialização “in natura”.

4.1.3 Rendimento em Polpa

A percentagem de polpa (epicarpo + mesocarpo) apresentou diferença entre os genótipos (FIGURA 7). Pode-se observar uma faixa de variação entre 81,33 % a 84,95 %, com média geral de 83,78 % de polpa. Estes percentuais de rendimento são considerados excelentes, quando o objetivo é a utilização do fruto para processamento.

Os genótipos P17, P5 e P15 apresentaram maior rendimento com 84,95 %, 84,82 % e 84,68 %, respectivamente, não diferindo estatisticamente dos demais genótipos, apresentando assim, grande potencial industrial. Entretanto, os genótipos P7 e P15 apresentaram menores valores para peso total e comprimento do fruto. Sendo, portanto, o tamanho do fruto indicativo de maior rendimento em polpa.

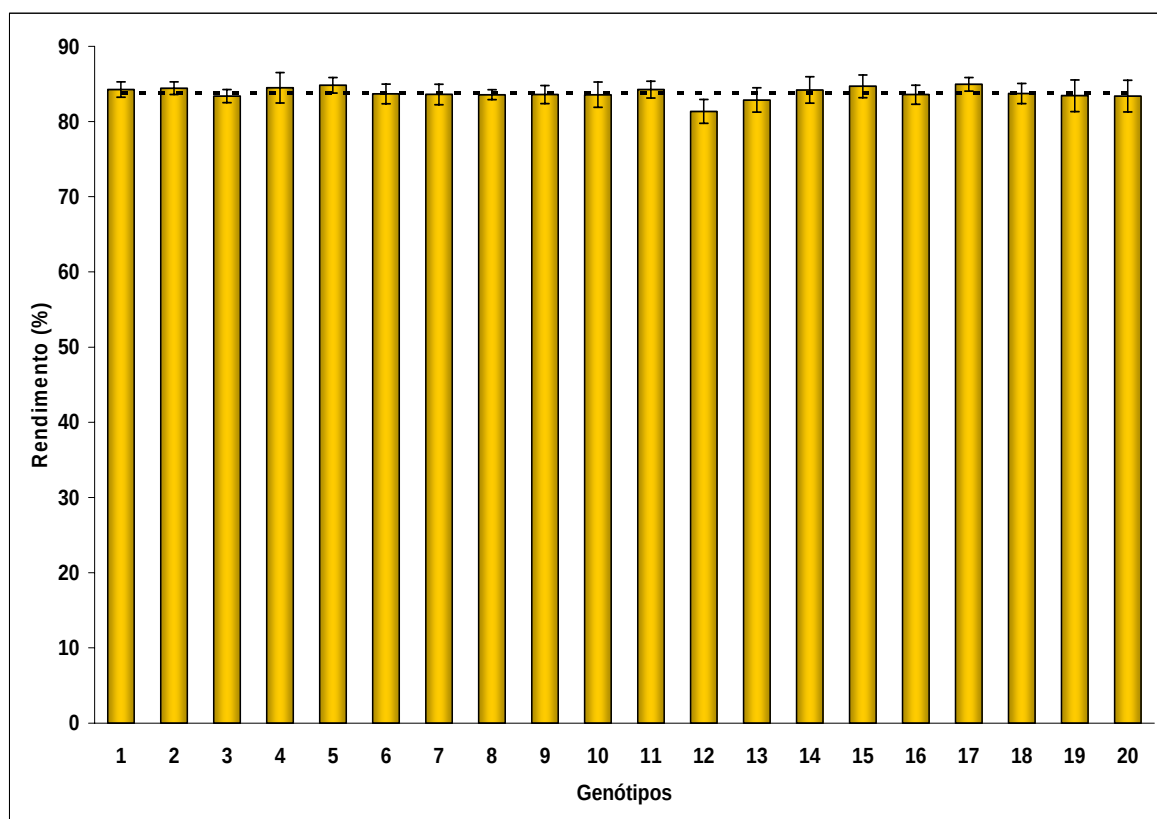


Figura 7. Rendimento em polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do Município de Iguatu, CE (2007).

Os genótipos estudados neste trabalho apresentaram rendimento superior quando comparado com Noronha (2000), que relatou um rendimento de polpa de umbu-cajá nos estádios de maturação verde e maduro, de aproximadamente 72% da parte comestível do fruto. Na agroindústria, os frutos com grande potencial são os provenientes de plantas com frutos, com rendimento acima da média, devendo ser melhorados alguns aspectos químicos para atender às exigências de mercado.

Rendimentos semelhantes foram obtidos por Silva Júnior et al. (2004), com frutos de 19 genótipos de umbu-cajazeira cultivados sob condições climáticas da Zona da Mata de Recife-PE, encontrando rendimento médio de 83,79 %, atingindo os frutos do genótipo seis, o maior valor (85,63%) e os do genótipo oito, o menor (81,94%). Estes resultados sugerem haver relação negativa entre o peso da semente e o rendimento em polpa.

Silva Júnior et al. (2004) obtiveram um menor rendimento médio de polpa para frutos de 36 genótipos de umbu-cajazeira colhidos no estágio maduro, com variação de

54,5 à 66,5%, resultado médio este inferior aos observados para os genótipos desse trabalho, onde apresentaram rendimento superiores.

Os resultados obtidos nesse trabalho foram bastante expressivos, quando comparados com as literaturas citadas, caracterizando os genótipos como frutos de elevado rendimento em polpa, desejáveis para a agroindústria.

4.1.4 Peso da Semente e Polpa

Com relação a variável peso da semente (FIGURA 8) ocorreu variação entre 1,74 g a 2,93 g, com média geral de 2,35 g. Um dos atributos de qualidade para a comercialização de frutos é o menor peso de sementes por fruto. Esta variável influencia diretamente o percentual de rendimento, também considerado um atributo de qualidade, especialmente para os frutos destinados à industrialização, cujo valor mínimo exigido pelas indústrias processadoras é de 40% (OLIVEIRA et al., 1999).

O genótipo P20 foi o que apresentou maior peso da semente, com valor médio equivalente a 2,93 g, não diferindo estatisticamente dos demais genótipos. Já o genótipo P15 apresentou valor médio inferior estatisticamente a todos os genótipos avaliados, com valor de 1,74 g.

Os genótipos avaliados nesse estudo apresentaram peso da semente semelhante ao reportado por Silva Júnior et al (2004), quando trabalhou com a mesma espécie, onde os frutos apresentaram um valor médio de 3,24 g e cujo peso variou de 2,69 g (genótipo 5) a 4,18 g (genótipo 8), correspondendo em termos médios a 13,00 e 20,20% da massa do fruto, respectivamente. Constatou-se que os genótipos, cujos frutos foram mais pesados, também, apresentaram um maior peso de sementes, sugerindo haver relação direta entre estas variáveis.

Frutos avaliados nesse trabalho apresentaram sementes em menor proporção quando comparadas aos dados reportados por Silva Júnior et al. (2004), que detectaram valores médios de 21,90 à 35,70% de peso da semente em relação aos umbu-cajás coletados de genótipos da região do Araripe, Pernambuco, Brasil. Os frutos dos genótipos apresentaram um bom percentual de rendimento em polpa (83,78%), atingindo os frutos do genótipo dezessete, o maior valor (84,95%) e os do genótipo doze, o menor (81,33%). Estes resultados indicam haver relação negativa entre o peso da semente e o rendimento em polpa.

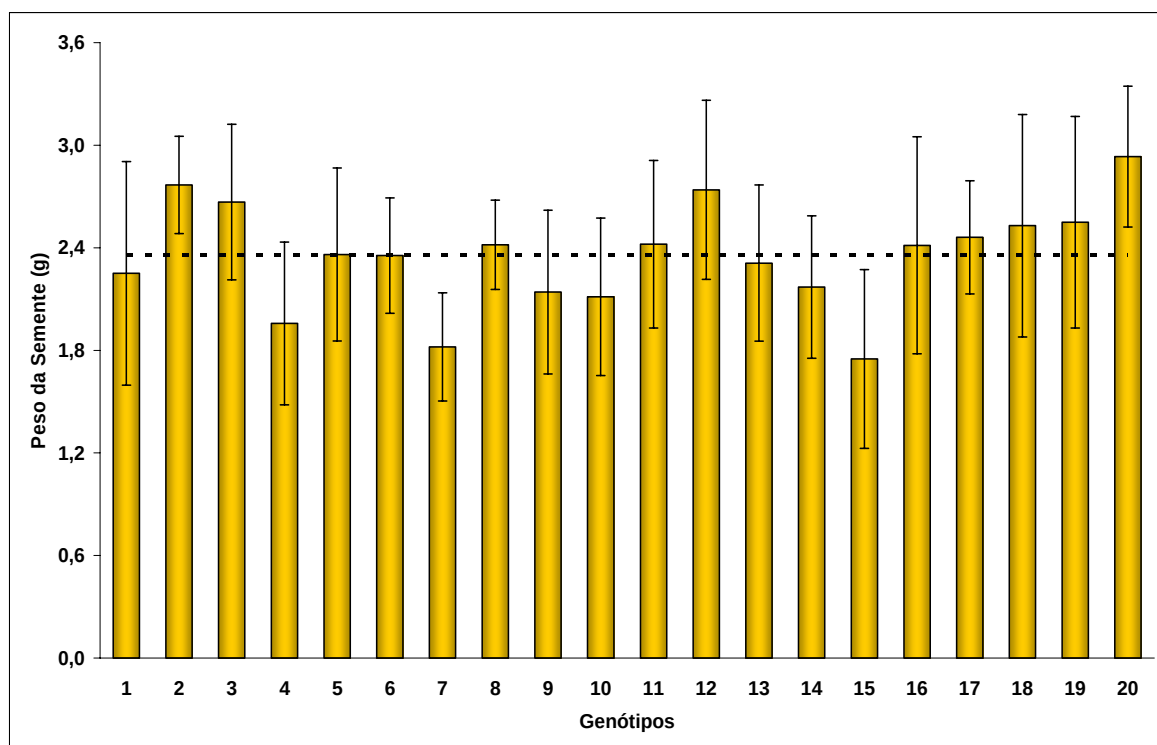


Figura 8. Peso da semente de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estádio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

Frutos avaliados nesse trabalho apresentaram sementes em menor proporção quando comparadas aos dados reportados por Silva Júnior et al. (2004), que detectaram valores médios de 21,90 à 35,70% de peso da semente em relação aos umbu-cajás coletados de genótipos da região do Araripe, Pernambuco, Brasil. Os frutos dos genótipos apresentaram um bom percentual de rendimento em polpa (83,78%), atingindo os frutos do genótipo dezessete, o maior valor (84,95%) e os do genótipo doze, o menor (81,33%). Estes resultados indicam haver relação negativa entre o peso da semente e o rendimento em polpa.

Para o parâmetro peso da polpa dos frutos de umbu-cajazeira (FIGURA 9), verifica-se que houve diferença entre os genótipos estudados. Com peso da polpa mínimo de 9,28 g e máximo de 14,99 g. Em geral, o peso da polpa médio dos genótipos foi de 12,15 g, o que mostra a diversidade existente na espécie quanto a esta variável.

Os genótipos P2 e P20 foram dentre os genótipos estudados os que apresentaram maior peso da polpa (14,99 e 14,58 g), diferindo estatisticamente do genótipo P7 (9,28 g). Esses genótipos apresentaram pesos da polpa com valores médios semelhantes ao relatado

por Pinto et al. (2003), cujos valores quanto à massa média da polpa foi de 6,11 g, com faixa de 1,70 g a 10,80 g em cajá, frutos do mesmo gênero.

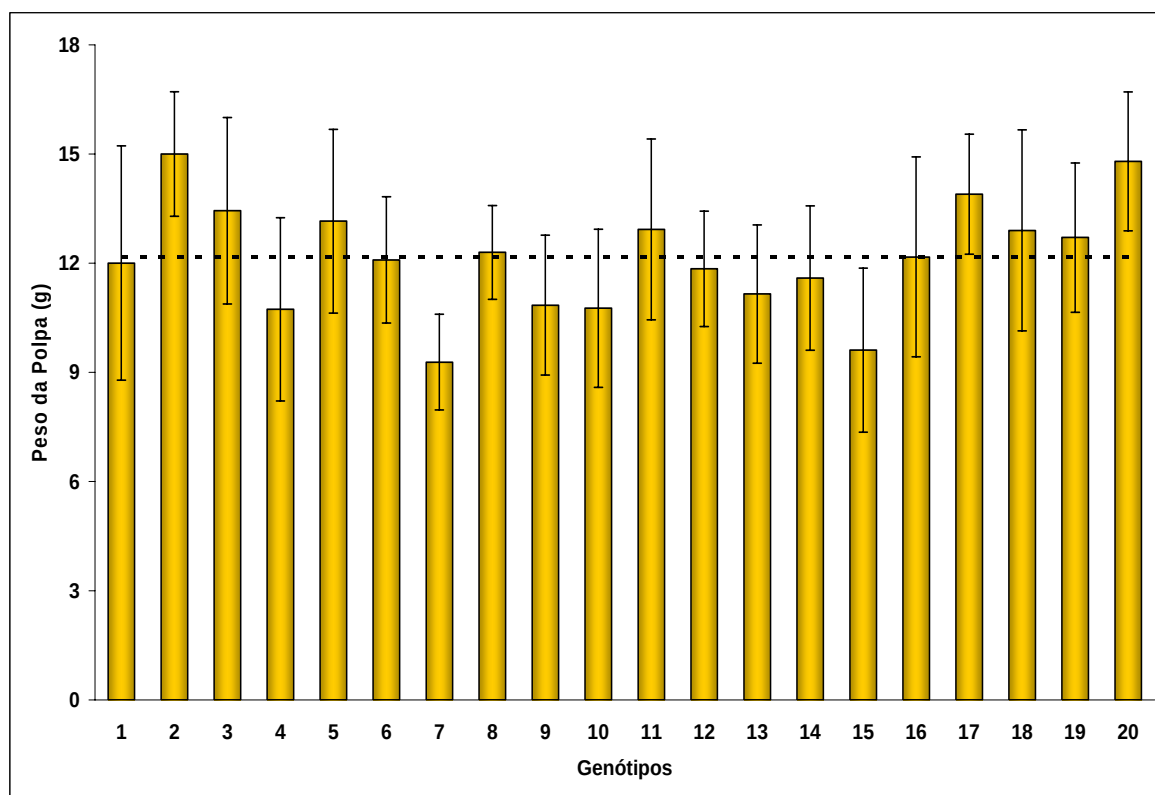


Figura 9. Peso da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

4.1.5 Firmeza da Polpa

A firmeza da polpa diferiu entre os genótipos avaliados (FIGURA 10), apresentando variação entre 1,88 a 2,83 N, com média geral de aproximadamente 2,36 N.

Os genótipos P9 e P12 apresentaram menor firmeza da polpa (1,88 e 1,99 N, respectivamente), não diferindo estatisticamente dos demais genótipos. O genótipo P17 foi o que apresentou maior firmeza da polpa, não diferindo estatisticamente dos demais, obtendo valor médio de 2,83 N. Esses frutos poderão ter uma menor vida útil pós-colheita, devido a menor resistência que os mesmos possuem contra danos físicos e/ou mecânicos, como machucamento, queda, etc.

Entre as determinações físicas, a firmeza da polpa foi que originou o maior coeficiente de variação, mostrando a grande variabilidade entre os frutos com relação a menor resistência a danos mecânicos.

Em estudos realizados por Moura (1998) e Pinto (1999) com diferentes clones de cajueiro, foram obtidos os valores de 4,94 a 7,42 a 11,88N, respectivamente, sendo o primeiro estudo realizado em clones sob irrigação e o segundo em clones em regime de sequeiro, explicando, assim, a diferença entre os valores obtidos. Moura (2004) obteve para o clone de cajueiro CCP 76 valor de 4,18N.

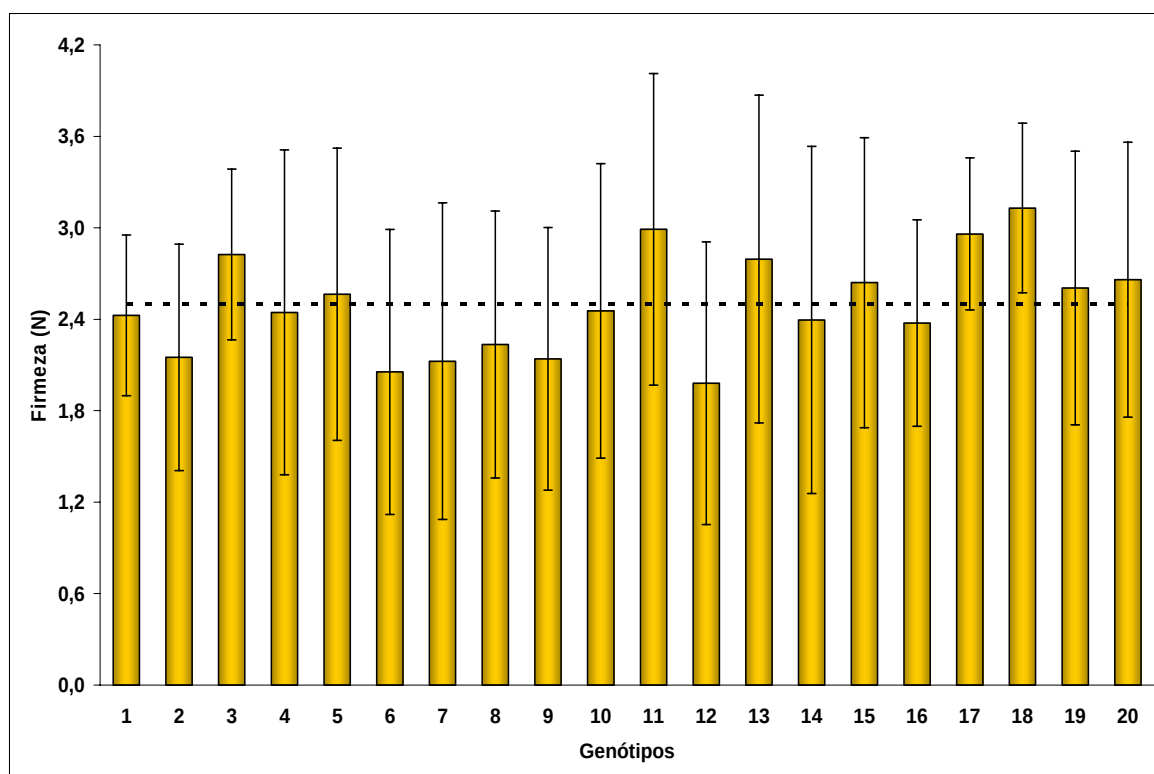


Figura 10. Firmeza da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do Município de Iguatu, CE (2007).

4.2 Avaliações físico-químicas

Na Tabela 4 são apresentadas as médias de cada genótipo para todas as variações com os respectivos intervalos de confiança, bem como a amplitude observada e os coeficientes de variação de cada variável.

Ocorreu uma variação entre os genótipos, para todas as características físico-químicas analisadas. O pH obteve o menor coeficiente de variação (3,47%), enquanto que os flavonóides, o maior (49,51%), conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Quadro geral com amplitude, média, intervalos de confiança e coeficiente de variação das características físico-químicas dos frutos de umbu-cajazeiras.

Genótipos	SS	pH	AT (%)	SS/AT	Ac. Red.	Açúc total	Amido	Pect total	Pec Sol	flav	Caroten	Antoc	Polifen	Vit. C
P1	10,4	2,7	1,5	7,0	6,3	6,4	0,1	0,3	0,3	30,6	0,4	0,3	29,1	16,8
P2	10,7	2,6	1,1	10,1	7,2	5,7	0,1	0,6	0,2	32,7	0,7	0,6	23,5	18,3
P3	10,8	2,9	1,1	10,3	6,2	4,2	0,3	0,5	0,4	8,5	0,8	0,8	27,2	25,5
P4	10,8	2,8	1,1	9,9	6,4	7,1	0,1	0,3	0,2	29,9	0,8	0,7	22,5	23,4
P5	11,1	2,8	1,1	10,0	7,7	6,8	0,2	0,3	0,2	35,1	0,9	0,8	31,7	33,7
P6	11,1	2,7	1,1	10,2	7,7	5,0	0,1	0,3	0,3	10,6	1,1	0,7	32,3	28,3
P7	11,2	2,8	0,9	12,9	9,0	10,0	0,1	0,4	0,3	38,7	0,2	0,9	26,9	25,9
P8	11,4	2,8	0,9	12,2	7,3	6,4	0,2	0,4	0,3	44,8	1,1	0,6	32,8	26,2
P9	11,4	2,8	1,0	11,2	8,4	7,3	0,1	0,2	0,2	8,1	1,2	0,9	30,3	34,2
P10	11,7	2,7	1,2	10,1	7,8	7,3	0,1	0,3	0,3	30,5	0,8	0,4	33,4	34,1
P11	11,8	2,9	1,1	11,2	8,4	4,7	0,2	0,2	0,3	18,6	1,0	0,7	31,0	25,4
P12	11,9	2,7	1,2	10,1	6,8	6,8	0,2	0,6	0,3	12,7	0,5	0,8	27,9	25,5
P13	11,9	2,8	1,2	9,6	7,7	6,8	0,2	0,4	0,3	49,9	0,6	0,8	35,5	31,3
P14	12,0	2,9	1,1	11,3	7,9	4,2	0,1	0,4	0,3	9,0	1,0	0,6	27,1	25,0
P15	12,0	2,8	1,1	10,5	6,3	4,6	0,2	0,4	0,4	16,6	0,5	0,8	26,2	32,1
P16	12,0	2,7	1,4	8,9	9,7	7,3	0,3	0,4	0,1	41,8	0,6	0,8	30,5	27,5
P17	12,2	2,8	1,1	10,9	8,7	7,0	0,1	0,3	0,3	30,2	0,9	0,5	30,0	27,7
P18	12,2	2,6	1,3	9,5	7,4	7,0	0,1	0,4	0,2	33,9	0,6	0,3	29,0	23,7
P19	12,3	2,8	1,2	10,2	9,4	9,3	0,2	0,2	0,2	34,1	0,8	0,9	29,7	23,2
P20	12,5	2,6	1,2	10,1	10,4	10,8	0,2	0,5	0,3	39,0	0,6	0,8	36,3	23,5
Média	11,58	2,77	1,14	10,32	7,84	6,73	0,17	0,37	0,27	27,76	0,76	0,68	29,63	26,56
IC ₉₅	0,18	0,02	0,04	0,33	0,35	0,53	0,02	0,03	0,03	3,55	0,07	0,05	1,10	1,29
Máximo	12,90	3,00	1,71	14,09	11,62	12,21	0,41	0,64	0,41	56,93	1,27	1,03	38,17	36,39
Mínimo	10,10	2,60	0,83	6,47	4,25	3,39	0,04	0,15	0,06	7,64	0,22	0,24	18,39	15,59
CV%	5,88	3,47	13,63	12,49	17,33	30,66	49,48	35,86	36,59	49,51	35,42	29,69	14,44	18,76

SS=sólidos solúveis (°BRIX); pH; AT=acidez titulável (%); SS/AT; AR=açúcares redutores (%); AST=açúcares solúveis totais (%); AM.=amido (%); PT=pectina total (%); PS= pectina solúvel (%); FL=flavonóides amarelos (mg/100g); C=carotenóides (mg/100g); A=antocianinas (mg/100g) PET=polifenóis extraíveis totais (mg/100g); Vit C=vitamina C (mg/100g).

De modo geral, as médias obtidas neste trabalho foram semelhantes aos resultados alcançados em outras publicações envolvendo o umbu-cajá.

Após a descrição geral dos resultados obtidos para todas as características físico-químicas, cada variável foi avaliada separadamente.

4.2.1 Sólidos Solúveis e Açúcares Solúveis Totais

Os teores de sólidos solúveis (SS) apresentaram diferença significativa entre os genótipos (FIGURA 11), apresentando valor médio de 11,58 °Brix, sendo o mínimo de 10,40 °Brix referente a P12 e máximo de 12,46 °Brix para os genótipos P3, P11 e P14, respectivamente.

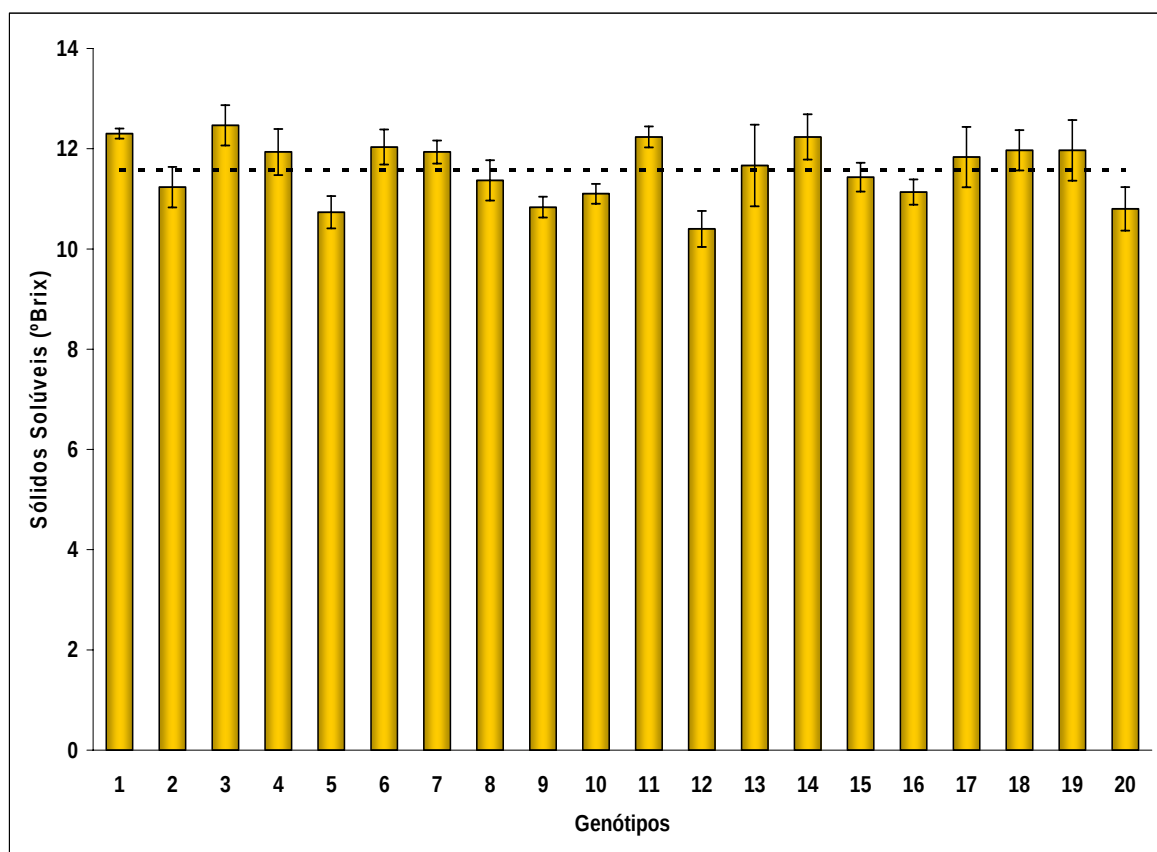


Figura 11. Sólidos Solúveis da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

O genótipo P3 (12,46 °Brix) apresentou maior teor de SS, seguido dos genótipos P1 (12,30 °Brix), P11 (12,23 °Brix), P14 (12,23 °Brix), P4 (12,06 °Brix) e P6 (12,03 °Brix), sendo que ambos diferiram significativamente entre si.

Os resultados encontrados neste trabalho apresentaram teores de sólidos solúveis semelhantes aos relatados por Noronha et al. (2000), que apresentaram variações entre 11,04 e 12,88 °Brix e também para o resultado apresentado por Fonseca et al. (1994) que obtiveram valores de sólidos solúveis que variaram entre 11,1 e 14,7 °Brix.

Teor mais elevado de sólidos solúveis foi reportado por Santos (1996), quando trabalhou com umbu-cajá e também por Sacramento et al. (1998).

O teor apresentado por Silva Júnior et al. (2004) de 9,90 °Brix foi inferior ao teor de sólidos solúveis obtidos para todos os genótipos no presente estudo, cujo menor valor foi de 10,40 °Brix.

Considerando-se essa variável, todos os frutos de todos os genótipos são propícios para a produção de sucos, pois segundo Lima et al. (2002), frutos destinados para este fim tecnológico devem possuir valores de sólidos solúveis superiores a 8%.

Frutos produzidos em regiões tropicais tendem a apresentar maior teor de sólidos solúveis do que em outras regiões, por desenvolverem-se sob altas temperaturas e elevada intensidade luminosa, o que reflete positivamente na fotossíntese (PANTASTICO, 1975).

Considerando não haver legislação específica referente ao Padrão de identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de umbu-cajá, os dados referentes a esta variável foi confrontado com os valores obtidos para cajá, fruto do mesmo gênero com características bastante semelhantes, estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da instrução Normativa nº 122, de 13 de setembro de 1999, a saber: SS>9,00°Brix (BRASIL, 1999).

Os teores de sólidos solúveis para polpas comercializadas congeladas de cajá (fruta com características bastante semelhantes) apresentam média de 7,67% com valores máximos e mínimos de 14,00% a 2,00%, respectivamente, como apresentam Bastos et al. (1999), não atendendo ao padrão para suco de cajá, conforme a legislação atual, que estabelece valor mínimo para teor de sólidos solúveis totais de 8,00%. Portanto, os teores médios de 11,00% de SS, demonstram que a polpa de umbu-cajá congelada, embora sem legislação específica, possui valores superiores a 8,00%, podendo ser utilizada para produção de suco.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), existe uma relação direta entre a quantidade de sólidos solúveis e a concentração de açúcares solúveis totais (AST). Dentre essas, o

genótipo P3 foi o que mais se destacou, por apresentar o maior teor de sólidos solúveis entre os tratamentos, ponto esse bastante importante para a indústria de processamento de sucos e polpas, devido ao maior rendimento obtido por frutos com altos teores de sólidos solúveis. Também pode ser indicado, para o consumo *in natura*, uma vez que a elevada presença de sólidos solúveis, o sabor adstringente, não muito apreciado pelo consumidor, é mascarado, devido à presença também elevada desses açúcares solúveis, prevalecendo assim, o sabor doce, que é mais agradável para o paladar de grande parte dos consumidores. De acordo com os açúcares solúveis totais (AST) pode-se verificar grande variação entre os genótipos, apresentando teor mínimo de 4,09 % e máximo de 10,80 %, com média de 6,71 % (FIGURA 12). O genótipo P3 foi o que apresentou maior teor de açúcares solúveis totais, em torno de 10,80 %, diferindo significativamente dos demais genótipos. Esses resultados demonstraram que, quando comparados com outras frutas, que o umbu-cajá é um fruto rico em açúcares simples (glicose, frutose e sacarose).

Os resultados obtidos dos genótipos em estudo foram semelhantes aos encontrados por Fonseca et al. (2001), cujo teor médio de AST foi 8,2 % para polpa de umbu-cajá, coletados em diversas comunidades de Muritiba, no Estado da Bahia.

Segundo Hobson e Grierson (1993); Kluge et al. (2002), os açúcares constituem a maior parte dos sólidos solúveis encontrados em frutas. Este fato pode ser observado em umbu-cajá, pois apresenta percentual médio de AST (6,71 %) relativamente alto quando comparado com o valor médio de SS (11,58 °Brix). Portanto, o AST representa a maioria de sólidos solúveis totais em umbu-cajá. No entanto, esse elevado teor de sólidos solúveis obtido, pode ser também devido a presença de outros compostos presentes em concentrações elevadas em umbu-cajás, tais como: pectinas, fenólicos, vitaminas, sais, ácidos, aminoácidos e algumas proteínas.

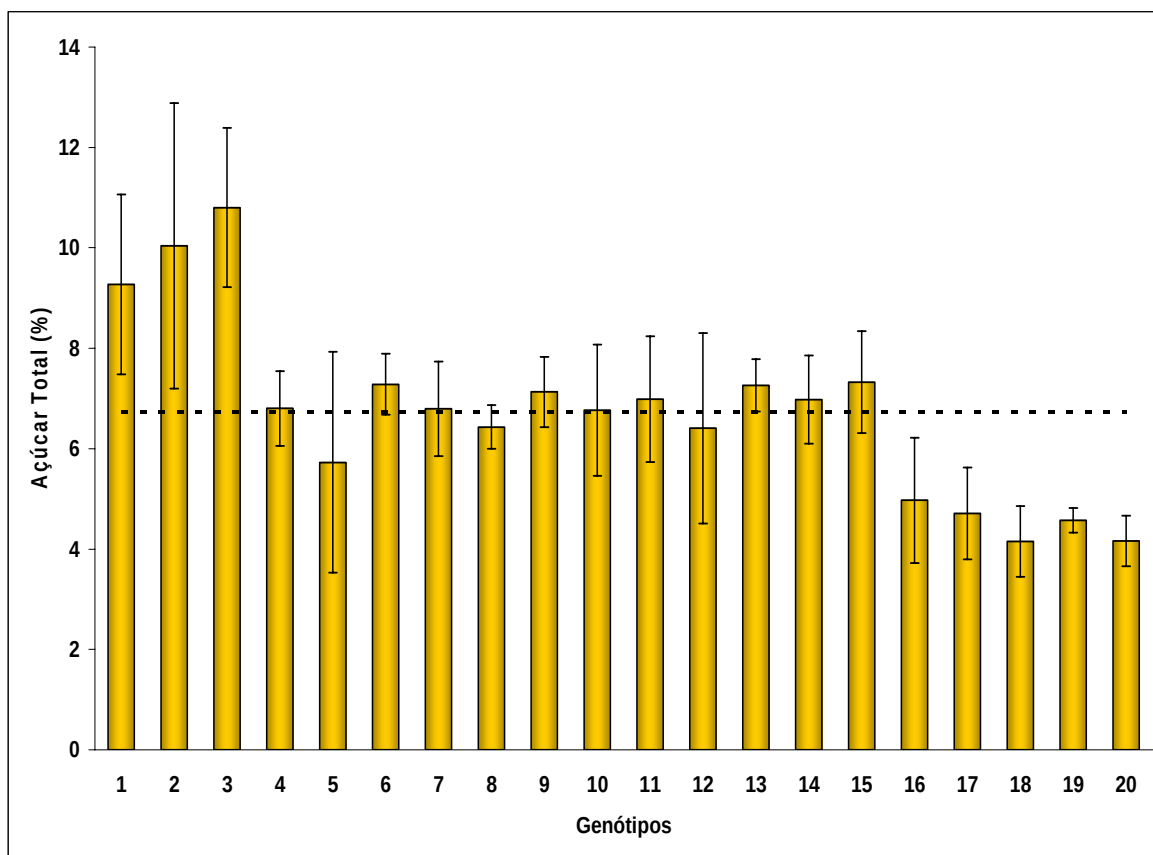


Figura 12. Açúcares Solúveis Totais da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

4.2.2 Relação SS/AT

Para esta característica, houve uma grande variação entre os genótipos. O genótipo P2 apresentou o maior valor de 12,93, diferindo estatisticamente de todos os outros genótipos, e o P12 obteve o índice mais baixo de 7,02 (Figura 13).

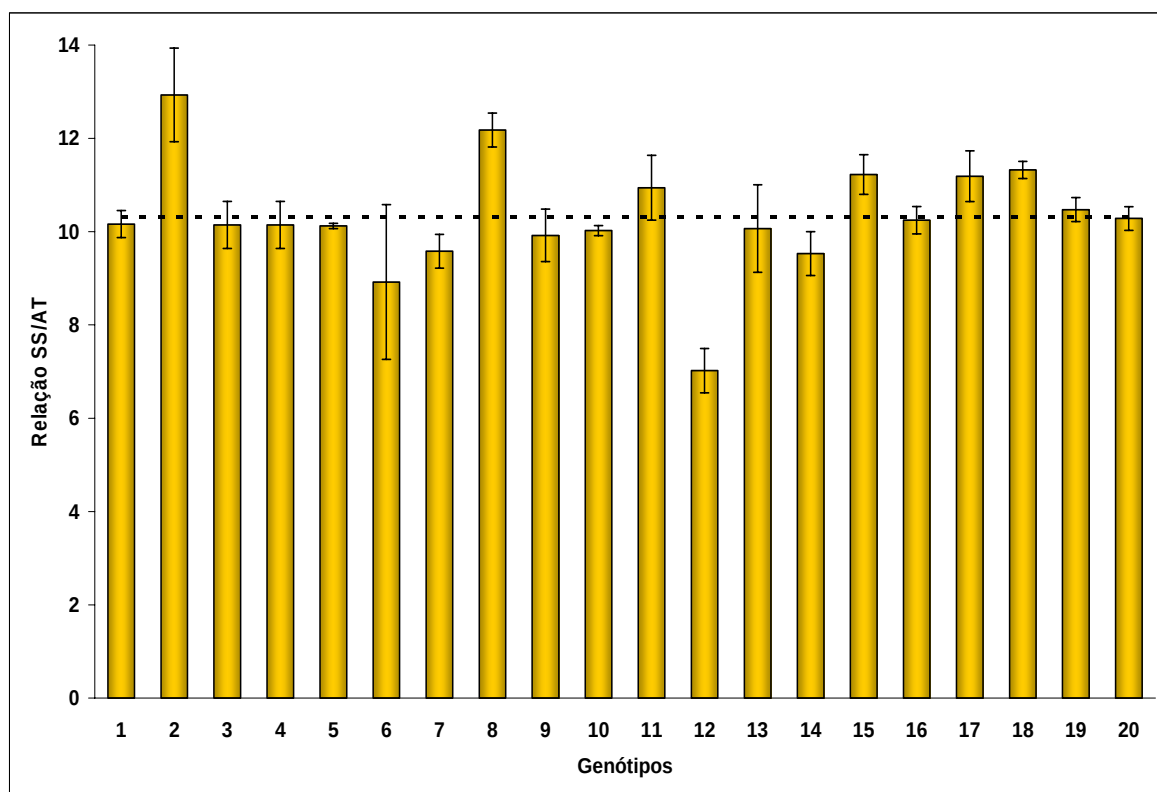


Figura 13. Relação SS/AT da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

A média geral para este parâmetro de qualidade dos diferentes genótipos foi de 10,32. Comparando com outros valores da literatura, têm-se: Silva Júnior et al. (2004) trabalhando com frutos de umbu-cajazeira, apresentou valores que variaram de 7,14 (genótipo 26) a 10,94 (genótipo 10) com valor médio de 9,05, assemelhando-se aos resultados encontrados no presente estudo. Dos 19 genótipos de cajá-umbu analisados, seis apresentaram relações de SS/AT acima do valor mínimo (10,00) estabelecido pelo PIQ (BRASIL, 1999) para cajá. Estes valores foram maiores do que os apresentados por Lima et al. (2002) que praticamente não verificaram variação entre os valores médios (6,28 a 6,29); em contrapartida, Silva Júnior et al. (2004) apresentaram valores maiores, sendo a média de 11,13, com variação de 4,56 a 15,30.

Lima et al. (2002), estudando frutos de umbu-cajá, verificaram que a relação SS/AT aumentou consideravelmente entre os estágios dos frutos em início de pigmentação para frutos parcialmente amarelos, na medida em que os frutos apresentaram maior grau de maturação. A tendência da redução da acidez total e o aumento dos sólidos solúveis e da relação SS/AT, após completa expansão do fruto, evidenciaram que o umbu-cajá pode ser

colhido a partir dos frutos que atingirem o estágio parcialmente amarelo na planta para armazenamento ou consumo quase imediato.

A relação SS/AT propicia uma boa avaliação do sabor dos frutos, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares e de acidez (PINTO et al., 2003).

A relação SS/AT é uma das melhores formas de avaliação do sabor dos frutos, no qual é devido, em grande parte, ao balanço de ácidos e açúcares (GONÇALVES et al., 1998; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Para o mercado consumidor de frutas frescas e/ou processadas, a relação ST/AT elevada é desejável. Neste contexto, destaca-se o genótipo P2 que apresentou um valor de 12,93, não diferindo-se estatisticamente de todos os outros genótipos.

4.2.3 Amido

Os resultados obtidos para amido não apresentaram diferença estatística significativa entre os genótipos de umbu-cajá analisados (FIGURA 14), verificando-se variação entre 0,07 % a 0,42 %.

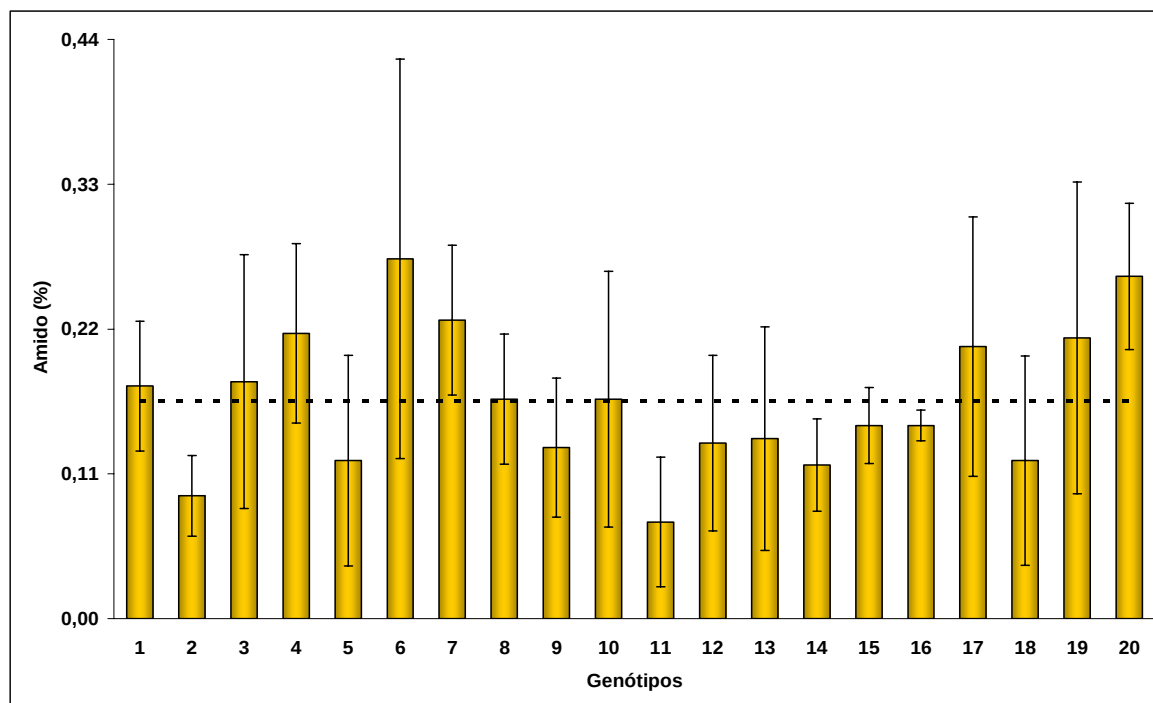


Figura 14. Amido da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

Entre os genótipos estudados o P2 foi o que apresentou o maior percentual de amido (0,42 %), não diferindo estatisticamente de todos os outros genótipos, seguido dos genótipos P6 (0,27 %) e P20 (0,26 %), respectivamente.

Alves e Filgueiras (2000), estudando frutos de cajá no estágio de maturação amarelo, verificaram teores de amido semelhantes ao encontrado no presente estudo, com um valor médio em torno de 0,52%. De acordo com os mesmos autores, verifica-se que o cajá atinge qualidade máxima para consumo ou industrialização ao final da maturação. Silva et al. (2003), estudando frutos de manga, verifica que a maioria dos trabalhos não especifica o cultivar da manga utilizada, nem o estágio de maturação fisiológica e utilizaram metodologias antiquadas para quantificar o amido. Mas, dois trabalhos são relativamente recentes e utilizaram metodologia de determinação de amido: o de Hubbard, Pharr e Huber (1991), que não especifica o cultivar e estágio de maturação da manga e o de Castrillo, Kruger e Whathey (1992), que especifica ambos. Os dois grupos de pesquisadores, após encontrarem menos de 1% de amido em mangas, valor semelhante ao que foi encontrado no presente estudo, verificaram um aumento considerável no teor de sacarose acumulada, concluindo que o teor de amido inicial era insuficiente para fornecer o carbono necessário à síntese da sacarose, nas quantidades acumuladas após a colheita.

Filgueiras et al. (2000), trabalhando com ciriguela do mesmo gênero do umbu-cajá, observou uma degradação acentuada de amido desde o estágio verde até o maduro. Sousa et al. (1998), trabalhando com ciriguela mexicana em três estágios de maturação, encontraram uma redução de mais de 80% no conteúdo de amido depois de três dias em frutos colhidos verdes.

Martins e Melo (2008) comentaram que no caso da cajá pode haver o comprometimento do sabor pelo alto teor de amido. Nesse estudo, foram reportados teores de amido de 1,92% para frutos predominantemente amarelos e 0,52% para frutos amarelos.

Em ciriguela, esses autores observaram mesmo no fruto maduro, conteúdo de amido elevado como por exemplo: frutos verdes - 9,13%; amarelos - 2,61% e maduros - 1,01%.

4.2.4 Pectina Total e Solúvel

De acordo com as análises realizadas, houve diferença estatística significativa entre os genótipos avaliados. A menor percentagem de pectina total foi observada no genótipo

P1 com 0,18 %, destacando-se com maior teor o genótipo P5 e P4 com o mesmo valor equivalente de 0,56 %. A média geral para todos os genótipos em estudo foi de 0,37 % (FIGURA 15).

Dados de teor de pectina total em umbu-cajá praticamente inexistem na literatura, com exceção do trabalho realizado por Torres et al. (2003), onde trabalhando com frutos de umbu-cajá, verificou que o valor de pectina para a amostra a °9 Brix assemelha-se ao relatado no presente estudo e também por Silva et al. (1999), para polpa de cajá, que foi de 0,35% de pectato de cálcio, já o valor citado por Policarpo et al. (2002) de pectina total de 0,636mg/100g para a polpa de umbu encontra-se próximo ao da amostra a °18 Brix. Na polpa integral (13 °Brix) o teor de pectina de 0,57% de pectato de cálcio, representa um conteúdo, relativamente, pobre, se comparado com outros frutos, tais como: limão (3-4%), banana (0,7-1,2%) e maçã (0,5-1,6%) (FOGARTY e WARD, 1972). O teor de pectina aumentou cerca de 6% na polpa a 24 °Brix com relação à polpa integral, sendo as substâncias pécticas os principais componentes químicos dos tecidos quais são responsáveis pelas mudanças de textura dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Comparando os resultados encontrados nessa pesquisa com os de outras frutas, pode-se afirmar que o umbu-cajá apresenta alto teor de pectina total, já que a maioria das frutas tidas como ricas em pectinas apresenta teores semelhantes a média deste estudo, tais como: uva (0,81 %), maçã (0,71 %), amora (0,59 %) e groselha vermelha (0,58 %) (PROCESSO DE GELEIFICAÇÃO EM ALIMENTOS, 2007).

O teor de pectina está relacionado com a consistência ou textura dos frutos, especial para sua conservação, sendo importante na matéria prima destinada à indústria, principalmente para elaboração de geléias, pois constitui um dos seus componentes básicos e fundamentais, responsáveis por conferir ao produto aspecto agradável e palatabilidade (JACKIX, 1988; EVANGELISTA, 1994; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Para a obtenção de geléias, compotas, frutas glaceadas, frutas cristalizadas e doces em pasta, deve-se obedecer algumas condições preestabelecidas, exclusivamente para elaboração destes produtos. Estas condições se referem particularmente ao regulamento que disciplina o emprego do açúcar, da pectina, do ácido e da própria fruta.

Portanto, espera-se que os genótipos que possuem maior concentração desta variável, necessitem adicionar menor quantidade de pectina comercial, sendo consequentemente mais econômico para o processo industrial.

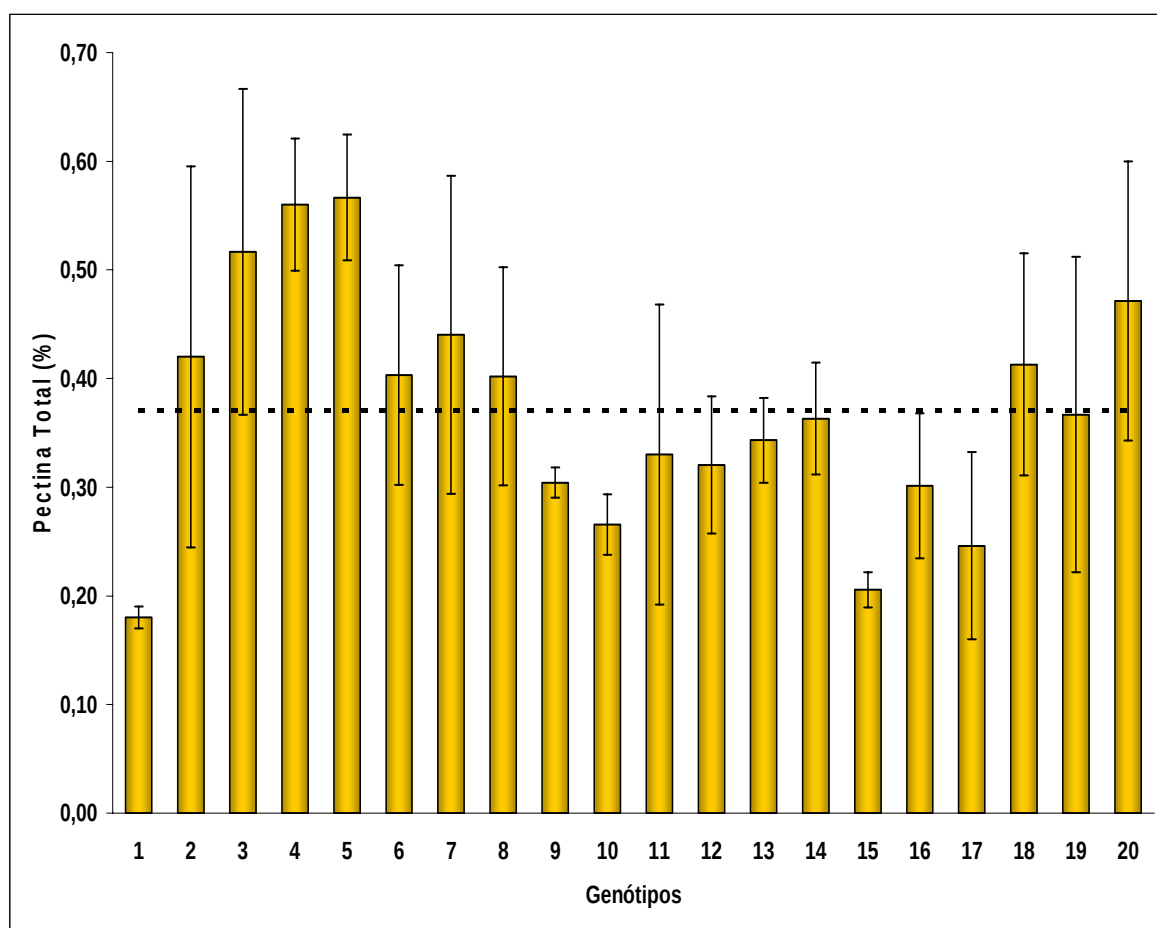


Figura 15. Pectina Total da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

Com relação a variável pectina solúvel, pode-se verificar (FIGURA 16) variação entre 0,08 % a 0,38 %, com média geral de 0,26 % e coeficiente de variação de 31,30 %.

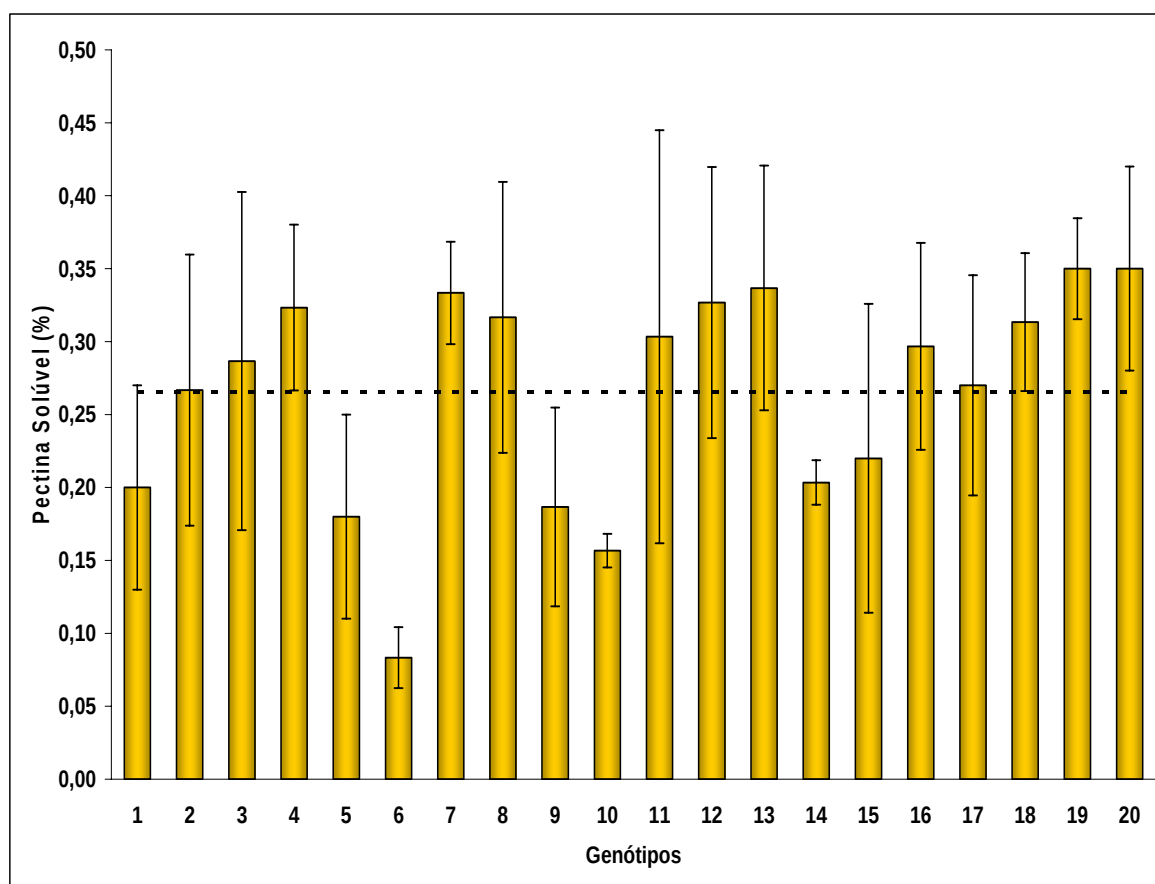


Figura 16. Pectina Solúvel da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjados provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

O genótipo P6 apresenta o menor teor de pectina solúvel, já o P1 foi um dos genótipos que apresentou menor teor de pectina total, no entanto o genótipo P20 foi o que apresentou maior teor de pectina solúvel com 0,38 %, diferindo significativamente dos demais genótipos em estudo.

Segundo Fennema (1993), as pectinas solúveis consideradas de baixo teor metoxílicos, podem formar géis estáveis, na ausência de açúcares, esse tipo de gel é adequado em produtos com baixa concentração de açúcar e dietéticos. Portanto, o fruto de umbu-cajá caracteriza-se como bom potencial para indústria de geléias light, pois apresenta teor elevado de pectina solúvel. Sendo o P20 o genótipo mais apropriado para esta finalidade, pois o teor de pectina solúvel representa o mesmo valor médio quando comparado com o seu teor de pectina total.

Alves e Filgueiras (2000), estudando frutos de cajazeira, em dois estádios de maturação, observaram-se poucas variações nos teores de pectina, quando analisada a

polpa integral, na atividade enzimática e nos teores de compostos fenólicos. Porém, o fracionamento das pectinas mostra que elas se tornam muito mais solúveis com o amadurecimento.

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

Segundo Carvalho (1994), o alto porcentual de pectina solúvel, em goiabas, indica frutos mais amolecidos, cuja textura muito macia diminui a vida útil em pós-colheita e inviabiliza o transporte de frutas a grandes distâncias.

4.2.5 Vitamina C

Essa variável apresentou diferença estatística significativa entre os genótipos, sendo considerada a característica de maior variação entre as variáveis analisadas, com coeficiente de variação de 7,59% (FIGURA 17). Obteve-se uma média de 26,55 mg/100 g de ácido ascórbico, destacando-se entre os genótipos o P9, que apresentou o valor máximo de 34,18 mg/100 g, não diferindo estatisticamente do genótipo P10 com valores de 34,07 mg/100g. O valor mínimo de vitamina C total foi observado no genótipo P1 equivalente a 16,77 mg/100g, seguida do genótipo P2 com equivalente a 18,31 mg/100g.

Vale salientar que o teor de vitamina C na polpa de umbu-cajá é muito baixo, se comparado ao de outras frutas, atingindo no máximo 34,18 mg/100 g (Alves et al., 2000).

Os resultados encontrados neste estudo apresentaram teor de ácido ascórbico equivalente ao comparado com a literatura, apresentando teor médio de ácido ascórbico semelhante ao teor mencionado por Lima et al. (2002), quando também estudou essa característica em frutos de umbu-cajá, verificando que os frutos atingiram o teor máximo de vitamina C no estágio de maturação do fruto parcialmente amarelo com 18,35mg/100g, apresentando perda mais intensa nos frutos totalmente amarelo-alaranjados com início da senescência, com comportamento semelhante aos observados na maioria dos frutos tropicais estudados. O valor de vitamina C total obtido nesses frutos, no estágio totalmente amarelo de 17,75 mg/100g, está compatível como resultado encontrado por Aldrigue (2000) com frutos obtidos no comércio de João Pessoa. A diferença significativa que influenciou para que o CV alcançasse 22,43% na determinação do DHAA, no estágio totalmente verde, demonstra que, neste estágio, a forma predominante é o AA que, durante o processo de amadurecimento, oxida-se, mantendo-se em equilíbrio com o DHAA.

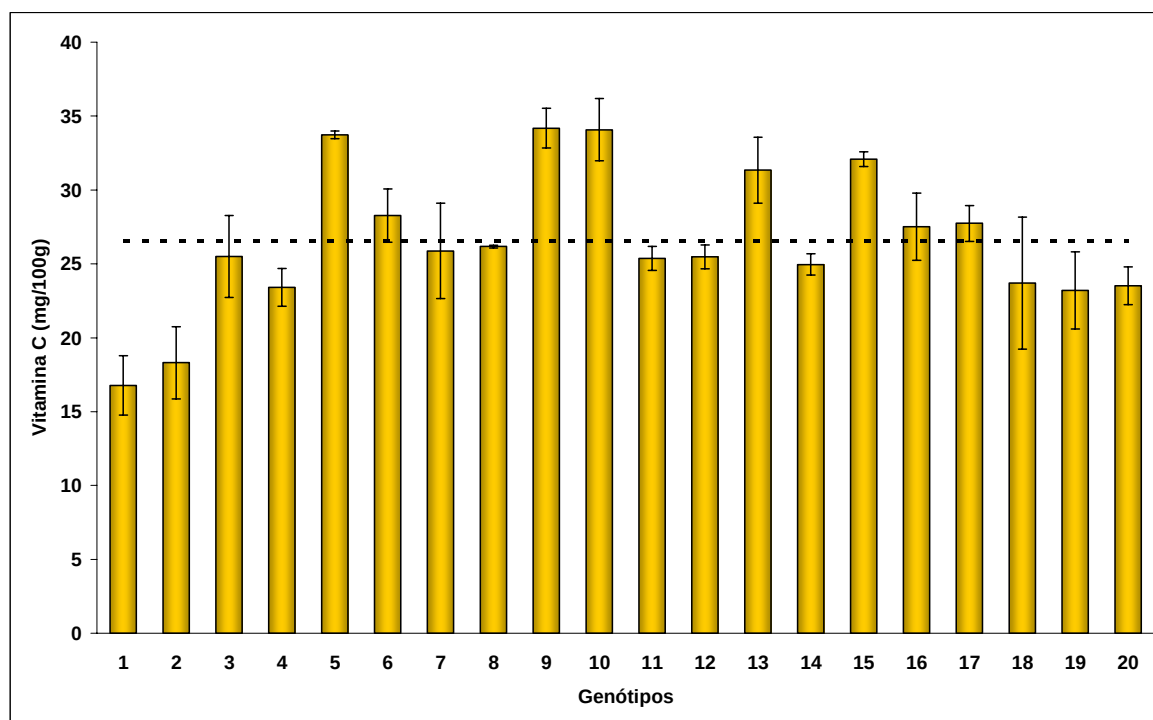


Figura 17. Vitamina C da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjados provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

Os resultados para vitamina C encontrados no estudo, foram superiores aos observados por Fonseca et al. (2001), que encontraram teores de 8,56 a 10,4 mg/100 g em frutos oriundos de Muritiba-BA.

Dentre os benefícios obtidos na utilização terapêutica da vitamina C em ensaios biológicos com animais incluem o efeito protetor contra os danos causados pela exposição às radiações e medicamentos (AMARA-MOKRANE et al., 1996). Os estudos epidemiológicos também atribuem a essa vitamina um possível papel de proteção no desenvolvimento de tumores nos seres humanos (LUPULESCU, 1993; DUTHIE et al., 1996).

4.2.6 Carotenóides Totais

Os teores médios de carotenóides totais dos genótipos apresentaram diferença estatística significativa, com uma grande variação entre os genótipos, com no mínimo 0,23 mg/100g a 1,21 mg/100g. A média geral encontrada foi de 0,75 mg/100g e o coeficiente de variação de 14,14% (FIGURA 18).

Destacando-se entre os genótipos o P15, P8 e P16, com valores médios de 1,21, 1,13 e 1,05 mg/100g, respectivamente. Os demais genótipos apresentaram teores de carotenóides inferiores a 1,0 mg/100g, observando-se a menor concentração no genótipo P2, com um valor médio de 0,23 mg/100g.

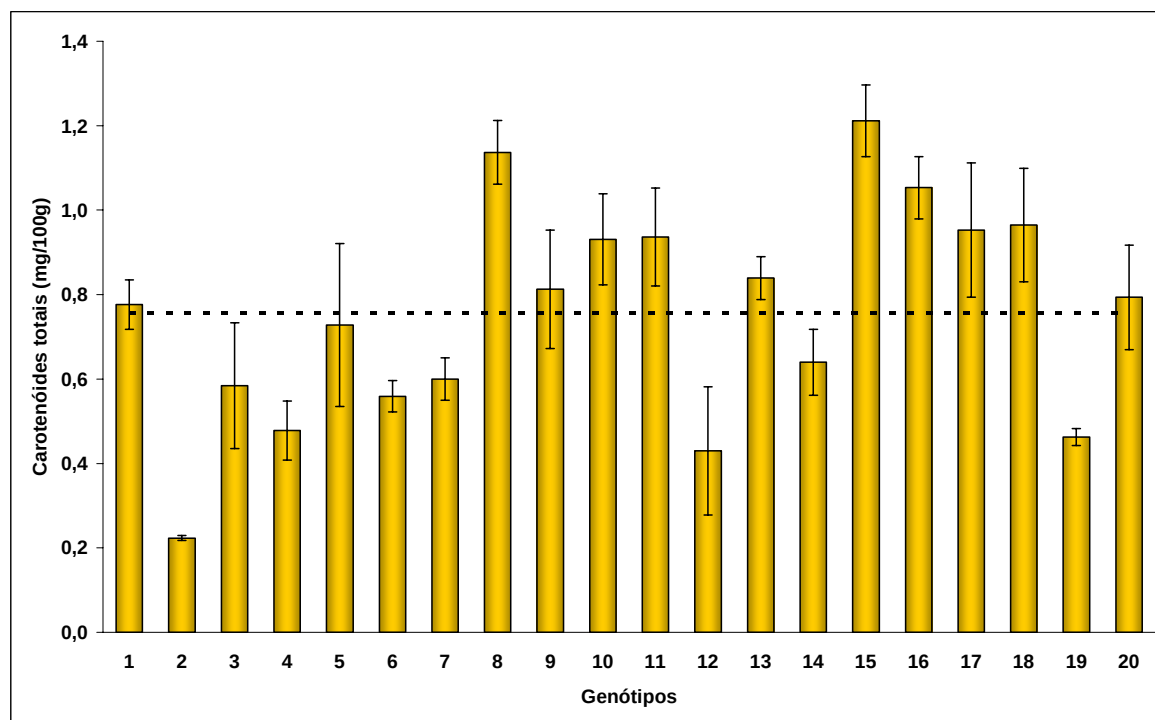


Figura 18. Carotenóides totais da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do Município de Iguatu, CE (2007).

Comparando os resultados encontrados nessa pesquisa com outras frutas, pode-se afirmar que o umbu-cajá apresenta um bom teor de carotenóides totais, já que a maioria das frutas consideradas ricas nessa substância apresentam, teores superiores a média deste estudo, tais como: manga com 1,91 a 2,63 mg/100g (RIBEIRO, 2006), goiaba vermelha (6,21 mg/100g), pitanga (1,64 mg/100g), com exceção do buriti (48,88 mg/100g) que possui a maior concentração entre as fontes já analisadas no Brasil (GODOY e RODRIGUEZ-AMAYA, 1998).

Entretanto, comparando os resultados encontrados nessa pesquisa com outras frutas, como por exemplo, o mamão, com um teor de carotenóides totais em torno de 0,85 mg/100g (GODOY e RODRIGUEZ-AMAYA, 1998), pode-se afirmar que o umbu-cajá

apresenta um teor de carotenóides totais semelhante, com um valor médio de 0,75 mg/100g.

Através dos resultados obtidos pode-se verificar que o umbu-cajá possui um bom teor em carotenóides totais. Segundo Zanatta (2004) devido à grande diferença estrutural entre carotenóides e antocianinas, poucos pesquisadores determinaram a composição de ambos os pigmentos na mesma amostra.

Hamano e Mercadante (2001), em estudo da composição de carotenóides em produtos comerciais de cajá, encontraram para o suco integral de cajá valores de 16,71 $\mu\text{g.g}^{-1}$ e 88,7 $\mu\text{g.100 g}^{-1}$ para carotenóides totais e vitamina A, respectivamente. Os valores obtidos, no presente trabalho, são inferiores; porém, na formulação do produto, foram utilizados 30% da polpa do fruto.

A distribuição dos carotenóides em frutos é extremamente complexa e sujeita a consideráveis variações (GROSS, 1987). Alguns dados reportados, afirmam que os carotenóides são geralmente mais concentrados na película do que na polpa de alguns frutos. Em abacates, por exemplo, o teor de carotenóides totais na polpa variou de 10-14 $\mu\text{g. g}^{-1}$ de peso fresco enquanto na película o teor foi de 40 $\mu\text{g. g}^{-1}$ de peso fresco (GROSS et al., 1973).

O teor de carotenóides totais aumenta durante o amadurecimento, momento em que a carotenogênese é intensificada, a exemplo da manga (JOHN et al., 1970), laranja (ROTSTEIN et al., 1972), mamão (WILBERG e RODRIGUEZ-AMAYA, 1995) e carambola (GROSS et al., 1983). Em outros frutos, nos quais a cor do estágio maduro é devido à presença de antocianinas, a exemplo de morango (WOODWARD, 1972) e “red currant” (GROSS et al., 1983), o teor de carotenóides diminui com o amadurecimento.

Não foram encontrados dados na literatura para carotenóides totais em umbu-cajá.

4.2.7 Flavonóides Amarelos

De forma geral os genótipos analisados não apresentaram diferença significativa quanto ao teor de flavonóides amarelos (FIGURA 19), apresentando mínimo de 8,10 mg/100g e máximo de 49,92 mg/100g, com média geral de 27,76 mg/100g.

O genótipo P7 apresentou maior média de teor de flavonóides amarelos, com um valor médio em torno de 49,92 mg/100g, não diferindo significativamente dos demais genótipos analisados.

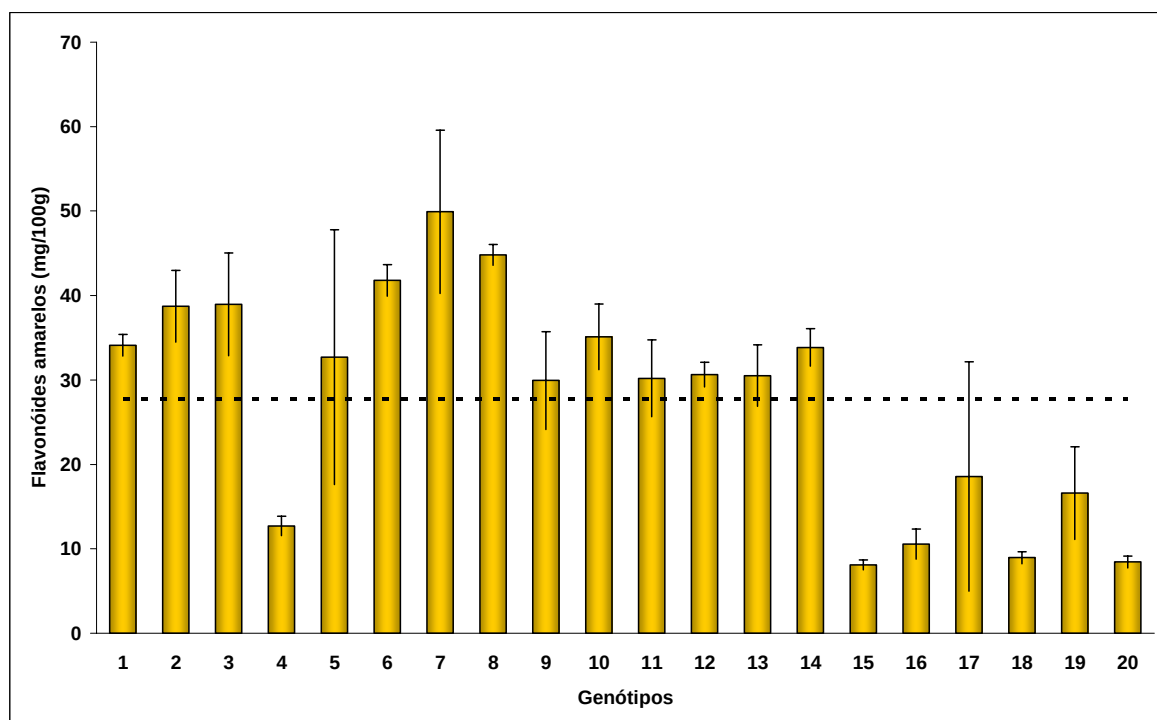


Figura 19. Flavonóides amarelos da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

Não há relatos na literatura sobre estes compostos em frutos de umbu-cajá, apesar dos bons teores de flavonóides amarelos determinados neste estudo, pois apresentaram conteúdo semelhante ao caju que contém grandes quantidades de flavonóides amarelos, o que pode ser confirmado por Moura et al. (2001), no qual determinaram variação no teor de 80,62 a 129,69 mg/100g, com média de 105,12 mg/100g em sua pesquisa com nove diferentes clones de cajueiro. Vale ressaltar que esses resultados foram determinados na película do caju, enquanto no umbu-cajá essa grande quantidade de flavonóides amarelos está presente na polpa.

Lima et al. (2000), trabalhando com acerola, verificaram teores de flavonóis totais que variaram de 9,31 a 20,22mg de quercetina/ 100g, estando na mesma faixa dos valores encontrados no presente estudo. No que se refere aos teores de flavonóides totais, nos frutos de umbu-cajá, os valores foram estatisticamente diferentes entre si.

Segundo Harborne (1967); Fennema (1993), os flavonóis (quercetina) e as flavonas (luteolina) são os grupos de flavonóides responsáveis pela cor amarela que sempre acompanham as antocianinas em frutos, provavelmente porque apresentam vias biossintéticas semelhantes. Estes pigmentos pertencem ao grupo dos flavonóides que têm

sido relatados como compostos que possuem capacidade antioxidante (PIETTA, 2000). Os resultados indicam que o umbu-cajá é excelente fonte de outros flavonóides com propriedades funcionais, contribuindo para o seu valor nutricional.

4.2.8 pH e Acidez Total

Pode-se verificar para a variável pH, através da FIGURA 20, uma variação pequena entre os genótipos, oscilando entre 2,60 a 2,93, apresentando, em geral, média de 2,76. Não houve diferença significativa para todos os genótipos estudados.

Todos os genótipos estudados neste trabalho apresentaram valores médios de pH acima de 2,60, estando de acordo com a maioria das literaturas reportadas. Silva Júnior et al (2004) trabalhando com frutos de umbu-cajá, apresentou valores que variaram de 1,75 (genótipo 4) a 2,57 (genótipo 10) com valor médio de 2,20, assemelhando-se aos resultados encontrados no presente estudo. Estes valores também foram semelhantes aos encontrados por Santos (1996), Lima et al. (2002) e Silva Júnior et al. (2004), cujas variações de pH para umbu-cajá foram, respectivamente, de: 2,0 a 2,2; 2,11 a 2,17 e 2,5 a 3,0.

No entanto, dentre os genótipos de umbu-cajá estudados por Silva Júnior et al (2004), destacaram-se o 3, 4, 13, 14, 15, 17, 19, 23 e 26 por apresentarem $\text{pH} < 2,20$, estabelecido como atributo de qualidade pela legislação, por favorecer a conservação da polpa, minimizando o crescimento de leveduras (BRASIL, 1999).

Noronha (2000), estudando frutos de umbu-cajá, constataram para o pH, valores entre: 3,15 e 3,27, sendo superiores aos encontrados no presente estudo e também por Santos (1996) e Lima et al. (1990), com relação ao umbu-cajá; Sacramento et al. (1998), Silva et al. (1995), Lima (1995) e Lima et al. (1990), em relação ao cajá.

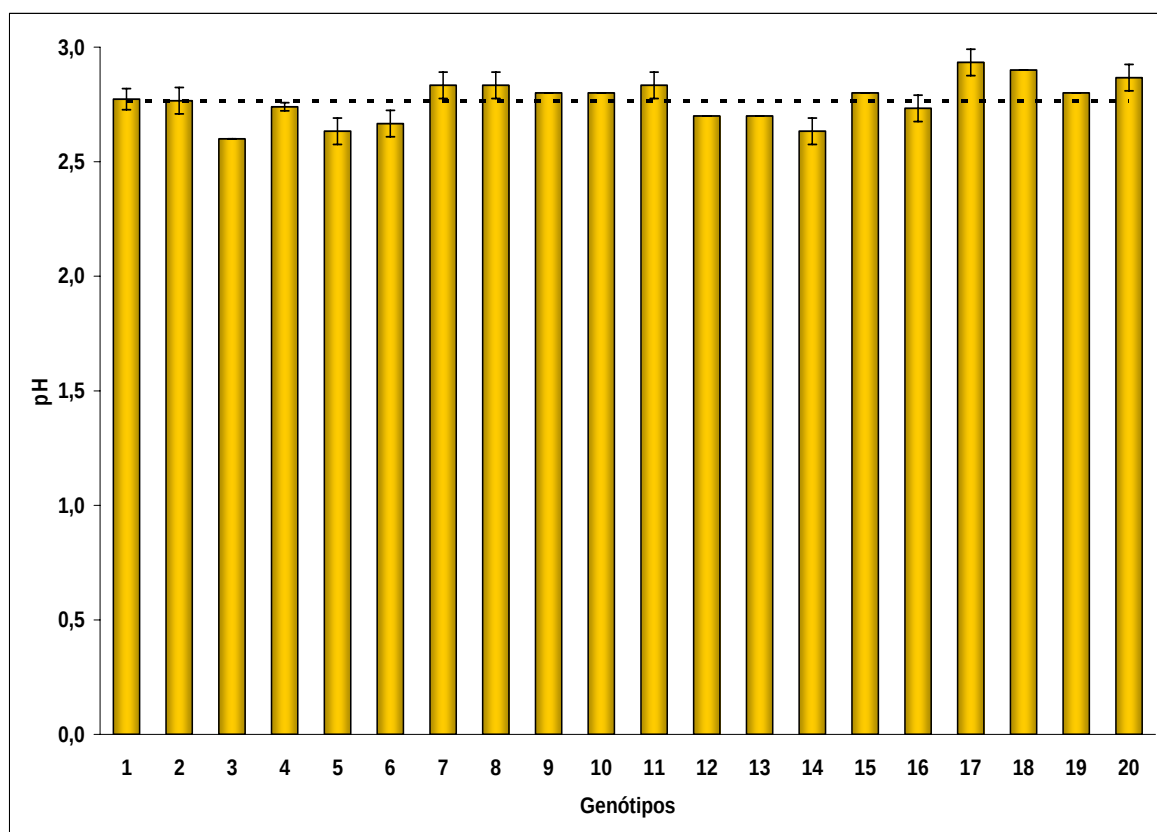


Figura 20. pH da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

Segundo Lima et al. (2002), ao estudar o pH em frutos de umbu-cajá, verificou que o mesmo manteve-se estável nos diferentes estádios de maturação dos frutos com os valores médios de 2,01 a 2,0, podendo-se observar que as polpas de umbu-cajá no estágio totalmente amarelo apresentaram valores de pH um pouco abaixo dos encontrados em outros frutos do gênero *Spondias*, como cajá apresentando pH de 3,30 (ALDRIGUE, 1988), 2,75 (LIMA et al., 1990) 2,4 a 3,0 (SACRAMENTO e SOUZA, 2000), umbu-azedo com 2,26 e umbu-doce com 2,28 (COSTA, 1998).

Montes (1969) menciona que os fatores ecológicos além dos de ordem genética, influem consideravelmente na composição química dos princípios alimentícios vegetais. Tal colocação pode ser reforçada através das considerações feitas por Potter (1973), onde esclarece que a variação na composição química dos frutos deve-se não somente à variedade botânica, mas também ao grau de maturação antes da colheita e às condições de maturação pós-colheita e de armazenagem.

A importância do pH está relacionada com a qualidade e a segurança dos alimentos. De um modo geral, fornece uma indicação do seu grau de deterioração, atestado pela acidez desenvolvida (GOMES, 1996).

De acordo com Villachica et al. (1996), os frutos mais ácidos e os menos doces são empregados na fabricação de sorvetes, sucos, doces em massa, tortas entre outros, por implicar em menores custos à empresa, justificado pela não necessidade da adição de acidulantes para reduzir o pH quando superior a 4,5 facultativo ao crescimento de *Clostridium botulinum*, bactéria patogênica, anaeróbica, causadora do botulismo. Em relação ao mercado de mesa justifica-se pelo sabor diferenciado do fruto (SOUZA, 2004).

Em relação à acidez total (AT), observa-se na FIGURA 21, que não houve diferença estatística significativa entre os genótipos, apresentando grande variação que oscilou entre o mínimo de 0,87 % e máximo de 1,48 %.

Os genótipos P12 e P6 apresentaram maior percentual de acidez ficando acima de 1,30%, não diferindo significativamente dos genótipos P14 (1,28%), P7 (1,24%) e P3 (1,23%).

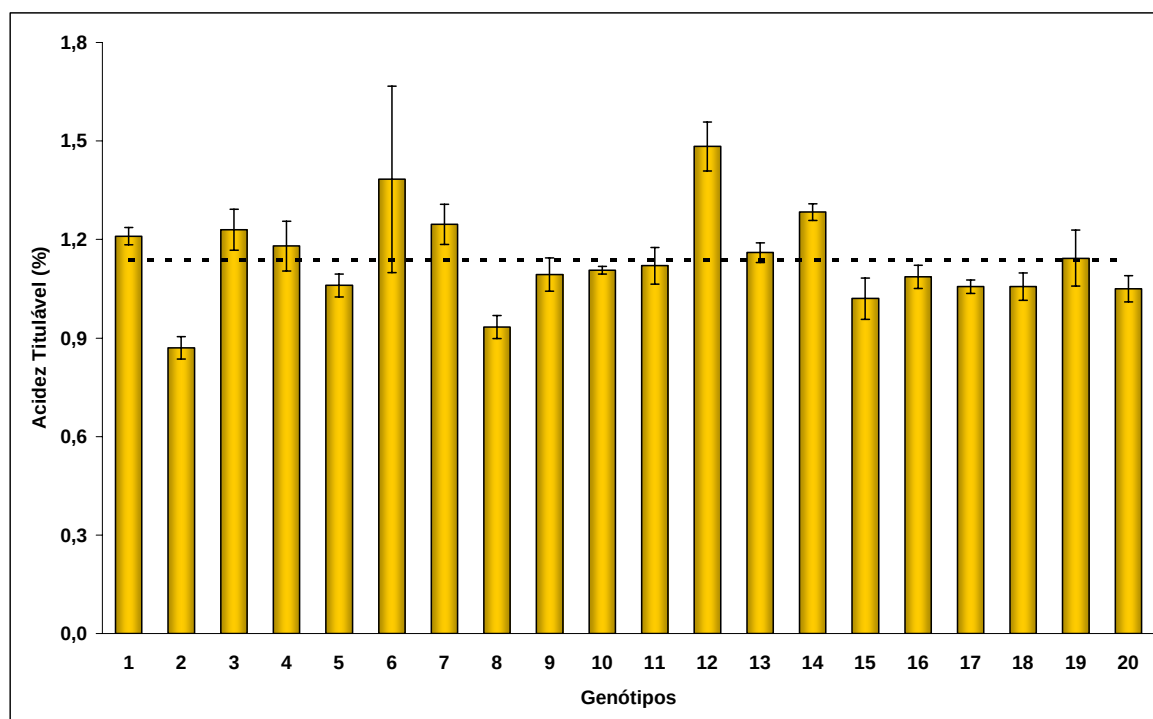


Figura 21. Acidez titulável da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

No geral, a média de acidez total obtida para os genótipos foi equivalente a 1,13%. Em relação a outros estudos de caracterização de polpas de umbu-cajá, Silva Júnior et al. (2004), avaliando polpa de umbu-cajá relatou um percentual de acidez total semelhante ao encontrado no presente estudo, com média de 1,66 %, com variação de 1,25 (genótipo 27) a 2,02% em ácido cítrico (genótipo 13). Lima et al. (2002), obtiveram um valor médio de 1,91%, com variação de 1,55 a 2,40%, enquanto Silva Júnior et al. (2004) apresentaram acidez total média de 1,20%, com variação de 0,74 a 1,49%.

De acordo com Lima et al. (2002) e Pinto et al. (2003), podem-se considerar os genótipos com AT acima de 1,00% em ácido cítrico como os de maior interesse para a agroindústria, tendo em vista não haver necessidade da adição de ácido cítrico para conservação da polpa, artifício utilizado para minimizar o desenvolvimento de microrganismos. Todos os genótipos, com exceção do P2 e P8, apresentaram porcentagens de ácido cítrico acima do valor mínimo estabelecido para cajá (BRASIL, 1999).

Percentuais de acidez total mais próximo aos obtidos neste trabalho foram reportados por Lima et al. (2002), em pesquisa com polpas de umbu-cajá, cujos valores variaram de 2,40 a 1,55% de ácido cítrico, com comportamento e resultados semelhantes aos também apresentados por Costa (1998) com cajás.

4.2.9 Açúcares Redutores

O teor de açúcares redutores (Figura 22) variou bastante, de 6,23 a 10,35 %, para os genótipos P20 e P3, respectivamente (Figura 22). Esses valores são compatíveis aos encontrados por Noronha et al. (2000), onde para os açúcares redutores com frutos de umbu-cajá, constatarem valores compreendidos entre: 6,77 e 7,70, valores estes inferiores ao encontrado por Sacramento et al. (1998), quando fez as mesmas determinações na polpa do cajá.

A média geral encontrada para açúcares redutores foi de 7,83 %, valor bem próximo ao relatados por Noronha et al. (2000), com um teor médio de 7,23 %.

A síntese muito elevada de glicose durante a maturação é importante devido ao fato de glicose e frutose possuírem juntas um poder adoçante maior que o da sacarose, conferindo ao suco sabor mais agradável (NASCIMENTO et al., 1998).

Os açúcares redutores representam aproximadamente 90% dos açúcares solúveis totais no final da maturação. Leon e Shaw (1990) citam teores entre 6,74 e 9,41% de açúcares solúveis totais em cajá, pertencente ao mesmo gênero do umbu-cajá.

Filgueiras et al. (2001), trabalhando com ciriguela, do mesmo gênero do umbu-cajá, verificou que os conteúdos de açúcares redutores aumentaram durante a maturação, sendo o resultado observado para os frutos maduros superiores aos encontrados por Sousa et al. (1998)

Mattietto et al. (2007), analisando-se os açúcares do néctar miso de cajá e umbu, verificou uma perda em relação aos totais, que refletiu no declínio dos valores de °Brix.

O conteúdo de açúcares redutores se constitui principalmente de glicose e frutose. A quantificação do teor de açúcares individuais é importante quando se objetiva avaliar o grau de doçura do produto, pois o poder adoçante desses açúcares é variado e aumenta na sequência glicose: sacarose: frutose (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

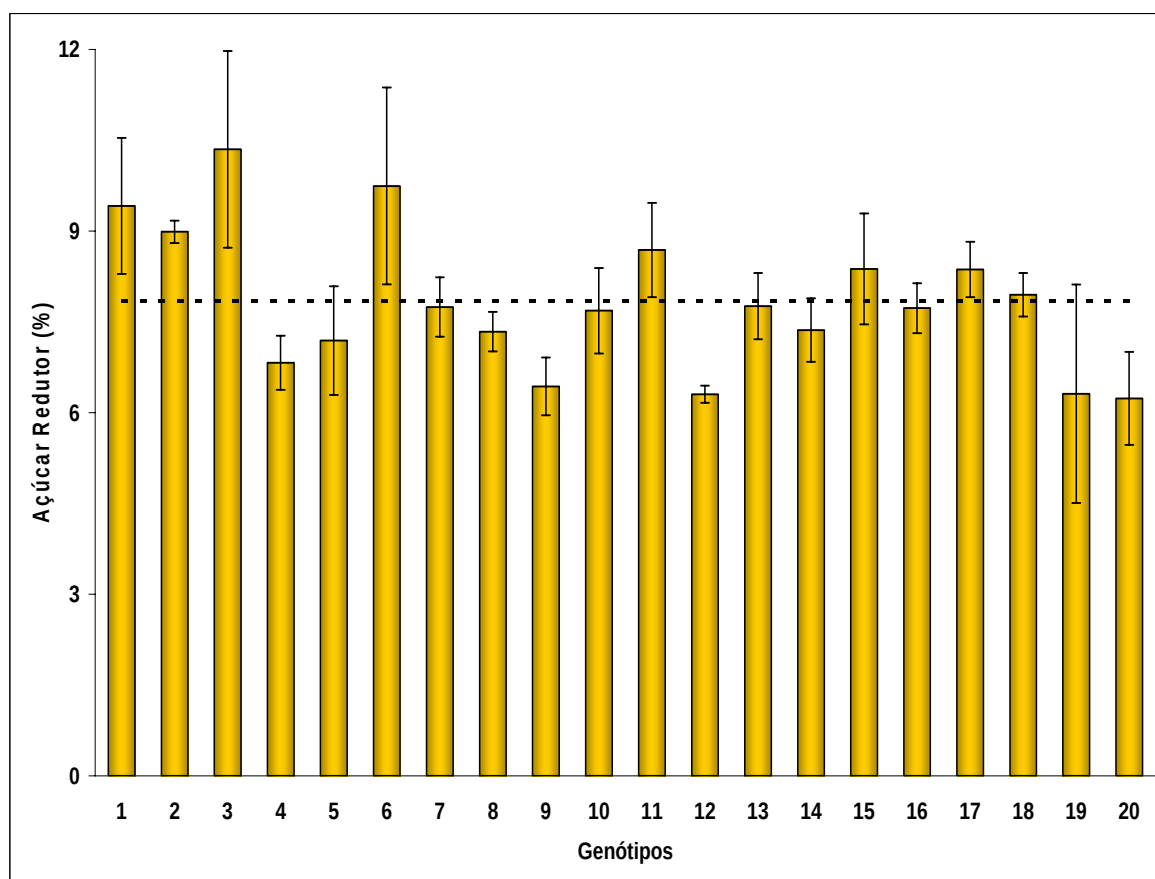


Figura 22. Açúcar Redutor da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

Ferreira *et al.* (2000) trabalhando com polpa in natura do umbu maduro, encontrou um valor médio de açúcares redutores de 3,61%.

4.2.10 Antocianinas

Com relação às antocianinas, houve diferença estatística significativa entre os genótipos avaliados. Os menores teores médios de antocianinas foram observados nos genótipos P12 e P14 com 0,28 e 0,32 mg/100g respectivamente, destacando-se com maior teor o genótipo P2 com equivalente a 0,89 mg/100g, não diferindo estatisticamente dos demais genótipos avaliados. Pode-se verificar uma grande variação entre os genótipos, cujo teor máximo apresenta quase o dobro do mínimo. A média geral para os genótipos em estudo foi de 0,68 mg/100g (FIGURA 23).

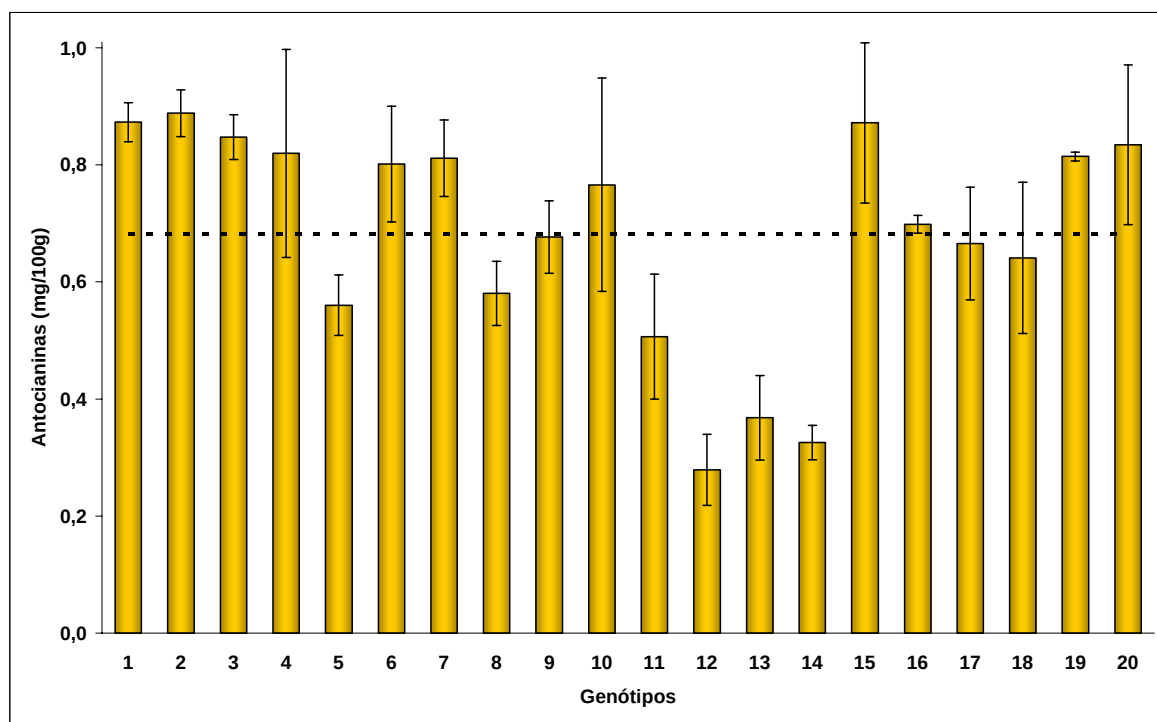


Figura 23. Antocianinas da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

Através dos resultados encontrados nesta pesquisa, pode-se afirmar que o umbu-cajá apresenta baixo teor de antocianinas se comparado a outras frutas como: o camu-camu

que apresenta teor de 30,14 a 56,37 mg/100g de casca (ZANATTA, 2004); o caju com variação de 17,56 a 76,07 mg/100g de película (MOURA et al., 2001); a acerola com 4,84 a 13,80 mg/100g (SOUZA et al. 2004).

Em relação a outras frutas, o umbu-cajá não tem mostrado ser uma excelente fonte de antocianinas, por não apresentar maior concentração deste pigmento na sua polpa (TJIN AKWIE, 2000).

4.2.11 Polifenóis Extraíveis Totais

Os teores médios de polifenóis totais dos genótipos apresentaram diferença estatística significativa, apresentando considerável variação entre os genótipos, oscilando entre valor mínimo de 22,33 mg/100g referente ao genótipo P9 ao máximo de 36,00 mg/100g. A média geral para os genótipos em estudo foi de 29,63 mg/100g. O genótipo P3 apresentou o maior valor (36 mg/100g), não diferindo significativamente dos demais.

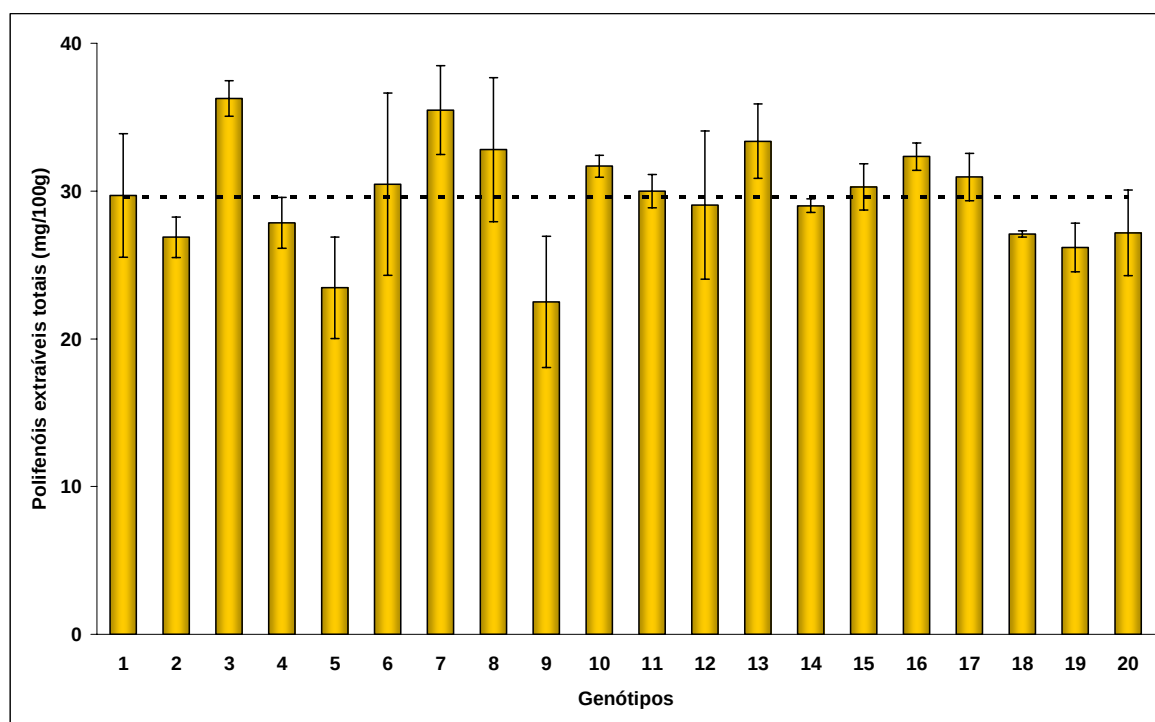


Figura 24. Polifenóis extraíveis totais da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado provenientes do município de Iguatu, CE (2007).

Estes resultados foram inferiores aos relatados por Hassimotto et al. (2005), que determinaram o teor de polifenóis em polpa de frutas e encontraram valores como por exemplo: carambola: 126 mg/100g; nêspera: 112 mg/100g; abacaxi: 67 mg/100g; maçã: 82 mg/100g; goiaba branca: 160 mg/100g e goiaba vermelha: 124 mg/100g).

Estudos recentes relatam que compostos fenólicos têm se mostrado bons contribuintes para a capacidade antioxidante total dos alimentos que os contêm, embora sua relevância nutricional é incerta pela sua pobre absorção e rápida metabolização, associada a sua limitada ação antioxidante in vivo (ZULUETA et al., 2007).

Não foram encontrados na literatura dados relativos a polifenóis extraíveis totais em umbu cajá.

4.3 Atividade Antioxidante Total

A FIGURA 25 mostra a curva cinética obtida através da diminuição da absorbância a 470 nm, medida durante 120 minutos, proveniente da descoloração do β -caroteno na presença dos extratos obtidos de diferentes genótipos de umbu-cajá (concentrações de 5 g/L, 15 g/L, 30 g/L e Trolox), devido a oxidação do β -caroteno e ácido linoléico. Observa-se rápida oxidação para a amostra controle, sem adição de extrato e antioxidante padrão, comportamento este diferente das amostras e do antioxidante Trolox.

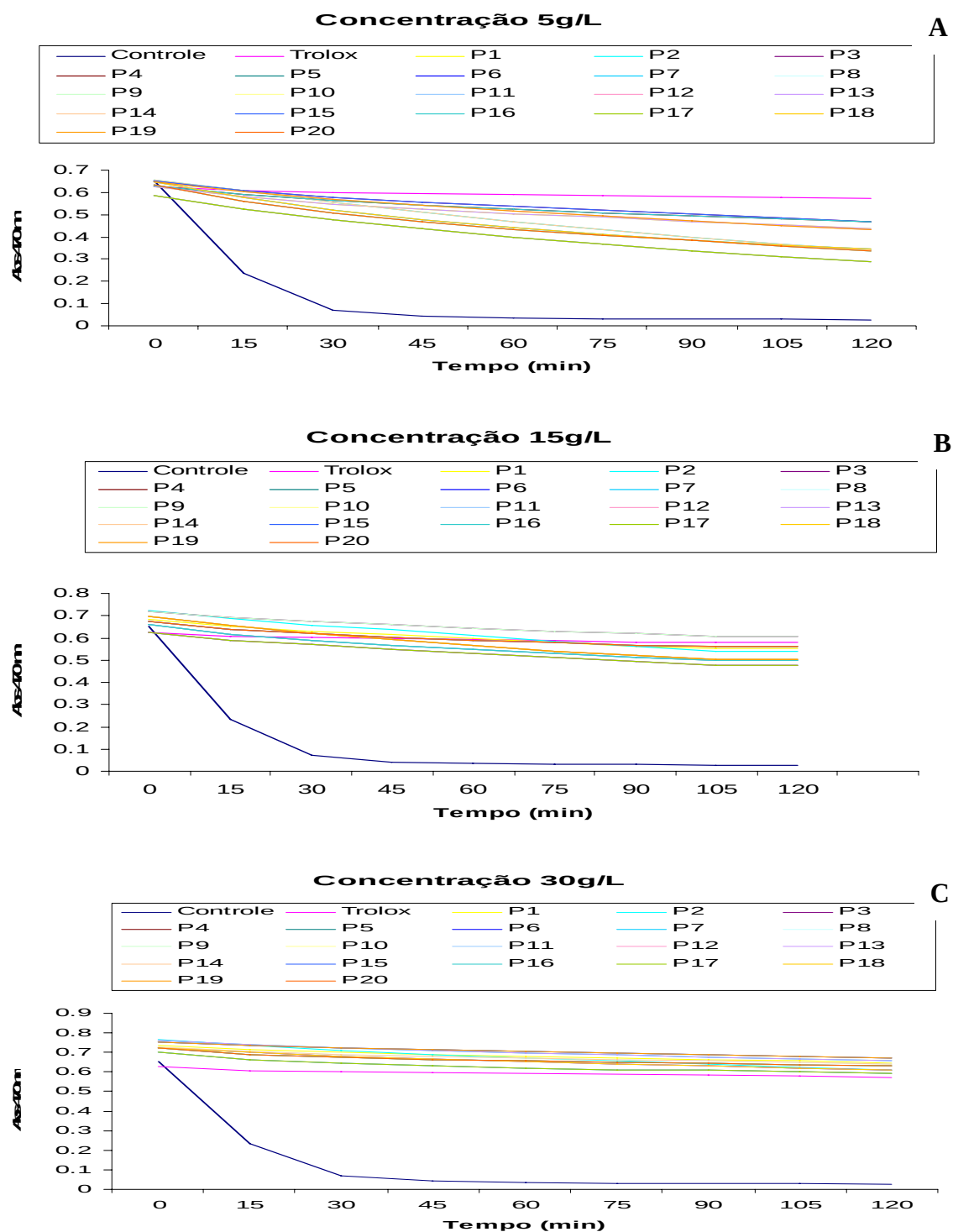


Figura 25. Atividade antioxidante dos extratos fenólicos da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeira colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado a 5 g/L (A), 15 g/L (B) e 30 g/L, em função do tempo (Iguatu,2007).

A partir dos dados obtidos, pôde-se avaliar a atividade antioxidante dos extratos de umbu-cajá e calcular alguns dados adicionais sobre a atividade antioxidante: coeficiente de atividade antioxidante, RTD e AOX.

4.3.1 Inibição da Oxidação

Foi observada interação significativa genótipo x concentração para a inibição da oxidação. Verifica-se através dos resultados que a concentração dos extratos influencia no percentual de inibição da oxidação (% IO), quanto mais elevada a concentração maior o percentual de proteção. No entanto, observam-se como exceções os genótipos P2, P3, P4, P5, P10, P11, P13, P15, P16, P17, P18 e P19, pois não apresentaram diferença significativa entre as concentrações de 15g/L e 30 g/L (FIGURA 26).

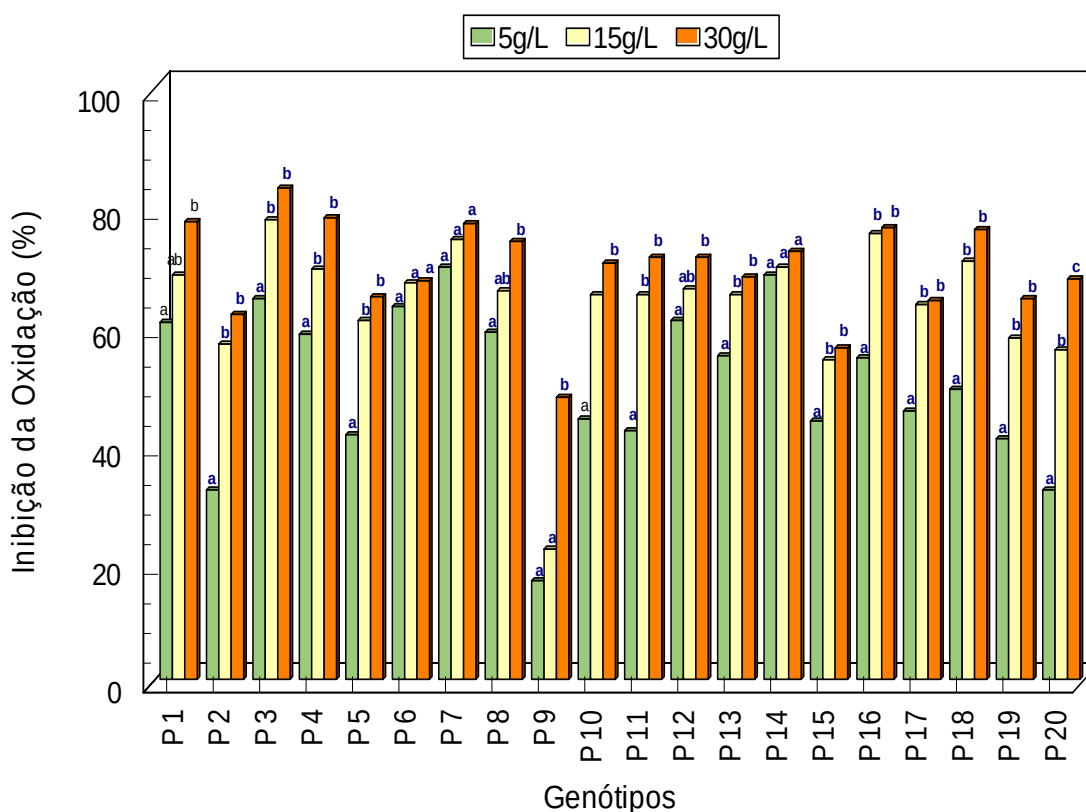


Figura 26. Inibição da oxidação dos extratos fenólicos da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) (Iguatu, 2007).

A concentração de 5 g/L foi a que apresentou maior diferença no % de IO entre os genótipos, variando entre 16 a 69 %, com destaques para os genótipos P7 (69%), P14 (68%), P6 (63%) e P1 e P2 (60%) que apresentaram maior proteção, diferindo significativamente ($p < 0,05$) dos demais.

A concentração de 15 g/L obteve mínimo de 22,00 % e máximo de 77% de IO. Os genótipos P3 (83), P16 (75), P7 (74%) e P18 (70%) apresentaram maior % de IO nesta concentração, comportamento este semelhante à concentração de 5g/L.

A concentração de 30 g/L foi a que apresentou maior proteção e menor diferença entre os genótipos, variando entre 47,66 a 83%. No geral, para esta concentração, os genótipos apresentaram % I.O. igual ou superior a 70%, com exceção dos genótipos P2 (61,66%), P5 (64,66%), P6 (67,33%), P9 (47,66%), P13 (68%), P15 (56%), P17 (64%) e P19 (64,33%), demonstrando uma tendência de saturação.

Os genótipos P3, P5, P1, P6, P16 e P18 apresentaram, em todas as concentrações, maiores percentuais de inibição da oxidação. Porém, alguns desses genótipos em relação aos compostos fenólicos apresentaram concentrações menores do que os outros genótipos, destacando-se nessa avaliação o genótipo P9 o qual obteve um dos menores % I.O. Observando-se, no entanto, que a atividade antioxidante de umbu-cajá não está relacionada apenas com a quantidade de fenólicos e antocianinas. Hassimotto et al. (2005), em sua pesquisa com atividade antioxidante de diferentes frutas e polpas de frutas, pelo método β -caroteno/ácido linoléico, determinaram que não há correlação significativa entre a atividade antioxidante e a concentração de fenólicos.

Os resultados encontrados neste estudo indicam que o umbu-cajá possui elevada atividade antioxidante, apresentando média geral equivalente a 60,93 % de inibição da oxidação, sendo este resultado semelhante ao reportado por Duarte-Almeida et al. (2006), que utilizando o sistema β -caroteno/ácido linoléico, avaliaram a atividade antioxidante de extrato metanólico de frutos de açaí na concentração de 20 g/L obtendo em torno de 70% IO. Estes autores avaliaram também a atividade antioxidante de frutos de acerola, amora e morango. Dentre as frutas estudadas o açaí apresentou a maior percentagem de inibição da oxidação, seguido da amora com $\cong 60$ % e bem superior ao morango com $\cong 25$ %, a acerola apresentou atividade pró-oxidante.

Os extratos fenólicos de umbu-cajá demonstraram elevadas atividades antioxidante, mas foram inferiores ao Trolox que é um antioxidante comercial utilizado como padrão e que apresentou média de 85,77% IO.

4.3.2 Atividade Antioxidante

Houve interação significativa entre genótipo e tempo para todas as concentrações (FIGURA 27). Verifica-se em todos os genótipos e concentrações alta atividade antioxidante, destacando-se, principalmente, os genótipos P3, P7, P16 e P18, que apresentaram na maioria das condições, seja de tempo ou concentração, maiores percentuais de inibição da oxidação, em relação aos demais genótipos.

Em geral, para todas as concentrações, pode-se verificar que houve diferença significativa entre os tempos 30, 60 e 120 min., com exceção do P5, P6, P8, P12 P15, P17, P18 P20 para as concentrações de 5 g/L, 15 g/L e 30 g/L. As variações na atividade antioxidante entre os genótipos se tornam maiores no tempo de 120 min. Portanto, verifica-se através dos resultados que o tempo influencia no percentual de inibição da oxidação, apresentando pequena tendência de declínio natural da atividade antioxidante no decorrer do tempo, sendo mais acentuadas após o tempo de 60 min.

Observa-se que a concentração de 5 g/L obteve menores valores em relação as outras duas concentrações em todos os tempos, porém estes resultados são considerados também como uma atividade antioxidante alta, com média geral de 70,23 %. Nesta concentração observa-se que não houve diferença significativa entre os tempos para os genótipos P2, P6, P7, P8 e P20, mantendo a atividade antioxidante constante ao longo do tempo, apresentando assim, maior estabilidade em relação aos demais genótipos em estudo. Comportamento semelhante ocorreu com os genótipos P1, P2, P11, P12, P17, P18, P19 e P20 para a concentração de 15 g/L.

Variação na atividade antioxidante entre as concentrações também foram encontradas por Hassimotto et al. (2005), em seu estudo com atividade antioxidante de frutas, legumes e polpas de frutas congeladas comercializadas na Ceagesp-SP pelo sistema β -caroteno/ácido linoléico determinaram o percentual de inibição da oxidação em concentrações diferentes, encontrando os seguintes valores para as polpas nas concentrações de 10 μ mol e 50 μ mol respectivamente: acerola (-4,9 e 8,1 %), caju (25,3 e 44,5 %), amora (12,2 e 30,2 %), graviola (24,7 e 50,3 %), goiaba vermelha (30,4 e 38,3 %) e murici (14,4 e 42,6 %).

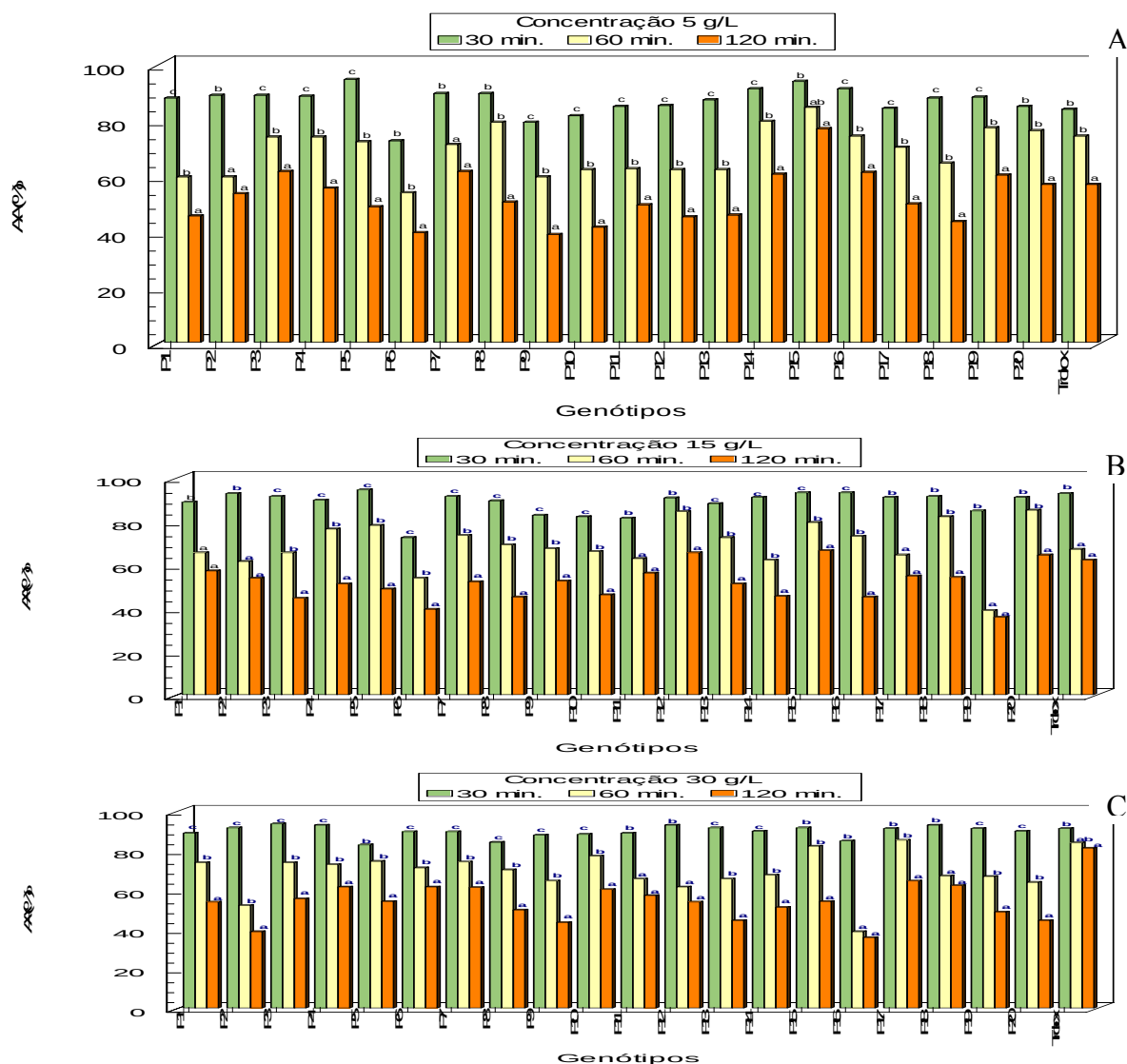


Figura 27. Atividade Antioxidante do extrato fenólicos da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado na concentração de 5g/L (A), concentração de 15g/L (B), concentração de 30g/L (C). Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) (Iguatu, 2007).

O Trolox que apresentaram os seguintes resultados de atividades antioxidantes 89,10 % ($t=30$ min.), 74,88 % ($t=60$ min.) e 67,44 ($t=120$ min.) foram superiores, mais com pequena diferença em relação aos resultados obtidos para os genótipos nas concentrações de 15 g/L e 30 g/L.

4.3.3 Coeficiente de Atividade Antioxidante

Os coeficientes de atividade de antioxidante (CAA) de três concentrações diferentes dos extratos fenólicos de umbu-cajá investigados neste estudo, observando-se interação significativa genótipo x concentração (FIGURA 28).

A concentração dos extratos é fator importante neste método, influenciando diretamente no coeficiente de atividade antioxidante CAA, sendo então considerado dose-dependente, quanto mais elevada a concentração maior o CAA. Pode-se observar, através da figura, um aumento gradativo conforme o aumento na concentração para todos os genótipos em estudo.

A concentração de 5 g/L foi a que apresentou menor valor de CAA e maior diferença entre os genótipos, variando entre 109,00 a 780,00 o valor de CAA, com destaques para os genótipos P4 (780,00), P17 (775,00), P10 (709,00) e P6 (580,00) que apresentaram maiores CAA, diferindo significativamente dos demais genótipos avaliados.

A concentração de 15 g/L obteve CAA mínimo de 200,00 e máximo de 709,00. Semelhante à concentração de 5 g/L, os genótipos que apresentaram maiores valores foram P4, P19, P17 e P6, esses quatro genótipos apresentaram valores acima de 400.

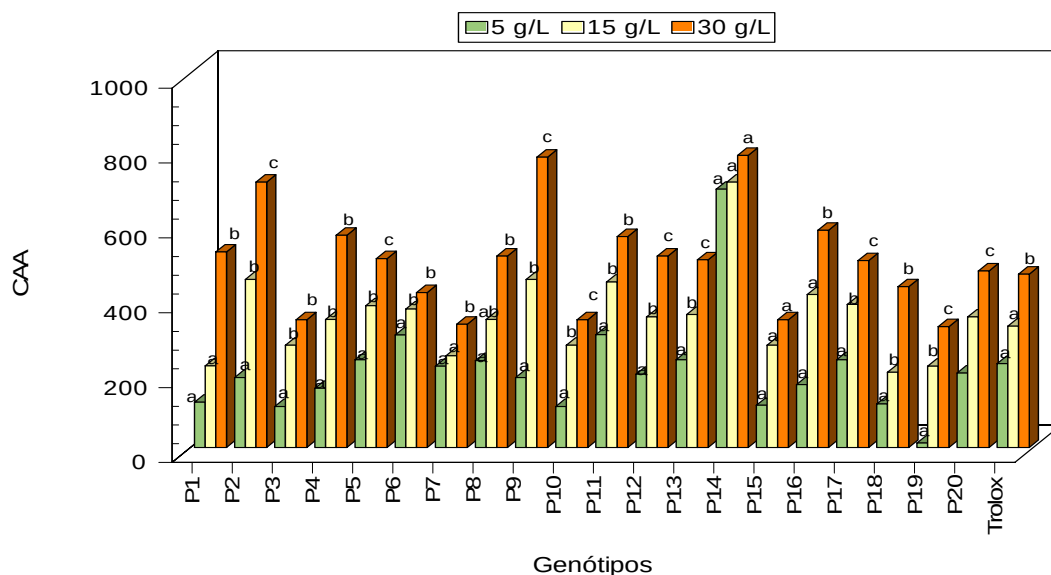


Figura 28. Coeficiente de atividade antioxidante do extrato fenólico da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) (Iguatu, 2007).

A concentração de 30 g/L foi a que apresentou maior valor de CAA obtendo CAA médio de 495,64, com variação entre 302,00 a 780,00. Essa concentração apresentou o mesmo perfil das outras duas concentrações, pois houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os genótipos, demonstrando claramente uma tendência de saturação em relação à concentração, confirmado a saturação da atividade antioxidante com o aumento da concentração.

Segundo Von Gadow et al. (1997) os valores de CAA facilitam comparações relativas da atividade antioxidante de diferentes antioxidantes. A média obtida para o valor de CAA neste estudo foi equivalente a 349,94, sendo inferior ao valor do Trolox que foi equivalente a 463,00, no entanto, em relação os valores de CAA obtidos na concentração de 30 g/L o Trolox foi inferior.

4.3.4 Razão da Taxa de Degradação (RTD)

Houve interação significativa entre genótipo e tempo, para a razão da taxa de degradação (RTD) de todas as concentrações em estudo (FIGURA 29). Pode-se observar que quanto maior a RTD, menor a atividade antioxidante do extrato fenólico de umbu-cajá, ou seja, a RTD é inversamente proporcional a atividade antioxidante.

Observa-se para todos os genótipos e concentrações um aumento gradual da RTD no decorrer do tempo. As diferenças entre as concentrações e genótipos se tornam mais acentuadas no tempo de 120 min. Em geral, para todas as concentrações, pode-se verificar que não houve diferença significativa entre os tempos 30 e 60 min. O perfil dos resultados obtidos para RDT apresentaram comportamento similar a atividade antioxidante.

Quanto menor a concentração do extrato maior a RTD. Este fato pode ser observado através dos maiores valores obtidos da RTD para a concentração de 5 g/L em todos os tempos, sendo superior as outras concentrações, muitas vezes chegando em torno de 50 % mais elevado que a concentração de 15 g/L e esta por sua vez apresenta valores em torno de 40 % maior que a de 30 g/L

As diferenças entre os genótipos são mais evidentes na concentração de 5 g/L, apresentando valor médio de 0,112. O genótipo P5 foi o que apresentou menores valores de RTD em todas as concentrações utilizadas, conseqüentemente foram os que tiveram maiores atividades antioxidantes. Pode-se verificar esse mesmo comportamento para a concentração de 15 g/L, cuja média foi equivalente a 0,059.

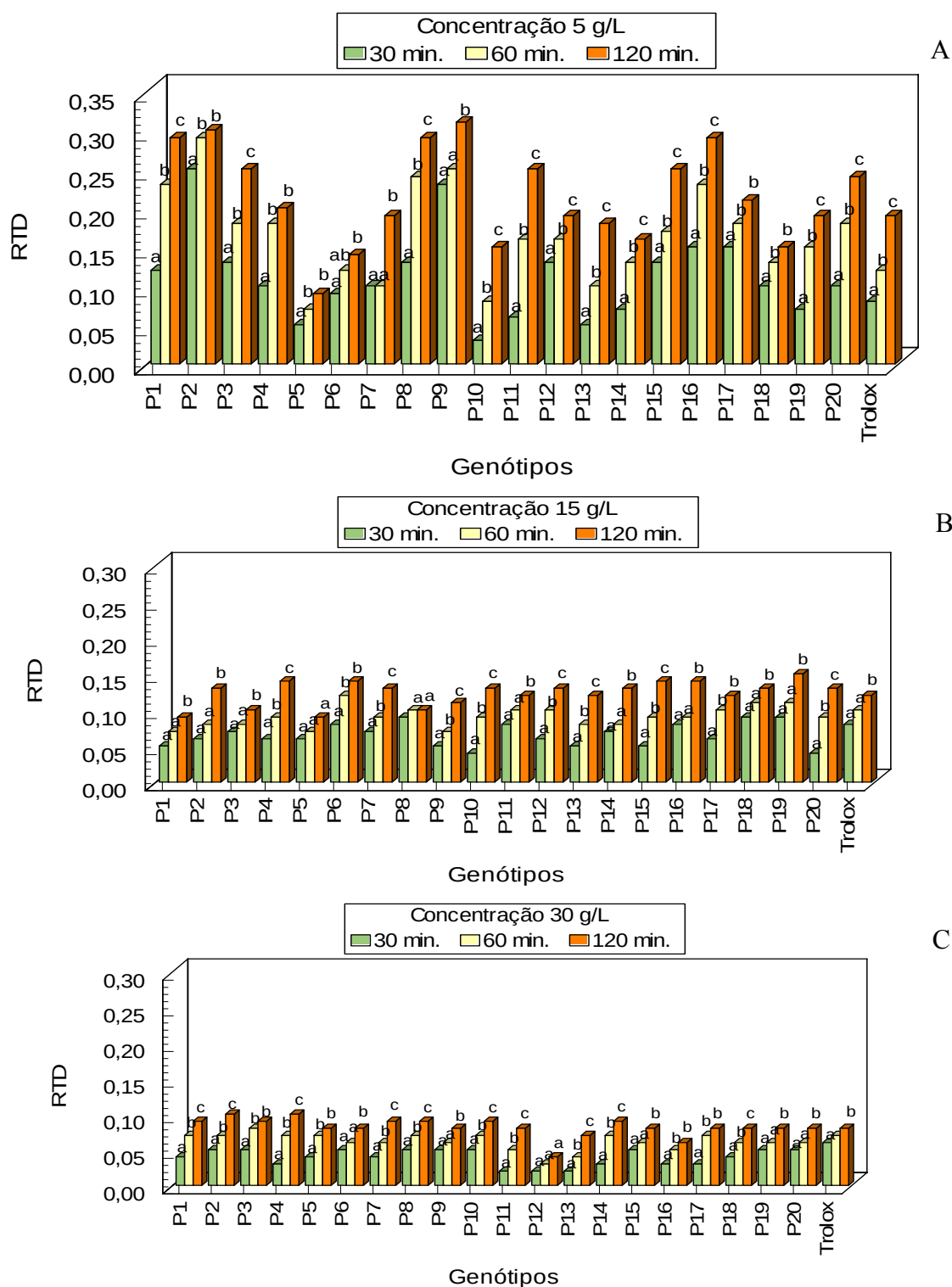


Figura 29. Razão da taxa de degradação do extrato fenólicos da polpa de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado na concentração de 10g/L (A), 20g/L (B) e 30g/L (C). Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) (Iguatu, 2007).

O genótipo P7 para a concentração de 5 g/L e a P8 para concentração de 15 g/L não apresentaram diferença significativa entre os tempos.

A concentração de 30 g/L apresentou menor variação entre os genótipos, oscilando entre 0,025 a 0,154, com média de 0,036. Esses baixos valores indicam elevada atividade antioxidante, estando de acordo com os resultados apresentados para esse parâmetro.

4.3.5 AOX (Ângulo de inclinação da reta)

Houve diferença estatística para os genótipos e tempo. Os fatores tempo e concentração se comportam de maneiras opostas em relação ao valor da AOX.

Entre as concentrações o valor da AOX diminui com relação ao aumento da concentração (5 g/L > 15 g/L > 30 g/L), observando-se menor inclinação da curva e maior atividade antioxidante.

A concentração de 5 g/L foi a que apresentou maior valor de AOX, com média de 0,148 A/h e variação entre 0,101 a 0,195 A/h, com destaques para os genótipos P4 (0,101 A/h), P3 (0,106 A/h), P1 (0,115 A/h) e P8 (0,124 A/h) que apresentaram menores AOX, diferindo significativamente dos demais genótipos avaliados. A média determinada para a concentração de 15 g/L foi de 0,090 A/h com oscilação entre 0,063 a 0,125 A/h, o genótipo P7 apresentou maior média seguida dos genótipos P10 e P1, consequentemente, menores atividades antioxidantes. A concentração antioxidante de 30 g/L foi a que apresentou menor valor de AOX obtendo média de 0,063 A/h, com variação entre 0,047 a 0,091 A/h, o genótipo P3 foi o que apresentou menor valor, diferindo significativamente dos demais (FIGURA 30).

Em relação ao fator tempo, há uma diminuição gradual do valor da AOX para todas os genótipos no decorrer do tempo, apresentando maior valor de AOX para o tempo de 0,75h. No entanto, comparando-se com a atividade antioxidante, esse maior valor da AOX não reflete em uma menor atividade antioxidante e sim o contrário em uma maior atividade antioxidante. As concentrações antioxidantes de 5 e 15 g/L apresentaram diferença significativa entre os três tempos. No entanto, para a concentração antioxidante de 30 g/L houve diferença significativa entre os tempos de 0,75h e 1h.

Os resultados obtidos para todos os genótipos e concentrações neste estudo foram inferiores aos valores do Trolox que apresentaram os seguintes valores 0,038 A/h (t=0,75 h), 0,031 A/h (t=1 h) e 0,023 A/h (t=2 h).

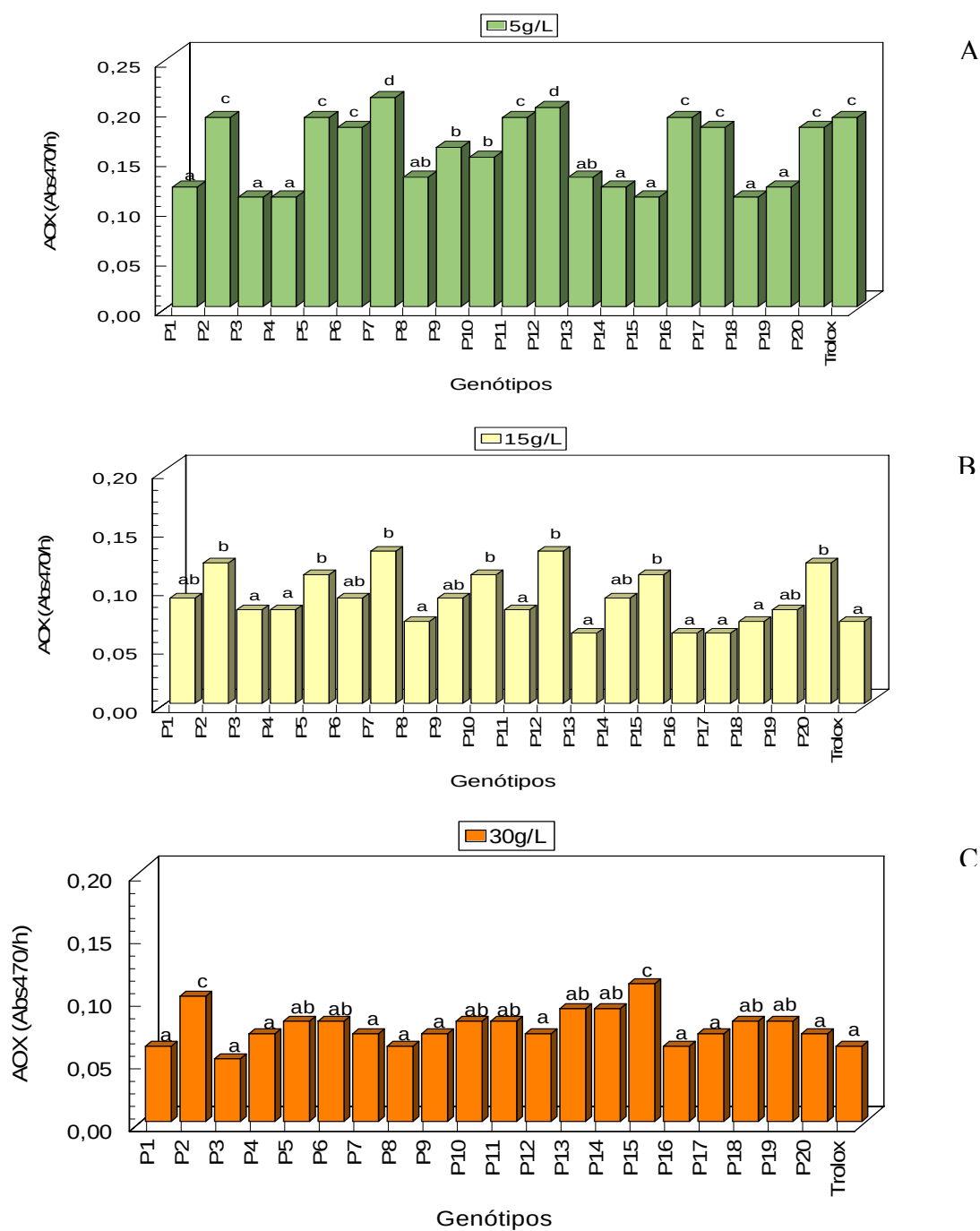


Figura 30. AOX do extrato fenólico da polpa de frutos de umbu-cajazeiras colhidos no estágio de maturação amarelo-alaranjado na concentração de 5 g/L (A), 15 g/L (B) e 30g/L (C). Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) (Iguatu, 2007).

5. CONCLUSÕES

As determinações físicas demonstraram que os genótipos possuem variações referentes às variáveis de peso de frutos, comprimento, diâmetro e peso de sementes. Todos os genótipos de umbu-cajá reúnem as características físicas exigidas pelas indústrias de processamento.

Os genótipos P17, P5 e P15 destacam-se por apresentarem rendimento de polpa acima de 80% sendo estes valores superiores aos requisitados pela comercialização *in natura* e pelas agroindústrias.

Os genótipos P7 e P15 destacam-se por apresentarem os maiores valores para às variáveis peso total e comprimento do fruto.

Todos os genótipos reuniram as características físico-químicas exigidas pelas indústrias de processamento, principalmente com relação aos SST onde se destacaram os genótipos P11 e P14, com valores em torno de 12,46 °Brix.

Considerando a relação SS/AT, os frutos de umbu-cajá que apresentam as melhores características de qualidade para a indústria foram os genótipos P2 e P8.

Os frutos de umbu-cajazeira, em geral, independente do genótipo estudado, apresentaram bons teores de açúcares solúveis totais e pectina total, indicando potencial para o consumo *in natura*.

Os genótipos de umbu-cajá analisados contêm em sua composição substancial presença de substâncias biologicamente ativas, principalmente os relacionados a compostos fenólicos e pigmentos, tais como: flavonóides amarelos, polifenóis, carotenóides e constituem uma fonte potencial de antioxidantes naturais para a dieta humana.

De modo geral, os extratos fenólicos de umbu-cajá apresentaram acima de 50% de percentual inibição da oxidação, destacando-se os genótipos P3, P7, P16 e P18 que apresentaram, em todas as concentrações, maiores atividades antioxidantes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, J. A.; HARKER, F. R. Texture. In: KENNETH, G.; WANG, C. Y.; SALTVEIT, M. A. (Eds). The commercial storage of fruits, vegetables, florist and nursey crops. Washington, D.C.: USDA, 2002 (Agriculture Hand Book, Number 66).

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

AGOSTINI-COSTA, T. S. Determination of anacardic acids in cashew apples. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 5, p. 77-81, 2003.

AGOSTINI-COSTA, T. da S.; LIMA, A.; LIMA, M. V. Determinação de tanino em pedúnculo de caju: método da vanilina versus método do butanol ácido. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 26, n. 5, 2003.

ALDRIGUE, M.L. **Desenvolvimento e validação de metodologia analítica, utilizando a CLAE, para determinação de vitamina C em frutas e seus principais produtos**. 1998, 160f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1988.

ALDRIGUE, M. L.; TORRES, T.S.C.; FERREIRA, F.T. Teor de vitamina C e características físicas do umbu-cajá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 17; 2000. Fortaleza. **Livro de resumos**. v. 2, n. 5, p.123.

ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 24, n. 1, p.114-119, 2004.

AL-SAIKHAN, M. S.; HOWARD, L. R.; MILLER, J. C., JR. Antioxidant activity and total phenolics in different genotypes of potato (*Solanum tuberosum*, L.). **J. Food Sci.**, v. 60, n. 2, p. 341-343, 1995.

ALVES, R. E; SOUZA, F. X. de; CASTRO, A. C. R. de; RUFINO, M. do S. M.; FERREIRA, E. G. **Produção de fruteiras nativas**: Instituto Frutal, 2005, p. 213.

ALVES, E.J., MEDINA, V.M., OLIVEIRA, M. de A. Colheita e manejo pós-colheita. In: ALVES, E.J. **A cultura da bananeira: aspectos técnicos socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: EMBRAPA-SPI/Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1999. 453-485p.

ALVES, R. E; BRITO, E. S.; RUFINO, M. do S. M. Prospecção da atividade antioxidante e de compostos com propriedades funcionais em frutas tropicais. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos...** Cabo frio-RJ: SBF/UENF/UFRuralRJ. 2006. p. 133-141.

ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MOURA, C.F.H. **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. Jaboticabal: Funep, 2000. 66p. (Série Frutas Nativas, 9).

AMARA-MOKRANE, Y.A.; LEHUCHER-MICHEL, M.P.; BALANSARD, G., DUMÉNIL, G., BOTTA, A. Protective effects of a-hederin, chlorophyllin and ascorbic acid towards the induction of micronuclei by doxorubicin in cultured human lymphocytes. **Mutagenesis**, Oxford, v.11, n.2, p.161-167, 1996.

ANGELUCCI, E. Corantes para alimentos. In: Seminário de corantes naturais para alimentos, 2; simpósio internacional de urucum, 1., 1991, Campinas. **Resumos**. Campinas: ITAL, 1991. p. 3-4.

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.

ARAGÃO, W. M.; RANGEL, M. S. A.; ANDRADE, L. N. T.; COSTA, A. S. da. Recursos genéticos de fruteiras nativas e naturalizadas potenciais dos tabuleiros costeiros e da baixada litorânea nordestinos. In: VIEIRA NETO, R. D. **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 216p.

ARIGA, T.; KOSHIAMA, I.; FUKUSHIMA, D. **Agric. Biol. Chem.**, v. 52, p. 2717-2722, 1988.

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

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

AVIRAM, M.E FUHRMAN, B. Effects of flavonoids in vegetable foods commonly consumed in Brazil and estimated ingestion by the Brazilian population. **J. Agric. Food Chem.** v. 52, p. 1124-1131, 2003.

BAIARDI, A.; OLALDE, A. R.; MENDES, L. do N.; MENDES, R. de J. Potencial e possibilidade de exportação das frutas tropicais brasileira: a qualidade... In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 2001, RECIFE. **Anais...** PIRACICABA-SP: SOBER, 2001. v. único. p. 78-90.

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

BARBOSA, W. C.; NAZARÉ, R. F. R. de; NAGATA, I. Estudos físicos e químicos dos frutos: Bacuri (*Platonia insignis*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e murici (*Byrsonima crassifolia*). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 5., 1979. Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: SBF, v.2, p.797-808, 1979.

BATISSE, C.; FILS-LYCAON, B.; BURET, M. Pectin changes in ripening cherry fruit. *Journal of Food Science*, v.59, n.2, p.389-393, 1994.

BASTOS, M. do S. R.; FEITOSA, T.; OLIVEIRA, M. E. B. de. Análise qualitativa e tecnológica da agroindústria de polpa de fruta na Região Nordeste. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 252-257, dez. 1999.

BERSET, C.; CUVELIER, M.E. Methods of estimating the degree of lipid oxidation and of measuring antioxidizing power. **Sciences des Aliments**. v. 16, n. 3, p. 219-245, 1996.

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

BLOCK, G. Vitamin C and cancer prevention: The epidemiologic evidence. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 53, p. 270-282, 1991.

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

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 2.ed. São Paulo : Varela, 1989.

BOBBIO, F. O.; DRUZIAN, J. I.; ABRAO, P. A.; BOBBIO, P. A.; FADELLI, S. Identification and quantification of the anthocyanins from the fruit of açai (**Euterpe oleracea** Mart.). **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.3, p.388-390, 2000.

BOSCO, J.; AGUIAR FILHO, S. P. D. de; BARROS, R. V. Banco ativo de germoplasma de cajá no Estado da Paraíba. In: WOKSHOP PARA CURADORES DE BANCO DE GERMOPLASMA DE ESPÉCIES FRUTÍFERAS, 1997, Brasília. Anais... Brasília: Embrapa-Cenargen, 1999. p. 80-85.

BOVI, M. L. A., SPIERING, S. H., SÁES, L. A.; GODOY JÚNIOR, G. Conservação “ex situ” e caracterização morfológica de germoplasma de palmeiras do gênero *Euterpe*. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1: Campinas, SP, 1997. **Programas e resumos** Campinas, SP, 1997. p. 89-90.

BRASIL ALIMENTOS. Fornecedores: A preferência por produtos funcionais. nº 10, setembro/outubro. 2001.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 12, de 10 de setembro de 1999. Aprova os Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas. Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Guia alimentar para a população brasileira. Brasília: MS, 2005. 236p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem. Brasília, 1999.

BRITTON, G. UV/ visible spectroscopy. In: BRITTON, G. et al. (Eds). **Carotenoids, spectroscopy**. Birkhauser, v.1, p.13-62, 1995.

BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls A and B in plant extracts. **Photochemistry and Photobiology**, Elmsford, v.2, p.241-249, 1963.

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

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

BURTON, B. T. **Nutrição Humana**. Mc Graw-Hill do Brasil, São Paulo, 1979.

CAHYANA, A. H.; SHUTO, Y.; KINOSHITA, Y. Antioxidative activity of porphyrin derivatives. **Biosci. Biotech. Biochem.**, v.57, n.4, p.680-681, 1993.

CALZAVARA, B. B. G. **As possibilidades do açaízeiro no estuário amazônico**. Belém: FCAP. 103p. 1972. (Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 5).

CARDOSO, E. de A.; NORONHA, M.A.S.; SIQUEIRA, A.A.C. Umbu-cajá, uma nova perspectiva para a fruticultura nordestina. **Informativo SBF**, Brasília. v.17, n.3, p.1-2, set. 1998.

CARVALHO, N. M; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

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

CASTRILLO, M; KRUGER, N.J; WHATHEY, F.R. Sucrose metabolism in mango fruit during ripening. **Plant Science**, Shannon, v. 84, n. 1, p. 45-51, 1992.

CASHMAN, K. D. Calcium intake, calcium bioavailability and bone health. **Brit. J. Nutr.**, Cambridge, v. 87 (suppl. 2), p. 169-177, 2002.

CAVALCANTE, P. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: CEJUB, 271p., 1991.

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

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

CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990, 293p.

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

CIÊNCIA E MEDICINA. Tratamento israelense usa clorofila e luz para combater o câncer de próstata. **Revista Online Aliança Cultural**. Disponível em: <<http://www.brasilisrael.com.br/index.htm>>. Acesso em: 22 fev. 2007.

COCOZZA, F. D. M. Efeito do tratamento pré-colheita com cloreto de cálcio na qualidade de melão “amarelo” (*Cucumis melo* L. grupo Inodorus). Lavras, MG: UFLA, 1996 (Projeto de Dissertação de Mestrado).

COLLINS, P.; PLUMBLY, J. Natural colors – stable future? Food Tech Europe, n.2, 1995.

CONCEIÇÃO, H. E. O. da; MONTEIRO, A. L. C.; FRAZÃO, D. A. C.; VIÉGAS, I. de J. M.; RIPARDO, A. K. da S. Efeito de déficit hídrico no desenvolvimento de progênies de açaizeiro. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2004, Florianópolis. **Anais...** Santa Catarina.

CONSTANT, P. B. L. Extração, caracterização e aplicação de antocianinas de açaí (*Euterpe oleracea* M.). 2003. 183 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2003.

COSTA, M.R.; OLIVEIRA, M. do S.P.; MOURA, E.F. Variabilidade genética em açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). **Biotechnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v.21, p. 46-50, jul./ago. 2001.

COSTA, N. P. **Desenvolvimento, maturação e conservação pós-colheita de frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.)**. 1998, 97f. Dissertação (Mestrado no Curso em Produção Vegetal) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1998.

COSTA, R. P; MENENDEZ, G.; BRICARELLO, L. P.; ELIAS, M. C.; ITO, M. Óleo de peixe, fitosteróis, soja e antioxidantes: impactos nos lipídios e aterosclerose. **Rev Soc Cardiol** Estado de São Paulo, v.10, p. 819-32, 2000.

CROAT, T. B. **A case for selection for delayed fruit maturation in *Spondias* (Anacardiaceae)**. Ann. Missouri Bot. Gard; v.1, p. 135-137, 1974.

DANKS, D. M. Copper deficiency in humans. **Annual Nutrition Reviews**, Palo Alto, v. 8, p. 235-237, 1988.

DAVIS, M. B ; AUSTIN, J. ; PARTRIDGE, D. Vitamin C: its chemistry and biochemistry. Cambridge: Royal Society of Chemistry. 1991.

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

DONADIO, L.C., MÔRO, F. V., SERVIDONE, A. A. **Frutas brasileiras**. Jaboticabal, 288p. 2002.

Dos REIS L. M.; JORGETTI, V. Distúrbios do cálcio e do fósforo In: ROCHA e SILVA, M.; ZATZ, R. **Fisiopatologia Renal**. São Paulo: Editora Atheneu, 2000. p. 245-260.

DOSUNMU, M. I. ; JOHNSON, E. C. Chemical evaluation of the nutritive value and changes in ascorbic acid content during storage of the fruit of bitter kola (*Garcinia kola*). **Food Chem.**, v.54, p. 67-71, 1995.

DREOSTI, I. E. Antioxidant polyphenols in tea, cocoa, and wine. **Nutr.**, v.16, p. 692-694, 2000.

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

DUTHIE, S.J.; MA, A.; ROSS, M.A.; COLLINS, A.R. Antioxidant supplementation decreases oxidative DNA damage in human lymphocytes. **Cancer Research**, Baltimore, v.56, n.6, p.1291-1295, 1996.

ENDO, Y.; USUKI, R.; KANEDA, T. Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the autoxidation of oils in the dark. II. The mechanism of antioxidative action of chlorophyll. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v. 62, n.9, 1985.

ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Londrina, v.3, n.1, p.39-45, 1991.

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

ESTEVES, M. T. C. **Características físicas, físicoquímicas e químicas de frutos de cultivares de goiabeira (*Psidium guajava*, Linn)**. 1981. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1981.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte: Atheneu, 1994, 652p.

FARIAS NETO, J. T.; MULLER, A. A.; OLIVEIRA, M. do S. P. de.; ESPIRITO SANTO, D.E.; SILVA, M. A. Variabilidade genética entre duas procedências de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 46, p. 97-104. 2003.

FARIAS NETO, J. T. de; OLIVEIRA, M. do S. P. de. Potencial genético de progênies jovens de açaizeiro. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2004, Florianópolis. **Anais...** Santa Catarina.

FARIAS NETO, J. T. de; OLIVEIRA, M. do S. P. de; MULLER, A. A.; NOGUEIRA, O. L.; ANAISSI, D. F. S. P. Variabilidade genética em progênies jovens de açaizeiro. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 336-341, out./dez. 2005.

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

FERNANDES, P. M. de G. C. **Armazenamento ambiente e refrigerado de melão, híbrido orange flesh, submetido à aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio.** Lavras, MG: UFLA, 1996 (Dissertação de Mestrado).

FERREIRA, E. G. et al. Frutíferas. In: SAMPAIO, E. V. S. B., et al. **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial.** Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. p. 49-100.

FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E.; MOURA, C. F. H.; OLIVEIRA, A. C. de; ARAÚJO, N. C. C. **CALIDAD DE FRUTAS NATIVAS DE LATINOAMERICA PARA INDUSTRIA: CIRUELA MEXICANA (*Spondias purpurea* L.).** *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 43: 68-71.2000.

FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E.; COSTA, F. V.; PEREIRA, L. S. E.; GOMES JÚNIOR, J. Colheita e manuseio pós-colheita. In: ALVES, R. E. (Orgs.) **Melão.** Póscolheita. Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza,CE). Brasília: Embrapa, 2001. p. 23 – 41. (Frutas do Brasil, 10).

FOGARTY, W.M., WARD, O.P. Pectic substances and pectinolytic enzymes. **Process Biochemistry**, v. 7, p. 13-17, 1972.

FONSECA, A. A. O; SILVA, J.A.; LORDELO, L.S. Caracterização química e físico-química de frutos de umbu-cajá (*Spondia sp*) cultivados em Muritiba - BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2001. CD ROM.

FONSECA, N.; SILVA, S. de O; SAMPAIO, J.M.M. Caracterização e avaliação de cultivares de manga na região do Recôncavo Baiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 3, p. 29- 45, dez. 1994.

FOOD AND NUTRITION BOARD. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington: **National Academy of Sciences**; 2001.

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

FRANCIS, F.J. Food colorants: anthocyanins. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.28, p.273-314, 1989.

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

FRANCIS, F. J. Anthocyanins and betalains: composition and application. **Cereal Foods World**, 45, p. 208–213, 2000.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos.** 9ª ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 307p.

FRANCO, N. Nutrição Clínica. Disponível em: <<http://www.baxter.com>>. Acesso em: 22/07/2006.

FRANKEL, E. N. In search of better methods to evaluate natural antioxidants and oxidative stability in food lipids. **Trends Food Sci. Technol.** v.4, p. 220-225, 1993.

FRANZÃO, A. A.; MELO, B. **Cultura da pitangueira**. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pitangueira.html>>. Acesso em: 27 jan. 2008.

FREI, B. Cardiovascular disease and nutrient antioxidants: Role of low density lipoprotein oxidation. **Critical Reviews of Food Science and Nutrition**, v. 35, p. 83-98, 1995.

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

FREITAS, J. Da L.; MALHEIROS, M. A. de B.; OHASHI, S. T. Fenologia reprodutiva do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) em três municípios do Estuário Amazônico. In: _____. **Contribuição ao desenvolvimento da fruticultura na Amazônia**. Belém, PA, 2006, p. 85-89.

FURTADO, M. Corantes: indústria de alimentos adere aos corantes naturais. Online. Disponível em: <<http://www.quimica.com.br/revista/qd421/corantesl.htm>>. Acesso em 24 nov.2006.

GALLORI, S.; BILIA, A. R.; BERGONZI, M. C.; BARBOSA, W. L. R.; VINCIERI, F. F. Polyphenolic constituents of fruit pulp of *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí palm). **Chromatography**, v. 59, p. 739-743, 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 potencial of fruit juices. **Food Chem.**, v.68, p.471-474, 2000.

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

GAZEL FILHO, A.B.; LIMA, J.A de S. Diversidade genética de genótipos de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém, PA. **Anais...** Belém: SBF, 2002. 1CD-ROM.

GIACOMETTI, D.C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas, BA. **Anais...**Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1993. p.13-27.

GIADA, M. de L. R.; MANCINI-FILHO, J. Determinação da atividade antioxidante de semente de girassol (*helianthus annuus* L.) através de três diferentes métodos in vitro. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2004, Recife. **CD-ROM...** Pernambuco.

GIL, M. I.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; HESS-PIERCE, B.; HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. **J. Agric. Food Chem.** v. 48, p. 4581-4589, 2000.

GODOY, H.T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Occurrence of cis-isomers of provitamin A in Brazilian vegetables. **J. Agric. Food Chem.**, v. 46, p. 3081-3086, 1998.

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. de; GONÇALVES, J. R. de A.; COELHO, S. R. M.; SILVA, T. das G. Caracterização física e química dos frutos de cultivares de manga (Mangifera indica L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.22, n.1, p.72-78, jan./mar. 1998.

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

GOMES, P.M.A. **Estudo da polpa de acerola (Malpighia emarginata D.C) desidratada em leite de jorro**. 2002. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande.

GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v. 2, p. 371-383, 1963.

GROSS, J.; GABAI, M.; LIFSHITZ, A.; SKLARZ, B. Carotenoids in pulp, peel and leaves of Persea americana. **Phytochemistry**, v. 12, p.2259-2263, 1973.

GROSS, J.; IKAN, R.; ECKHARDT, G. Carotenoids of the fruit of Averrhoa carambola. **Phytochemistry**, v.22, p.1479-1481, 1983.

GROSS, J. **Pigments in fruits**. London: Academic Press, 1987. 303p.

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

HALLIWELL, B. Vitamin C: antioxidant or pro-oxidant in vivo? **Free Radical Research**, v. 25, n. 5, p. 439-454, 1996.

HAMANO, P. S.; MERCADANTE, A. Z. Compositions of carotenoids from commercial products of caja (Spondias lutea). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, n. 4, p. 335-343, ago; 2001.

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

HASSIMOTTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen pulps. **J. Agric. Food Chem**; v. 53, n. 8, p. 2928-2935, 2005.

HASSIMOTTO, N. M. A.; GOMEZ, M. L. P. A.; MOTA, R. V. DA; CORDENUNSI, B. R.; LAJOLO, F. M. Compostos antioxidantes da amora-preta (Rubus sp.). In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2004, Recife. **CD-ROM...** Pernambuco.

HEMEDA, H. M.; KLEIN, B. P. Effects of naturally occurring antioxidants on peroxidase activity of vegetable extracts. **J. Food Sci.** v. 55, p. 184-185, 1990.

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

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.

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

HOFFMANN, F. L. et al. Microrganismos contaminantes de polpas de frutas. **Ciênt. Tecnol. Aliment.**, 17(1):32-37. Jan/abr. 1997.

HUBBARD, N.L.; PHARR, D.M.; HUBER, S.C. Sucrose- phosphate Synthase and other sucrose metabolizing enzymes in fruits of various species. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.82, p.191-196, 1991.

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

IADEROZA, M.; BALDINI, I. S. D.; BOVI, M. L. A. Anthocyanins from fruits of açaí (*Euterpe oleracea* Mart) and Juçara (*Euterpe edulis* Mart). **Tropical Science**, London, England, v. 32, p. 41-46, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27112003pevshtml.shtm>>. Acesso em: 18 jan. 2007.

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

JACKSON, R. Chemical Constituents of grapes. In: WINE science: principles and applications. London: Academic Press, p. 178-219, 1994.

JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**. Campinas: UNICAMP, 1988, 172p.

JARDIM, M. A. G.; OHASHI, S. T.; NOGUEIRA, O.; MARTINS, S., Cartilha informativa sobre a palmeira açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém-PA, Brasil, 1995, 11 p.

JOHN, J.; SUBBARAYAN, C.; CAMA, H.R. Carotenoids in 3 stages of ripening of mango. **Journal of Food Science**, v.35, p.262-265, 1970.

JONES, G.; STRUGNELL, S. A.; DELUCA, H. F. Current understanding of the molecular actions of vitamin D. **Physiol. Rev.**, Baltimore, v. 78, n. 4, p. 1193-1231, 1998.

JÚNIOR, J. S de L; MUSSER, R. dos S; MELO, E de A; MACIEL, M. I. S ,ildo eliezer LEDERMAN, I. E; SANTOS, V. F. dos. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE CAJÁ-UMBU (*Spondias* spp.), Ciênc. tecnol. Aliment., Campinas, 25 (4): 757-761, out.-dez. 2005.

JÚNIOR, J. F.; BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; ALVES, M.A.; MELO NETO, M.L. Collecting, *ex situ* conservation and characterization of "cajá-umbu" (*Spondias mombim* x *Spondias tuberosa*) germ-plasm in Pernambuco State, Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 51: 343-349, 2004.

JUSTI, K. C.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N. E. & MATSUSHITA M. Nutritional composition and Vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. **Arch Latinoam Nutr.** v. 50, p. 405-408, 2000.

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

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELO, J. C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Emopi, 2002. 214 p.

KRAMER, A. Fruits and Vegetables. In: KRAMER, A.; TWIGG, B.A. *Quality Control for the Food Industry*. Connecticut: Avi Publishing Company, 1973. v. 2, p.157-227.

KUBO, I.; NIHEI, K. I.; TSUJIMOTO, K. Antibacterial action of anacardic acids against methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). **J. Agri. Food Chem.** v. 51, p. 7624-7628, 2003.

KUSKOSKI, E.M. et al. Characterization of anthocyanins from the fruits of baguaçu (*Eugenia umbelliflora* Berg). **J Agric Food Chem**, v.51, p.5450-5454, 2003.

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

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

LAJOLO, F. M. Alimentos Funcionais: uma visão geral. In: ALVES, R. E; BRITO, E. S.; RUFINO, M. do S. M. Prospecção da atividade antioxidante e de compostos com propriedades funcionais em frutas tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19, 2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos...** Cabo frio-RJ: SBF/UENF/UFRuralRJ. 2006. p. 133-141.

LARRAURI, J. A.; PUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **J. Agri. Food Chem.** v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LEON, J., SHAW, P. E. *Spondias*: the red mombin and related fruits In: NAGY, S. SHAW, P.E., WARDOWSKI, W.F. Fruits of tropical and subtropical origin. Composition, properties and uses. Lake Alfred: FSS, 1990. p. 116-126.

LE TUTOUR, B.; BRUNEL, C.; QUEMENEUR, F. Effect de synergie de la chlorophylle a sur les propriétés antioxydantes de la vitamine E. **New J. Chem.**, v.20, p.707-721, 1996.

LIMA, R. R.; COSTA, J. P. C. da. **Registros de introduções de cultura pré-colombiana coletadas na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa-CPATU, 1991. 210p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 58).

LIMA, E. M. de. Estudo de diagnose, caracterização de plantas e de fruto de cajazeira, em fase de colheita no Brejo paraibano. Areia: UFPB, 1995. 76p.

LIMA, E. D. P. A.; CARDOSO, E. de. A.; SILVA, H; LIMA, C.A.A.; SILVA, A.Q.da. Características tecnológicas de frutos do gênero *Spondias*, família Anacardiaceae. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 1; 1990, Recife. Anais..p.109.

LIMA, E. D. P. A; LIMA, C. A. A; ALDRIGUE, M. L; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos de umbu-cajazeiras (*Spondias* spp.) em cinco estádios de maturação, da polpa congelada e néctar. Rev. Brás. Frutic; Jaboticabal-SP, v.24, n.2, p.338-343, 2002.

LIMA, V. L. A. G de; MELO, E. de. A; LIMA, L. dos. S; NASCIMENTO, P. P. do. **FLAVONÓIDES EM SELEÇÕES DE ACEROLA (*Malpighia* sp L.). TEOR DE ANTOCIANINAS E FLAVONÓIS TOTAIS**. Ciência Rural, Santa Maria, v.30, n.6, p.1063-1064, 2000.

LINDER, M. C. Nutrition and metabolism of the trace elements. In: **Nutritional Biochemistry and metabolism with clinical applications**. Second Edition. Elsevier Science Publishing Company. New York, New York. v. 7, p. 215-276, 1991.

LOBAUGH, B. Blood calcium and phosphorus regulation. In: ANDERSON, J. J. B.; GARNER, S. C. eds. **Calcium and phosphorus in health and disease**. Florida: CRC Press, 1996. p. 27-43.

LOPES, W.F. Propagação assexuada de cajá (*Spondias mombin* L.) e cajá-umbu (*Spondias* spp.) através de estacas. Areia, 1997. 47p. (Relatório final PIBIC - CNPq).

LOUIE, D. Intestinal bioavalailability and absorption of calcium. In: ANDERSON, J. J. B.; GARNER, S. C. eds. **Calcium and phosphorus in health and disease**. Florida: CRC Press. 1996. p. 45-62.

LUPULESCU, A. The role of vitamins A, b-carotene, E and C in cancer cell biology. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, Bern, v.63, n.3, p.3-14, 1993.

MACEDO et al. Características químicas e físico-químicas de quatro variedades de goiaba adaptadas às condições do Ceará. Revista Brasileira de Fruticultura, UFBA, Cruz das Almas-BA, v.17, n.2, p.39-44, 1995.

MACHLIN, L.J., BENDICH, A. Free radical tissue damage: protective role of antioxidant nutrients. **FASEB Journal**, Bethesda, v. 1, n. 6, p. 441-445, 1987.

MALLETT, J. F.; CERRATI, C.; UCCIANI, E.; GAMISANA, J.; GRUBER, M. Antioxidant activity of plant leaves in relation to their R-tocopherol content. **Food Chem.** v. 49, p. 61-65, 1994.

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

MARCO, G. J. A rapid method for evaluation of antioxidants. **J. Am. Oil Society**, v. 45, p. 594-598, 1968.

MARCUS, R., COULSTON, A.M. Vitaminas hidrossolúveis. In: GILMAN, A.G., ROLL, T.W., NIES, A.S. As bases farmacológicas da terapêutica. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1991. p. 1017-1032.

MARINOVA, E. M.; YANISHLIEVA, N.; KOSTOVA, I. N. Antioxidative action of the ethanolic extract and some hydroxycoumarins of Fraxinus ornus bark. **Food Chem.** v. 51, p. 125-132, 1994.

MARTINS, S.T. MELO, B. SPONDIAS(Cajá e outras). Núcleo de Estudo em Fruticultura no Cerrado. Disponível em: www.fruticultura.iciag.ufu.br/caja.html.

MATTIETTO, R. A. LOPES, A. S. MENEZES H. C. Estabilidade do néctar misto de cajá e umbu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27(3): p.456-463, 2007.

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.

MEDEIROS, P. D. de. Estudo anatomo-fisiológico da unidade de dispersão de Spondias-cytherea sonn (cajarana), Recife: UFRPE, 1985. 99p. (Dissertação de Mestrado).

MELO, E. A.; GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Bol. SBCTA**. Campinas: v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.

MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. **Fisiologia e tecnologia pós-colheita do pedúnculo do caju**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. 20p. (EMBRAPA-CNPAT. Documentos, 17).
MILLER, H.E. A simplified method for the evaluation of antioxidant. **J. Am. Oil Society**, v. 48, p. 91, 1971.

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

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

MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. (1995). Revisão das espécies neotropicais de Spondias (Anacardiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 46, 1995, Ribeirão Preto, Resumos..., Ribeirão Preto: USP, p.207.

MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J. A. L. de; KOURI, J.; MALCHER, E. L. T.; FREITAS, J. da L.; FERNANDES, A. A.; FARIAS NETO, J. T. de. Geração de tecnologia para a produção sustentável e processamento de frutos de açaí no estuário amazônico. In: _____. **Contribuição ao desenvolvimento da fruticultura na Amazônia**. Belém, PA, 2006, p. 79-84.

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

MONTES, A.L. **Bromatologia**. Buenos Aires, Editorial Universitária, T. 2, p. 181-90, 1969.

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

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; INNECCO, R.; FILGUEIRAS H. A. C.; MOSCA, J. L.; PINTO, S. A. A. Características físicas de pedúnculos de cajueiro para comercialização *in natura*. **Rev. Bras. Frutic**; Jaboticabal, v. 23, n. 3, 2001.

MOURA, C.F.H. Qualidade de pedúnculos de clones de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L. var *nanum*) irrigados. 1998. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-UFC, Fortaleza, 1998.

MOURA, C.F.H. Armazenamento de pedúnculos de cajueiro anão precoce BRS 189, CCP 76, END 183 e END 189 sob diferentes temperaturas e atmosferas. 2004. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-UFC, Fortaleza, 2004.

MOURÃO, L. Do açaí ao palmito: usos de produtos e subprodutos do açaizeiro no estuário amazônico. In: SEMINÁRIO AÇAÍ (*Euterpe oleracea*), 1996, Belém. **Resumos...** Belém: NAEA/MPEG/Embrapa/SECTAM, 1996. p.33-34.

NAGUIB, Y. M. A. Antioxidant activities of astaxanthin and related carotenoids. **J. Agric. Food Chem.**, v.48, p.1150- 1154, 2000.

NAMIKI, M. Antioxidants/antimutagens in food. **Journal of Nutrition**, Boca Raton, v.29, n.4, p.273-300, 1990.

NASCIMENTO, T. B. do; RAMOS, J. D; MENEZES, J. B. Características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) produzido em diferentes épocas. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Cruz das Almas, v.20, n.1, p.33-38, 1998.

NAZARÉ, R. F. R.; OLIVEIRA, M. do S.P. de; CARVALHO, J. E. U. Avaliação de progênies de açaizeiro como fonte de corantes naturais para alimentos. In: _____. **Contribuição ao desenvolvimento da fruticultura na Amazônia**. Belém, PA, 2006, p. 79-84.

NAWAR, W.W. Lipids. In: FENNEMA, O.R. (Ed.). **Food Chemistry**. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 1985. p.139-244.

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

NOGUEIRA, O. L.; CARVALHO, C.J.R. de; MULLER, C. H.; GALVÃO, E. U. P.; SILVA, H. M. e, RODRIGUES, J. E. L. F., OLIVEIRA, M. do S. P. de; CARVALHO, J. E. U. de, ROCHA NETO, O. G. da; NASCIMENTO, W. M. O. do; CALZAVARA, B. B. G. **A cultura do açaí**. Embrapa-CPATU. Brasília: Embrapa-SPI, 1995. 50p (Coleção Plantar, 26).

NOGUEIRA, O. L.; FIGUERÊDO, F. J. C.; MULLER, A. A. **Sistema de Produção do Açaí**. Embrapa Amazônia Oriental; Sistemas de Produção, n. 4, Belém, PA, 2006.

NOGUEIRA, O. N.; MULLER, A. A.; HOMMA, A. K. O. Possibilidades de produção de frutos de açaizeiros em área de terra firme no Estado do Pará. In: _____. **Contribuição ao desenvolvimento da fruticultura na Amazônia**. Belém, PA, 2006b, p. 91-97.

NORONHA, M. A. S. de. **Propagação vegetativa da cajarana (*Spondias sp.*) por estaquia**. Mossoró, RN: ESAM, 1997. Monografia (Graduação em Agronomia) – Departamento de Fitotecnia, ESAM, 1997.

NORONHA, M. A. S. de. Características Físico-Químicas de Frutos de Umbu-Cajá *Spondias spp.* Provenientes dos Pólos Baixo-Jaguaribe (CE) e Assu-Mossoró (RN). Monografia (Graduação em Agronomia) – Departamento de Fitotecnia, ESAM, 1998.

NORONHA, M. A. S. de. **Características Físico-Químicas de Frutos de Umbu-cajá *Spondias spp.* Provenientes dos Pólos Baixo-Jaguaribe (CE) e Assu-Mossoró (RN)**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. Campina-Grande, v. 2, n. 2, p.91-96, 2000.

NORONHA, M. A. de S; CARDOSO, E. de A; DIAS, N. da S. Características físico-químicas de frutos de umbu-cajá *spondias sp.* provenientes dos pólos Baixo-Jaguaribe (CE) e Assu-Mossoró (RN). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.2, n.2, p.91-96, 2000.

OHASHI, S. T.; KAGEYAMA, P.Y. Variabilidade genética entre populações de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) do estuário amazônico. In: Mourão, L.; Jardim, M. A.; Grossmann, M. **Açaí-posibilidade e limites em processos de desenvolvimento sustentável no estuário amazônico**. Belém: CEJUP, 2004. p. 11-26.

OLIVEIRA, M.E.B.; BASTOS, M.S.R.; FEITOSA, T; BRANCO, M.A.A.C.; SILVA, M.G.G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 19, n. 3, set./dez., p. 326-332, 1999.

OLIVEIRA, M. do S.P. de. **Avaliação do modo de reprodução e de caracteres quantitativos em 20 acessos de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart. – Arecaceae) em Belém-PA**. Recife: UFRPE, 1995. 145 f. Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA, M. do S.P. de. **Caracterização molecular e morfoagronômica de germoplasma de açaizeiro**. 2005. 171 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2005.

OLIVEIRA, M. do S.P. de; CARVALHO, J.E.U. de; NASCIMENTO, W.M.O. do. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 52p. (Série Frutas Nativas, 7).

OLIVEIRA, M. do S. P. de; CARVALHO, J. E.U. de; NASCIMENTO, W. M. O. do; MÜLLER, CH. **Cultivo do açaizeiro visando à produção de frutos**. Belém, 2002. 51p (Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica, on line).

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

OLIVEIRA, M. do S.P. de; FARIAS NETO, J. T. Variabilidade entre progênies de açaizeiro para caracteres de germinação. In: _____. **Contribuição ao desenvolvimento da fruticultura na Amazônia**. Belém, PA, 1996, p. 91-97.

OLIVEIRA, M. S. P. de; FERNANDES, T. S. D. Aspecto da floração do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) nas condições de Belém-PA. In: Congresso Nacional de Botânica, 44, São Luís, 1993. **Resumos...**, São Luís: SBB, 1993. P.159.

OLIVEIRA, M. S. P. de; FERNANDES, G. L. da C. Repetibilidade de caracteres do cacho de açaizeiro nas condições de belém-pa. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 23, n. 3, 2001.

OLIVEIRA, M. do S.P. de; LEMOS, M. A. SANTOS, E. O. dos; SANTOS, V. F. dos. Variação fenotípica em acessos de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) para caracteres relacionados à produção dos frutos. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 23p. (Embrapa-CPATU. Boletim de pesquisa, 209).

OLIVEIRA, F. das C.; ARAÚJO, E. C.E.; VASCONCELOS, L. F. L.; SOARES, E. B. Métodos para acelerar a germinação de sementes de Bacuri (*Platonia insignis* Mart.). Rev. Brás. Frutic; abr. 2002, v.24, n.1, p. 151-154. ISSN 0100-2945

OLSON, J.A. Carotenoids and human health. **Arch Latinoam Nutr**, 49 (3 Suppl 1), P. 7-11, 1999.

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

OZELA, E. F.; STRINGHETA, P. C.; LIMA, A. A. S.; FARIAS, M. I. T. S. Estudo comparativo do teor de antocianinas presentes no açaí (*Euterpe oleracea* M), nos períodos de safra e entressafra. **Livro de Programas e Resumos III Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos**. Campinas, FEA, p. 55, 1999.

PAIVA, J. R. **Melhoramento genético de espécies agroindustriais na Amazônia: estratégias e novas abordagens**. Brasília: Embrapa-SPI; Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1998. 135 p.

PANTASTICO, E. B. Índices para cosecha. In: PANTASTICO, E. B. Fisiologia de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. Espanha: Companhia Editorial Continental, 1975. p. 77-98.

PEARSON, D.A.; TAN, C.H.; GERMAN, J.B.; DAVIS, P.A.; GERSHWIN, M.E. Apple juice inhibits human low density lipoprotein oxidation. **Life Sciences**, v. 64, p.1913-1920, 1999.

PEARSON, D. **Técnicas de laboratório para el análisis de alimentos**. Zaragoza, España: Acribia, 1976. 331p.

PEREIRA, E. A.; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de. Massa específica de polpa de açaí em função do teor de sólidos totais e da temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.6, n.3, p.526-530, 2002.

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

PINTO, W. da. S.; DANTAS, A.C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; LEDO, C. A. da S. L.; JESUS, S. C. de; CALAFANGE, P. L. P.; ANDRADE, E. M. Caracterização física, físico-química de frutos de genótipos de cajazeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1059-1066, set. 2003.

PINTO, S.A.A. Qualidade de pedúnculos de clones de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L. var *nanum*) cultivados em sequeiro. 1999. Monografia-UFC, Fortaleza, 1999.

PIRES, M dos G. de M. Estudo taxonômico e área de ocorrência de *Spondias tuberosa* an. com. (umbuzeiro) no Estado de Pernambuco – Brasil. Recife: UFRPE, 1990. (Dissertação de Mestrado).

POLICARPO, V.M.N.; RESENDE, J. M.; ENDO, E.; BORGES, V.; CAVALCANTI, N.B.; OLIVEIRA, V.M. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, 2002. CD Rom.

POMPELLA, A. Biochemistry and histochemistry of oxidant stress and lipid peroxidation. **International Journal of Vitamin and Nutrition Research**, Bern, v. 67, n. 5, p. 289-297, 1997.

POTTER, N.N. **Food science**. New York, AVI, p. 488-517, 1973.

POULSEN, H.E.; PRIEME, H.; LOFT, S. Role of oxidative DNA damage in cancer initiation and promotion. **European Journal of Cancer Prevention**, Oxford, v. 7, n. 1, p. 9-16, 1998.

POWELL, S. R. The antioxidant properties of zinc. **J Nutr** 2000; 130 Suppl:1447-54.

PRASAD, K.N. Modulation of the effects of tumor therapeutic agents by vitamin C. **Life Science**, v. 27, p. 275-280, 1980.

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

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

QUEIROZ, J. A. L. de, MELÉM JUNIOR, N. J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal v. 23, n. 2, p. 460-462, ago. 2001.

QUEIROZ, J.A.L. de; MOCHIUTTI, S. **Plantio de açaizeiros**. Macapá: Embrapa Amapá, 2001. 8p. (Embrapa Amapá. Comunicado Técnico, 55).

RE, R.; PELLEGRINE, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay. **Free Radic. Biol. Med.**, v. 26, n. 9/10, p. 1231-1237, 1999.

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

RIBEIRO, R. A.; RODRIGUES, F. M. Genética da conservação em espécies vegetais do cerrado. **Revista Ciências Médicas Biológicas**, Salvador, v. 5, n. 3, p.253-260, set./dez.2006.

RICE-EVANS, C., BURDON, R. Free radical-lipid interactions and their pathological consequences. **Progress in Lipid Research**, Oxford, v.32, n.1, p.71-110, 1993.

RICE-EVANS, C; MILLER, N. J.; BOLWELL, G. P.; BRAMLEY, P. M.; PRIDHAM, J. B. The relative antioxidant activities of plant derived polyphenolic flavonoids. **Free Rad. Res.**, v. 22, p. 375-383, 1995.

RITZINGER, R; SOARES FILHO, W. dos S.; CARVALHO, P. C .L. ; FOLEGATTI, M.I. da S.; MATSUURA, F.C.A.U.; CERQUEIRA, E.Q.; KISARI, R.G.; SILVA NETO, C.N. da. Caracterização e avaliação de germoplasma de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2001. . CD ROM.

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

ROGEZ, H.; BUXANT, R.; MIGNOLET, E.; GIVRON, C.; PASCAL, S.; RIBEIRO, C.; LARONDELLE, Y. Chemical compositions of the edible parts of four typical Amazonian fruits: Assaí, Araca, Bacuri, Cupuaçu. **Journé Universitaire de Recherche en Nutrition, Louvain-la-Neuve**, v.3, p.10-15,1996.

ROGEZ, H. 2000. Açaí: Preparo, composição e melhoramento da conservação. Ed. Universidade Federal do Pará – EDUPA. 360p.

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

ROMERO, Simone. Frutas tropicais com sabor de lucro. **Balanço Anual Pará - Gazeta Mercantil**, Belém, ano 5, n.5, p.27,28, set. 2000.

ROTSTEIN, A.; GROSS, J.; LIFSHITZ, A. Changes in the pulp carotenoid pigments of the ripening Shamouti orange. *Lebensmittel – Wissenschaft und Technologie*, v.5, p.140-143, 1972.

RUDE, R. K. Magnesium deficiency: A cause of heterogeneous disease in humans. **J. Bone Miner. Res.**, Cambridge, v. 13, n. 4, p. 749-756, 1998.

SACRAMENTO, C. K. Cajá (*Spondias monbim* L.). Jaboticabal: Funep. 42p. il. (Série Frutas Nativas, 4). 42p. Jaboticabal, SP. 2000.

SACRAMENTO, C.K.; SOUZA, F.X. Cajá (*Spondias mombin* L.) Jaboticabal: Funep, 2000. 42p. (Série Frutas Nativas, 4).

SACRAMENTO, C.K.; BARRETO, W.S.; LOPES, J.R.; LEITE, J.B.V. Características físico-químicas de cajás (*Spondias mambim* L.) oriundos de diferentes locais da região Sudeste da Bahia. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 15, 1998, Poço de Caldas, **Anais...** Poços de caldas: SBF/ UFLA, 1998. v.1, p.168.

SALGUEIRO MJ, et al. Zinc as an essential micronutrient: a review. **Nutr Res.**, v. 20, n. 5, p. 737-55. 2000.

SANTOS, G. M. Caracterização de frutos de cajá (*Spondias mombin* L.) e umbu-cajá (*Spondias* spp.) e teores de NPK em folhas de frutos. Areia: UFPB/CCA, 1996, 49p. (Monografia de Graduação).

SANTOS, P. de J.; PINHEIRO, E. I; RUFFEIL, G. A.; SILVESTRE, W. V. D. Caracterização de sistemas de produção de açaizeiros (*Euterpe oleracea* Mart.) cultivados em áreas de várzea e terra firme no Município de Igarapé-Miri. In: _____. **Contribuição ao desenvolvimento da fruticultura na Amazônia**. Belém, PA, 2006, p. 99-105.

SARIS, N-E. L.; MERVAALA, E.; KARPPANEN, H.; KHAWAJA, J. A.; LEWENSTAM, A. Magnesium, an update on physiological, clinical and analytical aspects. **Clin. Chim. Acta**, Amsterdam, v. 294, p. 1-26, 2000.

SCHECTMAN G, Estimating ascorbic acid requirements for cigarette smokers. *Ann N Y Acad Sci*, 1993; 686:335-45;discussion 345-6.

SCHANDERL, S.H. Tannins and related phenolics. In: Joslyn, M.A. *Methods in Food Analysis*. Ed. Academic Press inc., New York, p. 701-725. 1970.

SCHOEFS B. Chlorophyll and carotenoid analysis in food products. Properties of the pigments and methods of analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v. 13, p. 361-371, 2002.

SCHWEDT, G.; TAWALI, A.; KOCH, K. Strategy of analysis for the estimation of the biobailability of zinc in food stuffs. **Fresenius J. Anal. Chem.**, v. 360, p. 589-594, 1998.

SETER, S. D.; ROBERTSON, J. A.; MEREDITH, F. I. Phenolic compounds of the mesocarp of cresthaven peaches during storage and ripening. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 5, p. 1.259-1.268, 1989.

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

SGARBIERI, W. C. **Alimentação e nutrição: Fator de saúde e desenvolvimento**. Unicamp/Almed, Campinas/São Paulo, 1987.

SHAHIDI, F., JANITHA, P.K., WANASUNDARA, P.D. Phenolic antioxidants. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.

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

SHILS, M. E. Magnesium in health and disease. **Annu. Rev. Nutr.**, Palo Alto, v. 8, p. 429-460, 1988.

SHILS, M. E. Magnesium. In: SHILS, M. E.; OLSON, J. A.; SHIKE, M.; ROSS, A. C. **Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença**. São Paulo: Editora Manole, 2003. 9. ed., v. 1, p. 181-205.

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

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos plantas e fertilizantes**. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Solos/Embrapa Informática para Agricultura, 1999, 370p.

SILVA, M. das G. C. P. C. S.; BARRETTO, W. de S.; SERÔDIO, M. H. Caracterização química de polpa dos frutos de juçara e de açaí. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura. 2004, Florianópolis. **Anais...** Santa Catarina.

SILVA, S. R.; MERCADANTE, A. Z. Composição de carotenóides em polpa congelada de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). Anais do Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002 (disponível em CD).

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. da. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Rev. Nutr.**, Jan./Apr. 1999, v. 12, n. 1, p. 21-32.

SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia dos alimentos**, São Paulo: Livraria Varela, 2000. 227p.

SILVA, A. N. F. B.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. **Evolução dos teores de amido e açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de manga**. Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.23 suppl. Campinas Dec. 2003.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A. da.; JUNQUEIRA, N. T.V.; ANDRADE, L. R. M. de. Frutas do Cerrado. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178p.

SILVA JÚNIOR, J. F.; BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; ALVES, M.A.; MELO NETO, M.L. Collecting, *ex situ* conservation and characterization of “cajá-umbu” (*Spondias mombim* x *Spondias tuberosa*) germ-plasm in Pernambuco State, Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 51: 343-349, 2004.

SINNECKER, P.; BARROS, R. M. C.; LANFER-MARQUEZ, U. M. Atividade antioxidante de clorofilas e seus derivados. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2004, Recife. **CD-ROM...** Pernambuco.

SIQUEIRA, G.C.L.; MENEZES, M.; SIQUEIRA, S.L.; SILVA, G.S da; ALVAREZ RIVERA, C.R.; VICENTE, C.A.R.; NIETO, M.D. **Açaí**: produtos potenciais da Amazônia. Brasília: MMA/SCA/GTA/Suframa/Sebrae, 1998.50p.

SLAGA, T.J. Inhibition of skin tumor initiation, promotion, and progression by antioxidants and related compounds. **Critical Reviews of Food Science and Nutrition**, 35: 51-57, 1995.

SOARES, Sergio Eduardo. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Rev. Nutr.**, v. 15, n.1, p.71-81, 2002.

SOUZA, K. A.; SILVA, W. S.; MACIEL, M. I. S.; MÉLO, E. A.; LIMA, V. L. A. G. Avaliação do teor de antocianinas e flavonóis em frutos de 9 genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) do banco ativo de germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco (BAG/UFRPE). In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2004, Recife. **CD-ROM...** Pernambuco.

SOUZA, V. A. B. **Perspectivas do Melhoramento de Espécies Nativas do Nordeste Brasileiro**. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento Genético de Plantas, 1, 2001, Goiânia-GO. Resumo 25. EMBRAPA Meio-Norte, Teresina-PI, 2001.

SOUZA, F.X. de.; SOUZA, F.H.L.; FREITAS, J.B.S. Caracterização morfológica de endocarpos de umbu-cajá. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48., 1997, Crato, CE. Resumos...Fortaleza: SBB/BNB, 1997. p.121.

SOUZA, F. G. de. **Qualidade pós-colheita de mangabas (*Hancornia speciosa* GOMES) oriundas do jardim clonal da EMEPA-PB**. Fortaleza, 2004, 90p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará.

SOUZA, F. X. *Spondias* Agroindustriais e os seus métodos de propagação (Frutas tropicais: cajá, ciriguela, cajarana, umbu, umbu-cajá e umbuguela). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/Sebrae/CE, 1998, 28p (Documento 27).

SOUSA, R.P., FILGUEIRAS, H.A.C., ALVES, R.E., COSTA, J.T.A., OLIVEIRA, A.C. 1998a. Identification of harvest stage for red mombin (*Spondias purpurea* L.). Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 42:319-324.

SPEARS, J. W. Reevaluation of the metabolic essentiality of the minerals – Review. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v. 12, n. 6, p. 1002-1008, 1998.

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

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

SZCKUREK EI, BJORNSSON CS, TAYLOR CG. Dietary zinc deficiency and repletion modulate metallothionein immunolocalization and concentration in small intestine and liver of rats. **J Nutr.**, v. 131, p. 2132-2138, 2001.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. Food Quality and Preference. v.13, p.215-225, 2002.

SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The fenolic constituents of *Prunus domestica*. **Journal Science Food Agriculture**, London, v.10, p.135-144. 1959.

TATENO, M. C. do N. **Exportação do açaí sob forma de bebida natural e energética: apontando o mercado alemão.** Belém, 2001. Disponível em: <<http://www.geocities.com/CollegePark/Lab/7334/acaexport/acaexport.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2005.

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

TJIN AKWIE, S.N.L., Cinéticas de amadurecimento, de oxidação e de extração das antocianinas de *Euterpe oleracea*, Dissertação de Tese de Mestrado (Engenharia Química), Universidade Federal do Pará, 2000.

TORRES, L. B. V; A. J. de M. QUEIROZ, V; A. J. de M; R. M. F FIGUEIRÊDO, R. M. F. VISCOSIDADE APARENTE DA POLPA DE UMBU-CAJÁ CONCENTRADA A 10 C. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.5, n.2, p.161-168, 2003.

TRABER, M.G. Cellular and molecular mechanisms of oxidants and antioxidants. **Mineral and Electrolyte Metabolism**, Basel, v. 23, n. 3/6, p. 135-139, 1997.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. The mineral nutrition of livestock, 3rd Edition, Foundaton for animal health and welfare, Penicuik, Edinburg, UK, p. 624, 1999.

VELIOGLU, Y.S.; MAZZA, G.; GAO, L.; OOMAH, B.D. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 4113-4117, 1998.

VILLACHICA, H. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Lima: Tratado de Cooperación Amazonia, 1996. p. 33-42. (TCA-SPT, 44).

VILLACHICA, H., CARVALHO, J.E.U. de MÜLLER, C. H., DIAZ, S. C., ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promissoras de la Amazônia**. Lima: Tratado de Cooperación Amazônica. Secretaria Pró-Tempore, 1996. p.152-156 (Publicaciones, 44).

VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA M.; SOUZA, N. E. & VIEIRA, O. A. Caracterização físico-química da acerola *Malpighia glabra* L. produzida em Maringá, Paraná, Brasil. **Arch Latino Am Nutr**. v. 47, p. 70-72, 1997.

VON ELBE, J. H. Colorantes. In: FENNEMA, O. W. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Wiscosin - Madison, 2000. Cap. 10, p. 782-799.

VON GADOW, A.; JOUBERT, E.; HANSMANN, C. F. Comparison of the antioxidant activity of aspalathin with that of other plant phenols of rooibos tea (*Aspalathus linearis*), r-Tocopherol, BHT, and BHA. **J. Agric. Food Chem**. v. 45, p. 632-638, 1997.

ZAMBRANO, J.; MATERANO, W. Efecto del tratamiento de inmersión em água caliente sobre el desarrollo de daños por el frío en frutos de mango. **Agronomia Tropical**, Caracas, v. 49, n. 1, p. 81-82, 1999.

ZANATTA, C. F. **Determinação da composição de carotenóides e antocianinas de camu-camu (*myrciaria dubia*)**. 2004. 144f. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos) UNICAMP, Campinas, 2004.

ZULUETA, A. et al. Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. **Food Chemistry**, v. 103, n. 4, p. 1365-1374, 2007.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins, **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 45, n. 2, p. 304-309, 1997.

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

WANG, S. Y.; LIN, H. S. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. **J. Agri. Food Chem**. v. 48, p.140-146, 2000.

WEAVER, C.; HEANEY, R. P. Cálcio. In: SHILS, M. E.; OLSON, J. A.; SHIKE, M.; ROSS, A. C. **Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença**. São Paulo: Editora Manole, 2003. 9. ed., v. 1, p. 153-168.

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

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

WILBERG, V. C; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. HPLC quantitation of major carotenoids of fresh and processed guava, mango and papaya. *Lebensmittel - Wissenschaft und Technologie*, v. 28, p.474-480, 1995.

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

WILLIAMS, S. R. Fundamentos de nutrição e dietoterapia. Porto Alegre: Artmed Editora; 1997. 668p.

WOODWARD, J.R. Physical and chemical changes in developing strawberry fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.23, p.465-473, 1972.

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

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

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

ANEXOS

Tabela 5 – Valores médios obtidos para percentagem de inibição da oxidação, coeficiente de atividade antioxidante dos extratos fenólicos da polpa de frutos de diferentes genótipos de umbu-cajazeira em concentrações de 5, 15 e 30g/L. Iguatu, CE, 2007.

GENÓTIPOS	% de Inibição da Oxidação			Coeficiente de Atividade Antioxidante		
	5g/L	15g/L	30g/L	5g/L	15g/L	30g/L
P1	60,33	68,33	77,33	121,00	218,00	522,33
P2	32,00	56,66	67,66	195,66	348,66	511,66
P3	64,33	77,66	83,00	462,33	709,00	780,33
P4	58,33	69,33	78,00	112,66	273,33	341,33
P5	41,33	60,66	64,66	168,00	408,66	580,33
P6	63,00	67,00	67,33	234,33	382,00	499,33
P7	69,66	74,33	77,00	116,00	200,66	429,66
P8	58,66	65,66	74,00	11,66	217,33	322,66
P9	16,66	22,00	47,66	199,00	348,66	471,66
P10	44,00	65,00	70,33	187,00	449,00	709,00
P11	42,00	65,00	70,33	109,00	273,00	341,33
P12	60,66	66,00	71,33	158,00	342,00	567,00
P13	54,66	65,00	68,00	243,00	378,00	504,66
P14	68,33	69,66	72,33	300,00	369,00	414,00
P15	43,66	54,00	56,00	217,33	245,00	329,33
P16	54,33	75,33	76,33	232,33	342,00	511,66
P17	45,33	63,33	64,00	187,00	449,00	775,66
P18	49,00	79,66	76,00	109,33	273,33	341,33
P19	40,66	57,66	64,33	301,33	442,00	563,66
P20	32,00	55,66	67,66	234,33	355,33	501,33
Média Geral	60,93	66,25	70,28	349,94	356,33	495,64

Tabela 6 – Valores médios obtidos para atividade antioxidante dos extratos fenólicos da polpa de frutos de diferentes genótipos de umbu-cajazeira em concentrações de 5, 15 e 30g/L. Iguatu, CE, 2007.

GENÓTIPOS	Atividade Antioxidante (5 g/L)			Atividade Antioxidante (15 g/L)			Atividade Antioxidante (30 g/L)		
	t = 30 min.	t = 60 min.	t = 120 min.	t = 30 min.	t = 60 min.	t = 120 min.	t = 30 min.	t = 60 min.	t = 120 min.
P1	87,66	59,33	45,33	88,66	65,33	57,00	88,66	73,66	53,66
P2	88,66	54,33	53,66	92,66	61,33	53,66	91,33	52,00	38,66
P3	84,66	76,00	56,66	91,33	65,33	44,33	89,66	63,66	44,33
P4	88,66	73,66	61,33	89,66	67,33	51,00	93,33	73,66	55,33
P5	88,33	73,66	55,33	94,33	72,00	48,66	92,66	72,66	61,33
P6	92,66	72,66	61,33	72,33	53,66	39,33	82,66	74,33	54,00
P7	82,66	74,33	54,00	91,33	73,33	52,00	89,33	71,00	61,33
P8	89,33	71,00	61,33	89,33	69,00	45,00	89,33	74,00	61,00
P9	89,33	79,00	50,33	82,66	67,33	52,33	84,00	70,00	49,66
P10	81,33	62,00	41,33	82,00	66,00	46,00	88,00	77,00	60,00
P11	84,66	62,33	49,33	81,33	62,66	56,00	88,66	65,33	57,00
P12	85,00	62,00	45,00	90,66	84,33	65,33	92,66	61,33	53,66
P13	87,00	62,00	45,66	88,00	72,33	51,00	91,33	65,33	44,33
P14	91,00	79,33	60,33	91,00	62,00	45,33	89,66	67,33	51,00
P15	93,66	84,33	76,66	93,00	79,33	66,33	91,33	82,00	54,00
P16	91,00	74,00	61,00	93,00	73,00	45,00	84,66	38,66	35,66
P17	80,00	70,00	49,66	91,00	64,33	54,66	91,00	85,00	64,33
P18	87,66	64,33	43,33	91,00	82,00	54,00	92,66	67,00	62,00
P19	88,00	77,00	60,00	84,66	34,66	35,66	91,00	66,66	48,66
P20	84,66	76,00	56,66	91,00	85,00	64,33	87,66	64,33	43,33
Média Geral	87,66	70,23	53,65	89,87	73,34	59,09	88,45	69,45	56,01

Tabela 7 – Valores médios obtidos para razão da taxa de degradação dos extratos fenólicos da polpa de frutos de diferentes genótipos de umbu-cajazeira em concentrações de 5, 15 e 30g/L. Iguatu, CE, 2007.

GENÓTIPOS	Razão da Taxa de Degradação (10 g/L)			Razão da Taxa de Degradação (20 g/L)			Razão da Taxa de Degradação (30 g/L)		
	t = 30 min.	t = 60 min.	t = 120 min.	t = 30 min.	t = 60 min.	t = 120 min.	t = 30 min.	t = 60 min.	t = 120 min.
P1	0,080	0,116	0,219	0,044	0,059	0,114	0,038	0,046	0,077
P2	0,048	0,064	0,104	0,027	0,037	0,062	0,018	0,023	0,037
P3	0,055	0,062	0,091	0,042	0,044	0,062	0,032	0,032	0,042
P4	0,093	0,128	0,194	0,048	0,060	0,097	0,034	0,039	0,052
P5	0,090	0,144	0,254	0,040	0,061	0,104	0,029	0,039	0,062
P6	0,107	0,142	0,215	0,055	0,075	0,122	0,025	0,031	0,049
P7	0,058	0,068	0,108	0,031	0,032	0,046	0,025	0,025	0,035
P8	0,080	0,116	0,219	0,044	0,059	0,114	0,038	0,046	0,077
P9	0,048	0,064	0,104	0,027	0,037	0,062	0,018	0,023	0,037
P10	0,055	0,062	0,091	0,042	0,044	0,062	0,032	0,032	0,042
P11	0,093	0,128	0,194	0,048	0,060	0,097	0,034	0,039	0,052
P12	0,090	0,144	0,254	0,040	0,061	0,104	0,029	0,039	0,062
P13	0,107	0,142	0,215	0,055	0,075	0,122	0,025	0,031	0,049
P14	0,058	0,068	0,108	0,031	0,032	0,046	0,025	0,025	0,035
P15	0,090	0,144	0,254	0,040	0,061	0,104	0,029	0,039	0,062
P16	0,048	0,064	0,104	0,027	0,037	0,062	0,018	0,023	0,037
P17	0,055	0,062	0,091	0,042	0,044	0,062	0,032	0,032	0,042
P18	0,090	0,144	0,254	0,040	0,061	0,104	0,029	0,039	0,062
P19	0,074	0,100	0,162	0,041	0,052	0,085	0,028	0,033	0,049
P20	0,055	0,062	0,091	0,042	0,044	0,062	0,032	0,032	0,042
Média Geral	0,074	0,100	0,162	0,041	0,052	0,085	0,028	0,033	0,049

Tabela 8 – Valores médios obtidos para AOX dos extratos fenólicos da polpa de frutos de diferentes genótipos de umbu-cajazeira em concentrações de 5, 15 e 30g/L. Iguatu, CE, 2007.

GENÓTIPOS	AOX (5 g/L)			AOX (15 g/L)			AOX (30 g/L)		
	t = 0,75 h	t = 1 h	t = 2 h	t = 0,75 h	t = 1 h	t = 2 h	t = 0,75 h	t = 1 h	t = 2 h
P1	0,135	0,121	0,089	0,094	0,085	0,070	0,065	0,057	0,043
P2	0,194	0,187	0,158	0,114	0,110	0,101	0,103	0,094	0,075
P3	0,124	0,110	0,085	0,080	0,073	0,060	0,055	0,048	0,038
P4	0,121	0,106	0,077	0,094	0,082	0,057	0,075	0,062	0,040
P5	0,219	0,197	0,140	0,121	0,106	0,083	0,088	0,074	0,049
P6	0,197	0,184	0,146	0,096	0,090	0,077	0,079	0,072	0,056
P7	0,230	0,208	0,146	0,140	0,130	0,104	0,070	0,063	0,050
P8	0,140	0,128	0,104	0,074	0,065	0,050	0,064	0,055	0,040
P9	0,194	0,187	0,158	0,114	0,110	0,101	0,103	0,094	0,075
P10	0,124	0,110	0,085	0,080	0,073	0,060	0,055	0,048	0,038
P11	0,121	0,106	0,077	0,094	0,082	0,057	0,075	0,062	0,040
P12	0,230	0,208	0,146	0,140	0,130	0,104	0,070	0,063	0,050
P13	0,140	0,128	0,104	0,074	0,065	0,050	0,064	0,055	0,040
P14	0,219	0,197	0,140	0,121	0,106	0,083	0,088	0,074	0,049
P15	0,194	0,187	0,158	0,114	0,110	0,101	0,103	0,094	0,075
P16	0,124	0,110	0,085	0,080	0,073	0,060	0,055	0,048	0,038
P17	0,121	0,106	0,077	0,094	0,082	0,057	0,075	0,062	0,040
P18	0,219	0,197	0,140	0,121	0,106	0,083	0,088	0,074	0,049
P19	0,197	0,184	0,146	0,096	0,090	0,077	0,079	0,072	0,056
P20	0,230	0,208	0,146	0,140	0,130	0,104	0,070	0,063	0,050
Média Geral	0,140	0,128	0,104	0,074	0,065	0,050	0,064	0,055	0,040

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)