

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

CYNTIA RAFAELLE AMARAL DE ABREU

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL DE PEDÚNCULOS DE
CLONES COMERCIAIS DE CAJUEIRO ANÃO PRECOCE**

FORTALEZA

2007

CYNTIA RAFAELLE AMARAL DE ABREU

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL DE PEDÚNCULOS DE
CLONES COMERCIAIS DE CAJUEIRO ANÃO PRECOCE**

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

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Arraes Maia

Co-orientador: Dr. Ricardo Elesbão Alves

FORTALEZA

2007

A145q Abreu, Cyntia Rafaelle Amaral de

Qualidade e atividade antioxidante total de pedúnculos de clones comerciais de cajueiro anão precoce / Cyntia Rafaelle Amaral de Abreu. – Fortaleza: [s.n.], 2007.
111 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Departamento de Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Dr. Geraldo Arraes Maia

Co-orientador: Dr. Ricardo Elesbão Alves

1. Caju 2. Pedúnculo 3. Antioxidantes I. Maia, Geraldo Arraes (orient.) II. Universidade Federal do Ceará – Mestrado em Tecnologia de Alimentos III. Título.

CDD - 664.804

CYNTIA RAFAELLE AMARAL DE ABREU

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL DE PEDÚNCULOS DE
CLONES COMERCIAIS DE CAJUEIRO ANÃO PRECOCE**

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

Aprovada em: 03 / 08 / 2007

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Geraldo Arraes Maia (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

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

Prof. Dr. Raimundo Willane de Figueiredo
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof.^a Dra. Patrícia Beltrão Lessa Constant
Universidade Federal do Ceará-UFC

Dr. Carlos Farley Herbster Moura
Embrapa Agroindústria Tropical – CE

À Deus, por tudo de bom que tem proporcionado em minha vida, e pela presença sempre constante em todos os momentos, fortalecendo-me e guiando-me.

Dedico

Aos meus pais, Maria das Graças e Francisco Iran, pelo sagrado dom da vida.

E aos meus irmãos, Rafael e Raquel, pelos momentos compartilhados.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará (UFC), pela minha formação desde a graduação, continuando nesse curso de mestrado.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela concessão da bolsa de estudo durante todo o curso.

Ao CNPq e a União Européia (INCO-DC 0015279), pelo apoio financeiro dado ao projeto.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Agroindústria Tropical) por disponibilizar a infra-estrutura do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita para a realização do experimento.

Ao meu orientador professor Dr. Geraldo Arraes Maia, pela valiosa orientação durante todo o curso, pelos conhecimentos e ensinamentos, principalmente na área de frutos tropicais, e pelo seu exemplo de elevada competência.

Ao meu co-orientador pesquisador Dr. Ricardo Elesbão Alves, pela orientação desde meu estágio supervisionado da ETFCE, permitindo que isso tudo fosse possível, pelo exemplo de competência e extrema dedicação.

Aos professores do departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, pelo ensinamento durante o curso de mestrado e em particular, aos professores Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo e Dra. Patrícia Beltrão Lessa Constant por terem aceitado o convite de participar desta banca de defesa de dissertação, contribuindo assim, para o enriquecimento deste trabalho.

Ao pesquisador da Embrapa Dr. Carlos Farley Herbster Moura, por ter aceitado participar desta banca de defesa de dissertação e pela enorme ajuda desde antes da execução do projeto até a finalização do mesmo, pelos ensinamentos, pelas sugestões e principalmente, pelo seu bom humor e sua amizade em todos os momentos deste trabalho.

Ao pesquisador, bolsista DCR, Dr. Paulo Henrique Machado de Souza, pela sua ajuda imensa, pelas sugestões valiosas, e principalmente, pela sua presteza e amizade sempre presente.

Às amigas de mestrado Anália, Ana Amélia, Cristiane e Mirela, pela amizade e companheirismo, que se iniciou desde os primeiros dias de aula do mestrado e continuou durante todo o curso, ajudando não só nos momentos difíceis, mas também compartilhando dos momentos de felicidades e descontração. E as amigas Érica e Virlane que no último semestre passaram a ter uma grande importância em minha vida, assim como as quatro primeiras citadas.

À funcionária da Embrapa e minha colega de mestrado Márcia Régia, pela sua disponibilidade sempre quando necessitei, pelo companheirismo, competência e apoio para a realização das análises.

Aos colegas da turma de mestrado, Afrânio, Aliciane, Aline, Andréa, Eli, Germana, Luiza, Mauro, Michele, Rodrigo e Wedja, pela ótima convivência e solidariedade durante todo o curso.

Aos amigos bolsistas e estagiários do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical: Adriana, Adriano, Alaís, Carol, Coremas, Denise, Deuzenir, Dijauma, Eliardo, Elizangela, Fátima, Hérica, Isabel, Josefranci, Jôze, Lígia, Luciana, Marcela, Mário, Melissa, Ovídio, Robson, Rafaela, Socorro, Suelane, Vlayrton e Da. Maria, pela convivência, pela disponibilidade de ajuda e pelo excelente ambiente de trabalho proporcionado.

Aos amigos bolsistas e funcionários do Laboratório de Frutos Tropicais da UFC: Aline, Ana Maria, Ana Paula, Ana Valquíria, Andréa, Daniele, Gabriela, Gerusa, Giovana, Hilda, Joélia, Leiliane, Paloma, Patrícia, Sandra, Tatiana e Vandira, pela ótima convivência e ajuda sempre que necessária no decorrer dos trabalhos.

Ao Cláudio por todos os momentos bons proporcionados desde antes minha aprovação na seleção desse curso e principalmente pela confecção do abstract. E a sua família que sempre vibraram com minhas vitórias e incentivaram-me a fazer esse curso, ajudando sempre quando precisei, principalmente seus pais, Sr. Hilton e Da. Maria, e sua irmã, Iara, apesar de todas as tribulações e dificuldades.

Ao secretário do curso de mestrado Paulo Mendes, por sua dedicação e paciência no decorrer do curso.

Ao funcionário dos Recursos Humanos da Embrapa Newton, pela oportunidade concedida do estágio e pela imensa paciência.

Á bibliotecária da Embrapa Rita de Cássia, pela ajuda nas referências.

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

RESUMO

A cajucultura tem grande importância na fruticultura brasileira, principalmente para o Nordeste, pois representa uma atividade econômica e social de grande expressão nessa região. Conforme estudos já realizados, o pedúnculo do cajueiro é rico em vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos. Além do potencial vitamínico, estes compostos conferem potencial antioxidante à polpa do caju. Com isso, esse experimento objetivou avaliar a qualidade e a atividade antioxidante total de pedúnculos de diferentes clones comerciais de cajueiro anão precoce desenvolvidos pela Embrapa Agroindústria Tropical, destinados ao comércio in natura e a indústria de transformação, através da caracterização física, química e físico-química, selecionando os clones que apresentaram os melhores resultados. Foram escolhidos dez clones, provenientes da Estação Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, localizada no município de Pacajus - CE: CCP 76, CCP 06, CCP 09, CCP 1001, BRS 189, BRS 226, BRS 265, BRS Bahia 12, Embrapa 50 e Embrapa 51. Sendo caracterizados quanto à: peso, tamanho, coloração, firmeza, pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), SS/AT, açúcares solúveis totais (AST), vitamina C, antocianinas totais, flavonóides amarelos, carotenóides totais, taninos condensados (TC), polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total (AAT). Os pedúnculos de cajueiro mostraram boa qualidade, de acordo com os atributos avaliados, apresentando uma variação entre os clones, que só não foi verificada na variável pH, onde não houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$), entre os tratamentos. Os clones que mais se destacaram foram o BRS 189 e o BRS Bahia 12, o primeiro, por apresentar boas características físicas, como a melhor firmeza, coloração mais atrativa, além de ser uma boa fonte de compostos bioativos como vitamina C, antocianinas totais e carotenóides totais, apresentando os maiores valores desses componentes. E o segundo, por possuir também uma boa firmeza e ser uma boa fonte de vitamina C e principalmente, por ser uma excelente fonte de polifenóis e apresentar a maior atividade antioxidante total, dentre os clones avaliados.

Palavras-chave: caju, clones, qualidade, compostos bioativos, atividade antioxidante total.

ABSTRACT

Cashew has big importance in Brazilian culture of fruits, principally in Northwest region, presenting very expressive social and economic activity. Accordingly to some studies cashew apple has a high vitamin C, carotenoids and phenolics compounds contents. More than vitaminic potential, these compounds have antioxidant potential to cashew pulps. This work aimed at to evaluate the quality and the antioxidant capacity of peduncles from different commercials clones of early dwarf cashew apple tree, developed by Embrapa Agroindústria Tropical, destined to in natura market and transformation industry, through of physical, chemistry and physical-chemical characterization, selecting the clones that presenting the best results. Ten clones, from Experimental Station of Embrapa Agroindustria Tropical, located in municipality of Pacajus-Ceara, were harvested: CCP-76, CCP-06, CCP-09, CCP-1001, BRS-189, BRS-226, BRS-265, BRS Bahia 12, Embrapa 50 and Embrapa 51. The clones were characterized to: weight, length, color, firmness, pH, soluble solids (SS), total acidity (TA), SS/TA, total soluble sugars (TSS), vitamin C, anthocianins, yellow flavonoids, total carotenoids, condensed tannins (CT), total extractable polyphenols (TEP) and total antioxidant capacity (TAC). The peduncle presented high quality, according with the evaluated attributes, presenting raised variation between the clones, don't being verified on pH parameter, without significative statistical difference ($p < 0,05$), between the treatments. The most detachable clones were BRS 189 and BRS Bahia 12. The first one presented good physical characteristics like the firmness, the most attractive color, being a high source of bioactive compounds like vitamin C, total anthocianins and total carotenoids, presenting the highest values in these compounds. The second one has a good texture and is a high source of vitamin C and is a excellent source of polyphenols and presenting the most value of total antioxidant capacity, between the evaluated clones.

Keywords: cashew, clones, quality, bioactivies compounds, total antioxidant capacity

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone CCP 76 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	45
FIGURA 2	Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone CCP 09 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE cultivados em regime de sequeiro.....	45
FIGURA 3	Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone BRS 189 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	46
FIGURA 4	Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone BRS 226 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	46
FIGURA 5	Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone BRS 265 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	47
FIGURA 6	Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone CCP 06 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	47
FIGURA 7	Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone CCP 1001 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	48
FIGURA 8	Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone BRS Bahia 12 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	48
FIGURA 9	Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone Embrapa 50 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	49
FIGURA 10	Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone Embrapa 51 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de	

	sequeiro.....	49
FIGURA 11	Estabilização do radical ABTS●+.....	56
FIGURA 12	Curva padrão de Trolox (µM).....	57
FIGURA 13	Peso do caju de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	60
FIGURA 14	Peso do pedúnculo de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	61
FIGURA 15	Peso da castanha de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	62
FIGURA 16	Diâmetro basal de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	64
FIGURA 17	Diâmetro apical de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	65
FIGURA 18	Comprimento de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	66
FIGURA 19	Luminosidade de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	67
FIGURA 20	Cromaticidade de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	68
FIGURA 21	Ângulo Hue de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	69

FIGURA 22	Globo colorimétrico (diagrama ângulo Hue).....	70
FIGURA 23	Firmeza de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	71
FIGURA 24	pH de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	73
FIGURA 25	Acidez Titulável de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	73
FIGURA 26	Sólidos Solúveis de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	75
FIGURA 27	Relação SS/ AT de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	76
FIGURA 28	Açúcares Solúveis Totais de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	78
FIGURA 29	Vitamina C de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	79
FIGURA 30	Carotenóides Totais de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	80
FIGURA 31	Antocianinas Totais de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	82
FIGURA 32	Flavonóides Amarelos de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE,	

	cultivados em regime de sequeiro.....	84
FIGURA 33	Taninos Condensados de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	85
FIGURA 34	Polifenóis Extraíveis Totais de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	86
FIGURA 35	Atividade Antioxidante Total de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.....	87

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Importância da Cajucultura.....	18
2.2 Melhoramento do Cajueiro	20
2.3 Qualidade do Pedúnculo	22
2.3.1 Aspectos Gerais	22
2.3.2 Características Físicas.....	23
2.3.2.1 Peso.....	24
2.3.2.2 Tamanho.....	25
2.3.2.3 Cor da Película	25
2.3.2.4 Firmeza da Polpa	27
2.3.3 Características Físicos-químicas	28
2.3.3.1 Sólidos Solúveis	28
2.3.3.2 Acidez Titulável e pH.....	28
2.3.3.3 Relação SS/ AT	29
2.3.3.4 Açúcares Solúveis Totais	30
2.3.4 Características Químicas e Funcionais	31
2.3.4.1 Vitamina C	31
2.3.4.2 Carotenóides Totais	32
2.3.4.3 Compostos Fenólicos Totais.....	33
2.3.4.4 Antocianinas Totais e Flavonóides Amarelos da Película	33
2.3.4.5 Taninos Condensados	34
2.4 Atividade Antioxidante.....	35
2.4.1 Aspectos Gerais	35
2.4.2 Atividade Antioxidante Total.....	39
2.4.3 Métodos para Avaliação.....	40
3. MATERIAL E MÉTODOS	44
3.1 Material	44
3.1.1 Origem e Localização do Pomar	44
3.1.2 Condução do Experimento	44

3.2 Métodos	50
3.2.1 Determinações Físicas	50
3.2.1.1 Peso	50
3.2.1.2 Diâmetros e comprimento	51
3.2.1.3 Coloração.....	51
3.2.1.4 Firmeza	51
3.2.2 Determinações Físico-químicas.....	51
3.2.2.1 pH	51
3.2.2.2 Sólidos Solúveis	52
3.2.2.3 Acidez Titulável	52
3.2.2.4 Relação SS/ AT	52
3.2.2.5 Açúcares Solúveis Totais.....	52
3.2.3 Determinações Químicas.....	53
3.2.3.1 Vitamina C	53
3.2.3.2 Carotenóides Totais	53
3.2.3.3 Antocianinas Totais e Flavonóides Amarelos	53
3.2.3.4 Polifenóis Extraíveis Totais	54
3.2.3.5 Taninos Condensados	55
3.2.4 Atividade Antioxidante Total	55
3.3 Análise Estatística e Delineamento Experimental	58
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4.1 Determinações Físicas	59
4.1.1 Peso Total	59
4.1.2 Peso do Pedúnculo	60
4.1.3 Peso da Castanha	62
4.1.4 Tamanho	63
4.1.4.1 Diâmetro Basal	63
4.1.4.2 Diâmetro Apical	65
4.1.4.3 Comprimento	66
4.1.5 Coloração	67
4.1.5.1 Luminosidade	67
4.1.5.2 Cromaticidade	68
4.1.5.3 Ângulo Hue	69

4.1.6 Firmeza	71
4.2 Determinações Químicas e Físico-Químicas	72
4.2.1 pH e Acidez Titulável	72
4.2.2 Sólidos Solúveis	74
4.2.3 Relação SS/ AT.....	76
4.2.4 Açúcares Solúveis Totais	77
4.2.5 Vitamina C	79
4.2.6 Carotenóides Totais	80
4.2.7 Antocianinas Totais.....	81
4.2.8 Flavonóides Amarelos	83
4.2.9 Taninos Condensados	84
4.2.10 Polifenóis Extraíveis Totais	85
4.3 Atividade Antioxidante Total	87
4.4 Correlação entre os Compostos Bioativos e a Atividade Antioxidante Total	88
5. CONCLUSÕES	92
6. REFERÊNCIAS	93
APÊNDICES	104

1. INTRODUÇÃO

Em todo o mundo observa-se um aumento destacado no consumo de frutas. A fruticultura ocupa no Brasil uma área de 2,3 milhões de hectares (SIMARELLI, 2006), com uma produção que atingiu 35 milhões de toneladas em 2006, contribuindo de forma decisiva para o PIB nacional, sendo o Brasil considerado hoje, o terceiro maior produtor mundial, perdendo apenas para China e Índia (FAO, 2006). A balança comercial de frutas frescas fechou em 2006 com US\$ 480 milhões para exportações (SRB, 2007) contra US\$ 440 milhões em 2005 (ANUÁRIO, 2006).

O agronegócio representa o segmento mais significativo da indústria brasileira, correspondendo a 34% do Produto Interno Bruto (PIB) e sendo responsável por 42% das exportações brasileiras. A produção de frutas e hortaliças tem contribuído de modo significativo para esse crescimento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A fruticultura é um dos setores que apresenta tendência de crescimento para os próximos anos. Com isso o mercado mundial de frutas tem acelerado nos últimos anos em função das crescentes vantagens que a ciência tem apontado em relação à utilização destes alimentos, no que diz respeito às vitaminas, sais minerais, fibras, baixos níveis de calorias (MOURA, 2004).

O extenso território brasileiro, caracterizado por variadas condições climáticas e por distintos tipos de solos, apresenta uma produção agrícola extremamente diversificada, que confere ao país o título de principal produtor mundial de vários mercados. A fruticultura, apesar de ocupar cerca de 5% das áreas cultivadas no país e exportar apenas 1% de sua produção na forma de frutas frescas, é uma das atividades capazes de assegurar ao Brasil um percentual significativo do volume de produção global (FIGUEIREDO, 2000).

A cajucultura tem grande destaque na fruticultura brasileira, principalmente para o Nordeste, pois representa uma atividade econômica e social de grande expressão nessa região. Cavalcanti Júnior. et al. (2002) cita que a área ocupada com cajueiro no Brasil corresponde a aproximadamente 700.000 ha, sendo a região Nordeste responsável por mais de 99% da área colhida e da produção nacional. As condições climáticas do Nordeste, com predominância de alta luminosidade, elevadas temperaturas e baixa umidade, favorecem a produtividade e a qualidade da produção de fruteiras tropicais. Essas condições proporcionam às plantas maior acúmulo de carboidrato e melhor ajuste nos processos fisiológicos de maturação.

Os Estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte possuem em torno de 88% da área cultivada no País. Nestes lugares a cajucultura destaca-se, no contexto sócio-econômico, pelos valores nutritivos e comerciais dos seus produtos, que garantem uma expressiva renda (SIMÕES et al., 2001).

Além do aspecto econômico, os produtos derivados do caju apresentam elevada importância nutricional, possuindo de 156 a 387mg de vitamina C; 14,7mg de cálcio; 32,55mg de fósforo e 0,575mg de ferro por 100mL de suco. Mesmo assim, o aproveitamento do pedúnculo do cajueiro para consumo in natura ou processamento industrial não atinge 6% da produção (BARROS et al., 1993).

Embora o pedúnculo represente fonte rica em suco nutritivo, sua aceitação fora do Brasil tem sido reduzida em função da elevada adstringência, sendo um dos maiores obstáculos contra a expansão do mercado.

Com o intuito de mudar esse quadro, surgiu o desenvolvimento de clones de cajueiro anão precoce, que além de buscar a obtenção de plantas de baixo porte que viessem a facilitar a colheita e minimizar as perdas pós-colheita por quedas dos frutos, visa também à obtenção de pedúnculos dentro das expectativas e exigências dos consumidores e industriais, como menor adstringência, alcançando assim, um aumento no uso e no consumo do pedúnculo em diversos países, proporcionando também vantagens evidentes na melhoria da saúde e do bem-estar da população proporcionadas pelos constituintes benéficos que o mesmo possui. No Brasil, o melhoramento genético do cajueiro anão precoce iniciou-se com a introdução de plantas no Campo Experimental de Pacajus, em 1965, seguido de seleção fenotípica individual com controle anual da produção, clonagem e avaliação clonal (PAIVA e BARROS, 2004). O programa de melhoramento foi intensificado e, de 1983 a 2005 diversos clones de cajueiro anão precoce foram lançados, destacando-se entre eles os clones: CCP 76, CCP 06, CCP 09, CCP 1001, BRS 189, BRS 226, BRS 265, BRS Bahia 12, Embrapa 50 e Embrapa 51.

As frutas de um modo geral desempenham papel importante e até fundamental na dieta da população dos trópicos, uma vez que fornecem vitaminas, carboidratos e minerais essenciais, representando assim fonte para uma boa nutrição humana (AGUILLERA e ARIAS, 1992). As recomendações de dietas para a obtenção de uma vida saudável são unânimes quanto à inclusão de frutas frescas e sucos de frutas, cujos benefícios tradicionalmente atribuídos à vitamina C, pela sua função de antioxidante natural, tida como capaz de fortalecer o sistema imunológico e combater os radicais livres envolvidos nos processos degenerativos celulares.

Conforme trabalhos de pesquisa desenvolvidos pela Embrapa e por outras instituições de pesquisa, o pedúnculo do cajueiro é rico em vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos. Além do potencial vitamínico, estes compostos conferem potencial antioxidante à polpa do caju. Esta propriedade biológica está associada à prevenção de doenças crônico-degenerativas, que avançam a cada ano, superando estatísticas e preocupando as lideranças governamentais da área de saúde. A necessidade de aumento do consumo de frutas tem sido uma recomendação crescente da ONU, visando a prevenção do desenvolvimento dessas doenças.

Agostini-Costa et al. (2006) citam que de acordo com resultados de pesquisas realizadas no Brasil, pela Embrapa, e fora do Brasil, o pedúnculo do caju é um forte candidato para acrescentar saúde, além de sabor na mesa tropical.

Apesar do exposto, ainda não existem informações disponíveis sobre a atividade antioxidante total de pedúnculos de clones comerciais de cajueiro anão precoce. Desta forma, este trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade e a atividade antioxidante total de pedúnculos de clones comerciais de cajueiro anão precoce, desenvolvidos pela Embrapa Agroindústria Tropical. Selecionando dentre os materiais genéticos aqueles que possuem as melhores características para o consumo in natura e/ou processamento industrial, identificando os que apresentam uma maior ação antioxidante total, para inclusão na alimentação como fator de proteção da saúde.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da Cajucultura

O Brasil representa a terceira maior potência mundial em volume de produção de frutas (FAO, 2006), mas a qualidade de nossos produtos não atende plenamente às exigências dos consumidores, especialmente quando se visa à exportação (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Atualmente a fruticultura, além de tratar da aplicação de técnicas e práticas que reduzem o custo da produção dos pomares comerciais, proporciona também um maior aproveitamento das frutas para o consumo in natura e para a indústria de transformação.

De acordo com Oliveira (2002) o Brasil possui as chamadas culturas regionalizadas. No caso do Nordeste, as frutas que possuem maior destaque são o melão e o caju. Para a região Nordeste a importância do caju é ainda maior, porque os empregos do campo são gerados na entressafra das culturas tradicionais como milho, feijão e algodão, reduzindo, assim, o êxodo rural.

A modernização da agricultura, o crescimento econômico, a intensa urbanização e a diversificação da pauta das importações brasileiras têm provocado mudanças e novos hábitos de consumo de alimentos, em convivência com costumes regionais e culturalmente adaptados aos consumidores no Brasil. Atualmente, a cesta básica de 32 frutas mais disseminada em todo o país possui laranja, banana e maçã, sendo esta última incorporada recentemente ao hábito alimentar da população de baixa renda. O território extenso do Brasil, com sua elevada diversificação de clima e tipos de solos é propício a uma produção extremamente variada na agricultura, incluindo-se nessa diversidade, o caju (MOURA, 2004).

A agroindústria de caju na região Nordeste tem relevante importância sócio-econômica para o país em função da exploração de aproximadamente 700.000 ha de cajueiros, que mobilizam no campo cerca de 280 mil pessoas e proporcionam uma produção de 217.062 toneladas (ton.) de castanha e 2 milhões de ton. de pedúnculos por ano. A matéria-prima castanha alimenta um parque industrial formado por cerca de doze fábricas de grande porte e dezenas de mini-fábricas, responsáveis pela obtenção da amêndoa de castanha de caju (ACC) destinada, na maior parte, para exportação, gerando divisas da ordem de US\$ 143 milhões anuais (OLIVEIRA e ANDRADE, 2004).

O cajueiro destaca-se dentre as espécies frutíferas nativas do Nordeste, pois possui elevada potencialidade para o consumo in natura e para o processamento industrial. Diversos são os produtos obtidos a partir do pedúnculo do cajueiro, dentre eles os sucos, refrigerante gaseificado, cajuína, doces, geléias, néctares, farinhas e bebidas alcoólicas. Produtos que podem ser industrializados, sendo o Brasil, o país pioneiro e líder de seu aproveitamento.

Moura (1998) comenta que o pedúnculo do cajueiro é muito pouco aproveitado desde o surgimento das primeiras plantações, na década de 70, mesmo com as tecnologias desenvolvidas para o seu aproveitamento. Um dos problemas está no fato do pedúnculo ser muito delicado, pois sua película fina se deteriora com facilidade, o que dificulta o transporte e a comercialização. Por isso, o mercado interno é restrito e praticamente não existe exportação. Com o pedúnculo que é desperdiçado no Brasil, daria para fornecer um copo de suco para 10 milhões de pessoas todos os dias do ano.

O Brasil, atualmente, está entre os três países, à frente da linha de produção de castanha de caju do mundo, ao lado da China e do Vietnã, detendo esses países 96% da exportação mundial da castanha de caju (CAJUCULTURA, 2007). No Ceará a castanha de caju e seus derivados ficaram em 2º lugar na pauta de exportações com US\$ 140.515,788 de acordo com dados do Centro Internacional de Negócios (CIN) da Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC) (FIEC, 2007). A importância do cajueiro reside não só no aproveitamento da ACC, considerada uma das nozes preferidas no mercado, mas também na utilização do pedúnculo. Vale ressaltar que o Brasil é o único país do mundo que possui tecnologia, experiência e hábito de consumo, nas diferentes formas, o que é uma oportunidade a mais para a diversificação do negócio caju, sendo assim, o Brasil é pioneiro e líder no aproveitamento do pedúnculo de caju (AGOSTINI-COSTA et al., 2003).

O maior aproveitamento do pedúnculo, possibilitado pelos clones de cajueiro anão precoce, levou algumas empresas a diversificarem suas atividades. Uma empresa cearense, por exemplo, aproveita 50% do pedúnculo despachando-o para o mercado de mesa. O restante segue para o processamento de polpas e sucos e, como a castanha não é necessária nesse caso, segue para o beneficiamento.

Mesmo com sua importância socioeconômica, a cajucultura nordestina vem atravessando um período crítico, motivado pelos constantes decréscimos de produtividade, causado pelo modelo exploratório extrativista. A heterogeneidade dos plantios comerciais existentes, a não

adoção de uma tecnologia agrônômica orientadora, vem comprometendo todo o processo de fabricação, com baixos índices de produtividade, por volta de 220kg/ha (OLIVEIRA, 2002).

Moura (2004) comenta que com o advento do cajueiro anão precoce e da irrigação localizada, esta realidade começa a mudar, sendo obtidas produtividades superiores a 3.000kg de castanha por hectare, com pomares recebendo tratamento dado à moderna fruticultura, possibilitando assim o aproveitamento de até 50% do caju de mesa (pedúnculo para consumo in natura), cujo mercado está se consolidando na região Sudeste do país, graças à difusão de clones de cajueiro anão precoce, estados como Mato Grosso do Sul e São Paulo, vêm se interessando pela cultura.

É importante destacar que o produto principal explorado até o início dos anos 50, para a comercialização era a castanha, enquanto que o pedúnculo era subutilizado. Havendo a partir de então, a valorização da industrialização do pedúnculo do cajueiro, o qual oferece uma gama diversificada de produtos derivados, como sucos, doces, geléias, cristalizados, bebidas (cajuína, refrigerante gaseificado), glacê, dentre outros, graças ao trabalho de melhoramento genético, que vem lançando diversos clones desde 1983, destinados à exploração do pedúnculo para consumo in natura e para a indústria de transformação (MOURA, 2004).

2.2 Melhoramento do Cajueiro

As pesquisas na área de melhoramento genético priorizam atender às demandas atuais da cajucultura, com enfoque num maior aproveitamento do pedúnculo. Isso envolve um conjunto de procedimentos com fundamentação científica, cujo objetivo é alterar as características dos cultivares, de modo que os novos materiais obtidos possibilitem aumento na produtividade e qualidade do produto final, a um menor custo e de uma forma mais duradoura (MOURA, 2004), levando vantagens na melhoria de saúde e bem-estar da população, sendo feito a partir do emprego de clones de cajueiro anão precoce, que permitem também melhoria da qualidade da castanha para a indústria pelo cultivo dentro de modernas e adequadas técnicas de produção (MOURA, 1998).

Os trabalhos de melhoramento com cajueiro foram iniciados no Ceará em 1965, a partir da seleção e controle de produção de cajueiros comum e anão-precoce, e da determinação das características físicas e químicas de castanha e pedúnculo dos tipos mais promissores. A partir de

1975, o programa de melhoramento com cajueiro foi intensificado, resultando em 1982 na instalação do campo de multiplicação da matriz CCP 76 e o jardim clonal de cajueiros anões precoces. Em 1983, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE), lançou os clones dos cajueiros de Pacajus CCP 06 e CCP 76. Em 1987, houve ampliação das áreas de multiplicação dos clones CCP 76 e CCP 06, formando campos de jardim clonal, sendo lançados os clones CCP 09 e CCP 1001, que apresentavam produtividade média superior em até 3,5 vezes à do cajueiro comum, além das vantagens de uniformização do peso da castanha/amêndoa e pedúnculo e do porte reduzido da planta. Além desses foram lançados também os clones CL 49, COPAN BL 221, 246, 265, 295, Embrapa 50 e 51 e EPACE 2001 (FIGUEIREDO, 2000), BRS 189 e 226 (PAIVA e BARROS, 2004) e BRS Bahia 12 que foi lançado pela Embrapa Agroindústria Tropical em parceria com a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S. A. (EBDA) em dezembro de 2004 (TODA FRUTA, 2004). E o clone BRS 265 (Pacajus), em 2005, foi recomendado para o plantio comercial de sequeiro no Estado do Ceará e regiões similares (EMBRAPA, 2005).

O pedúnculo que representa cerca de 90% do peso do caju, cujo aproveitamento, até meados dos anos 90, não ultrapassava 5% da produção, vem se tornando, aos poucos, importante segmento da agroindústria do caju. Verifica-se um crescente aumento das vendas, apontando para conquista de novos mercados com a oferta de 30 produtos derivados, dos quais se destaca o suco integral, o mais vendido no país, doces, refrigerante e cajuína, um suco puro clarificado bastante consumido no Estado do Ceará. Entre os fatores responsáveis por essa tendência, pode-se destacar a expansão do consumo do pedúnculo in natura, viabilizado com o cultivo de clones melhorados e tecnologias pós-colheita, atraindo novos e importantes mercados (PAIVA e BARROS, 2004).

O sucesso no cultivo do cajueiro, nos diferentes ecossistemas em que tem sido introduzido, depende de sistemas de produção que incluam fundamentalmente genótipos adaptados às condições de clima e solos locais, razão pela qual cabe ao melhoramento genético importante papel na viabilização econômica da cultura, independente do ambiente onde for explorado, pela geração de clones que possibilitem produtividade que remunere adequadamente o setor produtivo, e frutos com qualidade para atender as necessidades do setor industrial que, por sua vez, tem que atender às exigências do mercado consumidor (SILVEIRA, 2004).

Apesar do aumento de produtividade do cajueiro anão em relação ao comum, um problema se tornou preocupante: a desuniformidade dos pomares, que tem acarretado grande

variação no principal caráter agrônômico, que é a produção, com valores médios muito baixos do potencial da espécie (FIGUEIREDO, 2000).

O aproveitamento do pedúnculo para o consumo in natura, seguindo os princípios da fruticultura moderna para maior aproveitamento dos produtos obtidos, eleva a exploração do pedúnculo para comercialização à condição de produto principal e da castanha à de produto secundário, devido sua boa aceitação pelos consumidores (MOURA, 2004).

2.3 Qualidade do Pedúnculo do Cajueiro

2.3.1. Aspectos Gerais

A qualidade não é um atributo único bem definido e sim, um conjunto de muitas propriedades ou características peculiares de cada produto. Engloba propriedades sensoriais (aparência, firmeza, sabor, aroma), valor nutritivo e multifuncional decorrentes dos componentes químicos, propriedades mecânicas, bem como a ausência ou a presença de defeitos do produto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A qualidade de um produto agrícola (fruto ou hortaliça) pode ser definida por meio de critérios que incluem propriedades nutricionais (vitaminas, proteínas, carboidratos, etc.), condições higiênicas (dentro dos padrões microbiológicos, baixos componentes tóxicos, etc.), propriedades tecnológicas (capacidade de armazenamento) e sensoriais (aparência, flavor, firmeza, etc.) (ALMEIDA, 2002). Quando se conhece o critério que caracteriza a qualidade de um produto utilizam-se métodos de mensuração que variam desde técnicas instrumentais avançadas até análise sensorial (MENEZES, 1996).

Os consumidores são conscientes da qualidade nutricional dos frutos frescos, pois são fontes de energia, vitaminas, minerais, fibras e muitos outros compostos que aumentam a qualidade de vida daqueles que os consomem, com isso precisa assegurar-se de que um produto de boa qualidade chegue às suas mãos. As limitações para os frutos exóticos atingirem o mercado com qualidade têm sido atribuídas a vários fatores tais como condições climáticas desfavoráveis, técnicas de transporte e manuseio e valor nutritivo.

Estudos recentes têm procurado identificar, entre outros parâmetros, quais os atributos que uma fruta deve reunir para atender os desejos dos consumidores e qual a confiabilidade nas

fontes de informações sobre as frutas que são consideradas, pois o mercado exige uniformidade do produto. Pedúnculos de formas, cores e tamanhos diferentes no mesmo lote não são aceitos (MOURA, 2004).

A qualidade difere entre cultivares de uma mesma espécie, de acordo com a origem e condições de produção. Também se modifica com o armazenamento, a comercialização e a forma de utilização do produto. Os produtos frutícolas devem sempre apresentar boas características de qualidade não só quando se destinam ao comércio in natura, bem como ao processamento, embora as características para avaliação da qualidade nem sempre sejam as mesmas (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O pedúnculo do cajueiro tem constituição delicada e é extremamente perecível. A rápida deterioração do pedúnculo é um problema que exige maior atenção da pesquisa, no sentido de sugerir alternativas de aproveitamento, a fim de evitar as excessivas perdas no campo e na indústria (PINTO, 1999).

Para o pedúnculo destinado ao consumo in natura, a qualidade relaciona-se, principalmente, aos seguintes aspectos: teor de açúcar na polpa, adstringência, coloração externa, formato e firmeza, sendo este último bastante importante para a determinação de um maior período de conservação do produto. Já para a industrialização, a qualidade do pedúnculo relaciona-se, principalmente, aos aspectos sensoriais (cor, “flavor”), à firmeza e ao valor nutricional.

De acordo com Moura Fé et al. (1972), a importância de estudar a caracterização química, física e físico-química do pedúnculo do cajueiro proveniente de diferentes clones, decorre da grande participação deste produto, no processo de desenvolvimento da agricultura de frutos tropicais no Nordeste brasileiro e do crescente mercado não só para o consumo in natura, como também para a indústria de transformação, obtendo diversos produtos derivados de elevada importância econômica, nutricional e até funcional.

2.3.2. Características Físicas

As características físicas, como coloração, peso, forma, dentre outras, são de fundamental importância para uma boa aceitação do produto por parte do consumidor. Com a grande variabilidade genética existente, faz-se necessário selecionar pedúnculos de clones de cajueiro

que atendam às exigências de comercialização e industrialização, já que neste caso os atributos qualitativos são mais importantes do que os quantitativos (PAIVA et. al., 1998).

2.3.2.1 Peso

O peso correlaciona-se bem com o tamanho do produto e constitui uma característica varietal. Ao atingirem o pleno desenvolvimento, as frutas devem apresentar peso variável dentro dos limites típicos da cultivar, os quais são bastante flexíveis (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Os produtos com peso padronizados são mais fáceis de serem manuseados em grandes quantidades, pois apresentam perdas menores, produção mais rápida e melhor qualidade.

Paiva et al. (1998) citam que os consumidores preferem os pedúnculos com pesos variando de 100 a 140g. De acordo com Filgueiras et al. (1999), a classificação é feita com base no número de cajus por bandeja, que usualmente varia de 4 a 8, correspondendo a um peso de 500 a 600g, sendo os tipos 4 e 5 os mais preferidos pelos consumidores.

Moura et al. (2001) obtiveram pesos médios para os cajus, em estudo com nove clones, variando de 91,72 a 150,82g. Gomes et al. (2006) trabalhando com sete clones encontraram os maiores valores de peso de caju para os clones CCP 76, BRS 189 e Embrapa 51, 155,23; 143,12 e 134,69g, respectivamente.

Em estudos realizados com diferentes clones de cajueiro anão precoce por Moura (1998), Pinto (1999) e Gomes et al. (2006), o peso do pedúnculo variou de 65,01 a 145,74g; 80,27 a 145,68g e 74,97 a 154,21g, respectivamente.

Para a castanha, Pinto et al. (1997) encontraram valores entre 7,66 e 11,34g. Moura (1998) obteve uma amplitude de 7,90 a 10,46g. Gomes et al. (2006) encontraram valores de peso de castanha bem superior, variando de 10,52 a 13,40g, sendo as amêndoas destas últimas consideradas todas do tipo SLW (Special Large Whole), que são obtidas a partir de castanhas com peso superior a 10g.

2.3.2.2 Tamanho

O tamanho e a forma são atributos importantes, pois a variação entre as unidades individuais de um produto pode afetar a escolha pelo consumidor; as práticas de manuseio; o potencial de armazenamento; a seleção de mercado e o destino final – consumo in natura ou industrialização. O tamanho é avaliado pelas dimensões: diâmetro transversal (largura) e diâmetro longitudinal (comprimento); pelo peso ou volume (gravidade específica); e a forma pela relação entre os diâmetros ou por outras características peculiares da espécie ou cultivar (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O tamanho do fruto constitui um parâmetro de destacada importância, em função da preferência do consumidor para determinados tamanhos de matéria-prima para consumo in natura (FIGUEIREDO, 2000).

Para o pedúnculo do cajueiro o tamanho se relaciona a três medidas: diâmetro basal (próximo a castanha), diâmetro apical e comprimento. Conforme Pinto (1999), o diâmetro basal variou de 48,7 a 59,6mm. Gomes et al (2006) encontraram os maiores valores para os clones CCP 76, BRS 189, Embrapa 50 e Embrapa 51, respectivamente, 58,1; 57,6; 54,7 e 54,7mm.

Para o diâmetro apical, Moura (1998) obteve valor médio de 44,87mm. Gome et al. (2006) obtiveram os maiores valores para os clones BRS 189, CCP 76 e CCP 09, 47,7; 46,6 e 42,8mm, respectivamente.

Para o comprimento, Moura (1998) obteve como média geral 70,47mm, onde o clone que apresentou maior valor foi o END 157, com comprimento de 84,04mm. De acordo com a literatura a faixa de comprimento para o pedúnculo do cajueiro está entre 30 e 200 mm (PAIVA et al., 1998).

2.3.2.3 Cor da película

O uso da luz para avaliação da qualidade de um produto tem sido um considerável avanço devido à quantidade de informações conseguidas e principalmente o caráter não destrutivo dessa análise (KAYS, 1991).

No uso do colorímetro, são considerados parâmetros como claridade ou brilho representado pela luminosidade (L), ângulo Hue ($^{\circ}$ Hue) e cromaticidade ou intensidade de cor (C) (COCOZZA, 2003).

A cor é um dos mais importantes atributos do alimento, sendo a seleção ou julgamento da qualidade extremamente difícil se esta for removida, pois é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor. Os produtos de cor forte e brilhante são os mais preferidos pelo mesmo (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

As cores das frutas se devem aos pigmentos naturais existentes. Portanto, para conseguir a aceitação desejada, é essencial conhecer os pigmentos em questão. Três tipos de pigmentos ocorrem nos vegetais, sendo eles: a clorofila, os carotenóides e as antocianinas. Portanto, a coloração das frutas e hortaliças é resultante desses pigmentos e a variação na cor entre as variedades de uma mesma espécie é usualmente devida às diferenças nas quantidades desses pigmentos (SOUZA, 2007).

De acordo com Wait e Jamielson (1986) a cor dos pedúnculos de cajueiro pode variar de vermelho claro ao amarelo claro, ocorrendo muitas gradações entre essas cores.

A mudança da cor é associada ao amadurecimento, e representa um atributo padrão, juntamente com a firmeza, para a determinação da qualidade comestível, sendo ambos usados, como indicadores de estágio de maturação, conforme Chitarra e Chitarra (2005). No pedúnculo do cajueiro evidenciamos uma queda acentuada no conteúdo de clorofila, paralelo a um aumento gradual nos teores de carotenóides e antocianinas totais durante o desenvolvimento e maturação. Observa-se uma síntese lenta no teor de antocianinas nos três primeiros estádios, para praticamente dobrar o teor no estágio quatro e atingir o máximo no estágio sete (MOURA, 2004). O rápido acúmulo destes pigmentos nos estádios finais de maturação proporciona uma aparência atrativa, característica do pedúnculo maduro (FIGUEIREDO, 2000).

A avaliação da cor de pedúnculos de clones de cajueiro feita por Moura et al. (2001) demonstraram que apenas o clone CCP 09 apresentou coloração inferior ao CCP 76, os demais tiveram cor bem mais intensa. Estando esses resultados de acordo com o apresentado por Pinto et al. (1997), que também encontraram uma coloração para o CCP 09 inferior à do CCP 76. Sendo esses resultados também confirmados pela avaliação da película (antocianinas), realizada também por estes últimos autores.

2.3.2.4 Firmeza da polpa

Um atributo de qualidade limitante para a aceitação de produtos frutícolas é a firmeza. Apesar de estudos relacionando características sensoriais e mecânicas datarem da década de 60, pesquisas sobre a influência da firmeza nas propriedades químicas e sensoriais de produtos frutícolas só tiveram início com os trabalhos de Bourne (1982). 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, essas manifestações sensoriais causadas pelas propriedades estruturais e mecânicas denominadas mais usualmente de firmeza.

A firmeza representa uma das mais importantes características físicas, uma vez que frutos com firmeza mais elevada sugerem, assim, 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. Frutas e hortaliças destinadas ao processamento devem ser firmes o suficiente para suportar os tratamentos térmicos, conforme Chitarra e Chitarra (2005).

Em estudos realizados por Moura (1998) e Pinto (1999) com diferentes clones, foram obtidos os valores de 4,94 a 7,42N e 7,78 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.

Figueiredo (2000) encontrou para o clone CCP 76, valor de firmeza de 17N, após aplicação de cloreto de cálcio, sendo observado pelo mesmo autor um aumento de 4,38% na firmeza, em relação ao início do armazenamento. Já Moura (2004) obteve valor de 4,18N para a firmeza desse mesmo clone.

2.3.3. Características Físico-Químicas

2.3.3.1 Sólidos Solúveis (SS)

Os sólidos solúveis (SS), expressos em °Brix estimam a quantidade de sólidos solúveis presentes nos frutos, incluindo, principalmente, açúcares solúveis, além de ácidos orgânicos, pectinas e sais. Sua determinação normalmente é feita com o objetivo de se ter uma estimativa da quantidade de açúcares presentes em frutos, medidos através de refratômetro (COCOZZA, 2003).

Indicam a quantidade de sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa de frutas, tendo tendência de aumento com o grau de maturação, podem ser medidos no produto ainda no campo ou na indústria, com auxílio de um refratômetro.

Os açúcares chegam a constituir de 85 a 90% dos sólidos solúveis, sendo variáveis com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima. As matérias-primas serão tanto melhores para a industrialização quanto maiores forem os teores de SS (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Maia et al. (2004) obtiveram valores de SS para os clones CCP 76, CCP 1001 e CCP 06 de respectivamente, 10,76; 10,04 e 9,74 °Brix. Moura (2004) determinou para o clone CCP 76 12,22 °Brix. Figueiredo (2000) obteve 12,74 °Brix para o clone CCP 76.

2.3.3.2 Acidez Titulável (AT) e pH

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

O pH mede a quantidade de íons hidrogênio no suco, representando o inverso da concentração de íons hidrogênio (H^+) em um dado material, sendo sua determinação realizada com auxílio de papel indicador ou de potenciômetro (peagâmetro) (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Enquanto a acidez titulável mede a percentagem de ácidos orgânicos, variando estes com a espécie (FIGUEIREDO, 2000).

A acidez é geralmente determinada por titulometria, ou por potenciometria. O ácido que predomina no pedúnculo do caju é o málico, assim como em outros frutos, tais como maçã, banana, ameixa e pêra. Outro ácido orgânico de importância no pedúnculo do cajueiro é o ácido cítrico (MENEZES e ALVES, 1995), havendo também outros ácidos presentes em diversos frutos, como o tartárico, o oxálico e o succínico, conforme Chitarra e Chitarra (2005).

Com o amadurecimento, a acidez diminui até atingir um conteúdo tal que, juntamente com o açúcar, dá a fruta o seu sabor característico, que varia com a espécie, segundo Figueiredo (2000). A acidez titulável em pedúnculos de cajueiro, de acordo com Maia et al. (1971), varia entre um máximo de 0,40% no início do desenvolvimento, para um mínimo de 0,27% em ácido málico, para pedúnculos completamente maduros. Esta diminuição também foi observada por Alves et al. (1999), em estudo realizado com o clone CCP 76, cujos teores variaram de 0,40 a 0,21% de ácido málico para pedúnculos verdes e maduros, respectivamente.

Gomes et al. (2006) obtiveram valores oscilando de 0,19 a 0,23%. Damasceno Jr. e Bezerra (2002) determinaram valores em torno de 0,28%. Souza et al. (2001) obtiveram 0,23% de acidez. Moura (1998) obteve para os clones CCP 76, CCP 09, Embrapa 51 e BRS 189 os valores de 0,28; 0,38; 0,33 e 0,40%, respectivamente.

Para o pH praticamente não há variação no suco de caju, mesmo durante a maturação esse valor pouco é modificado, conforme Figueiredo (2000). Maia et al. (1971) encontraram valor de 4,37 para pedúnculos em início de desenvolvimento e 4,13 para os completamente maduros.

Moura (1998) trabalhando com nove clones de cajueiro anão precoce encontrou uma faixa de pH que variou de 4,10 a 4,64, sendo esta variação a normalmente encontrada para esta espécie. Alves et al. (1999) trabalhando com o clone CCP 76, em sete estádios de desenvolvimento, não encontraram mudanças significativas no pH durante a maturação.

2.3.3.3 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.

Diversos pesquisadores observaram aumento gradual da proporção SS/AT no decorrer do processo de desenvolvimento e maturação do pedúnculo do cajueiro (MAIA et al., 1971; ALVES, et al., 1999). Essa relação é um dos índices mais usados para avaliar o grau de doçura, posto que além de indicar o sabor dos mesmos, através do balanço açúcares/ácidos, pode estabelecer níveis de SS e AT para que se determine o ponto ótimo de colheita. No caso do pedúnculo do cajueiro, segundo Alves et al. (1999), o máximo de qualidade comestível ocorre quando o pedúnculo está completamente maduro, coincidindo com a alta relação SS/AT, ocasião em que é colhido (FIGUEIREDO, 2000).

Moura (1998) determinou para os clones CCP 76, CCP 09, Embrapa 51 e BRS 189 os valores de 46,28; 29,93; 32,13 e 33,33 em estudo realizado com nove clones. Pinto (1999), trabalhando com onze clones, obteve valores médios de 33,02 e 54,10, para os mesmos pedúnculos dos clones colhidos nos anos de 1996 e 1997, respectivamente. Moura (2004) obteve o maior grau de doçura para o clone END 183, que apresentou valor de 38,75.

2.3.3.4 Açúcares Solúveis Totais (AST)

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 adequadamente compondo os 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).

Figueiredo (2000) cita que esse acréscimo é atribuído, principalmente, a hidrólise do amido, acumulado durante o crescimento do fruto na planta. Aumento gradual de sólidos e açúcares solúveis tem sido observado em pedúnculos de cajueiro ao longo de sua maturação (MAIA et al., 1971; ALVES et al., 1999).

No pedúnculo do cajueiro, os principais açúcares encontrados são: maltose, sacarose, glicose, frutose, celebiose e rafinose. Sendo a glicose o principal açúcar presente, seguido da frutose (FIGUEIREDO, 2000).

Em trabalhos realizados por diversos autores, verifica-se a ocorrência de uma variação no teor de açúcares solúveis totais no pedúnculo de cajueiro de 6,90 a 15,81% (MOURA, 1998). No pedúnculo maduro, os açúcares redutores são predominantes, enquanto os não-redutores apresentam-se em proporção muito pequena (MAIA et al., 1971).

Maia et al. (2004) obtiveram para os clones CCP 76, CCP 1001 e CCP 06 os teores de açúcares solúveis totais de 8,74; 9,67 e 8,55%, respectivamente em estudo com esses três clones.

2.3.4. Características Químicas e Funcionais

2.3.4.1 Vitamina C

A vitamina C não é sintetizada pelo organismo humano, sendo indispensável a sua ingestão mediante a dieta (AGUIAR, 2001). Considerada como uma substância com grande significado para a nutrição humana, presente em frutas, conforme Silva (2007), onde algumas são consideradas fontes excepcionais, destacando-se a acerola (1,0 a 1,8%), a goiaba e o caju (0,2 a 0,3%).

Essa desempenha várias funções biológicas relacionadas ao sistema imune, formação de colágeno, absorção de ferro, inibição da formação de nitrosaminas e ação antioxidante, segundo Vannuchi e Jordão Júnior (1998), além de facilitar o uso do cálcio na construção dos ossos vasos sanguíneos (WTCD/AICR, 1997).

Os valores mais altos de vitamina C no caju são alcançados no final do amadurecimento, onde a elevação do nível do ácido ascórbico se deve a uma queda na atividade da enzima ácido ascórbico oxidase (MOURA, 2004). Em análises realizadas, comprovou-se que um mesmo volume de suco de caju contém de 4 a 5 vezes mais vitamina C do que o suco de laranja, fruta considerada padrão nessa vitamina (SOARES, 1986).

Maia et al. (2004) para os clones CCP 76, CCP 1001 e CCP 06, relataram valores de 158,26; 157,64 e 153,20 mg/100g. Simões et al. (2001) determinaram para o clone CCP 76 o valor de 240,44 mg/100g. Aguiar (2001) determinou teor de vitamina C de 176,89 mg/100g no clone CCP 76. Pinto (1999) relatou teores de 167,44; 113,58 e 134,81mg/100g, respectivamente, para os clones CCP 76, CCP 09 e CCP 1001. Conforme literaturas citadas acima, o pedúnculo do cajueiro apresenta uma grande variabilidade no teor de vitamina C.

2.3.4.2 Carotenóides Totais

Os carotenóides correspondem a maior classe de pigmentos naturais. Em 1919 descobriu-se uma relação entre esses compostos e a vitamina A e, em 1930 estabeleceu-se que os carotenóides podem se transformar em vitamina A no organismo animal (AGUIAR, 2001).

Alguns são precursores da vitamina A e dentre os mais encontrados na natureza estão: α -caroteno, γ -caroteno, criptoxantina e β -caroteno, sendo este último e seus isômeros os de maiores méritos, tendo em vista a sua atividade de vitamina A, em relação aos demais (RODRIGUEZ-AMAYA, 1989). Sendo assim, os carotenóides de origem vegetal têm importância nutricional para o homem como precursores de vitamina A, atuando na manutenção da integridade dos tecidos epiteliais, no processo visual, no crescimento, reprodução, etc. (MOURA et al., 2007). Pantastico (1975) comentou que o material liberado durante a degradação da clorofila pode ser utilizado para síntese de carotenóides. À medida que os frutos vão amadurecendo, aumenta a síntese desse pigmento, assim como a degradação da clorofila. Chitarra e Chitarra (2005) comentam que a clorofila pode mascarar os carotenóides, assim como também outros compostos como as antocianinas.

Carotenóides idênticos foram detectados nos tipos amarelo e vermelho e no suco processado de caju. Assim, a diferença na cor não parece ser uma função do tipo de carotenóide presente. Comparando os valores médios de vitamina A dos dois tipos de pedúnculos (0,072 mg/100g) com os do suco processado (0,047 mg/100g), percebeu-se que a perda de carotenóides no suco processado foi refletida no valor de vitamina A, já que este pigmento é sensível à luz, calor e oxigênio (CECCHI e RODRIGUEZ AMAYA, 1981).

No entanto, Moura Fé et al. (1972) encontrou teores mais elevados de carotenóides totais em pedúnculos de cajueiro de coloração amarela (0,286 mg/100g) em relação aos de coloração vermelha (0,224 mg/100g).

Cavalcante et al. (2003) em estudo com sucos de caju e cajuína encontraram teores de carotenóides de 0,32 e 0,0006 mg/100g, respectivamente. Figueiredo (2000) obteve para o clone CCP 76 nos estádios de maturação 6 e 7 o teor de 32,00 mg/100g.

2.3.4.3 Compostos Fenólicos Totais

Os compostos fenólicos desfrutam de uma ampla distribuição no reino vegetal, e eles são particularmente notados nos frutos onde são importantes na determinação da cor e sabor. Entre eles, os flavonóides constituem uma das classes mais características de compostos nas plantas superiores. Os pedúnculos geralmente contêm quantidades consideráveis de alguns tipos de flavonóides, como as antocianinas, enquanto outras partes da mesma planta, folhas ou cascas, têm muito pouco ou nada (VAN BUREN, 1970).

Os principais fenólicos presentes no pedúnculo do cajueiro são ácido gálico, ácido protocatecuico, ácido caféico e catequina. Devido à concentração bastante elevada de taninos no pedúnculo do cajueiro, esse grupo de compostos desempenha papel importante na determinação do sabor (MOURA, 1998).

Variedade, maturidade e clima influem na adstringência do pedúnculo, sendo esta tolerada pelos brasileiros, mas não por outros povos (CECCHI e RODRIGUEZ-AMAYA, 1981)

A porcentagem de fenólicos em pedúnculos de cajueiro obtidas por Augustin e Unnithan (1981) no estágio inicial de desenvolvimento situou entre 16 e 18%.

2.3.4.4 Antocianinas Totais e Flavonóides Amarelos da película

Os flavonóides são compostos fenólicos que estão amplamente distribuídos no reino vegetal, funcionando como pigmentos das plantas, como as antocianinas. Encontram-se na natureza na forma de glicosídeos ou agliconas (SOUZA, 2007).

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

O pH é o mais importante fator que afeta a cor das antocianinas, pois em diferentes pHs esses pigmentos encontram-se em formas variadas apresentando cores diferentes. Em meio ácido as antocianinas apresentam-se na forma de sais de oxônio e são geralmente de coloração vermelha brilhante. Com o aumento do pH até a neutralidade elas passam a ter uma estrutura quinodal com coloração púrpura. E em meio alcalino a sua tonalidade passa para azul (AGUIAR, 2001).

O teor de antocianina é de grande importância para a comercialização do pedúnculo do cajueiro in natura, já que o consumidor prefere cores fortes, tendendo a avermelhados, ou no mínimo alaranjados. Isso significa que quanto maior o teor de antocianina, maior será a atração do consumidor, já que a cor é a única variável em que o consumidor pode se basear na hora da compra, pois muitas vezes o produto está embalado (MOURA, 1998).

Aguiar (2001) determinou antocianinas totais variando de 6,93 a 19,74 mg/100g. Enquanto Moura (1998), em estudo com nove clones de cajueiro anão precoce, obteve valores oscilando entre 17,56 a 76,07 mg/100g para antocianinas totais.

Moura et al. (2001) determinaram variação de 80,62 a 129,69 mg/100g para flavonóides amarelos e média de 105,12 mg/100g, trabalhando com nove clones de cajueiro anão precoce.

2.3.4.5 Taninos Condensados

Os taninos vegetais possuem uma composição química variável e estrutura complexa (FIGUEIREDO, 2000), ainda não completamente elucidada. A combinação dos compostos tânicos com as proteínas da saliva produz sensação de secura na mucosa, seguida de contração da membrana, conhecida como adstringência. A perda da adstringência é uma das principais mudanças que ocorrem durante o amadurecimento de muitos frutos comestíveis (MOURA, 2004).

Os taninos são compostos fenólicos classificados em condensados e hidrolisáveis. Os taninos condensados ou proantocianidinas são polímeros de flavonóides cujos monômeros são unidos por uma ligação carbono-carbono. Os taninos hidrolisáveis são ésteres de ácido gálico e de ácido hexahidroxidifênico e glicose, além de outros polióis. Em pedúnculos de cajueiro são encontrados os taninos condensados (AGOSTINI-COSTA et al., 2003).

Campos et al. (2002) verificaram taninos e taninos condensados em polpas e sucos de caju clarificado sendo obtidos, respectivamente, 0,64; 0,71 e 0,18; 0,20 mg/100g. Agostini-Costa et al. (2003) determinaram no caju, em estudo com sete clones de cajueiro anão-precoce, valores variando de 120 a 290 mg/100g para taninos condensados.

2.4. Atividade Antioxidante

2.4.1 Aspectos Gerais

Espécies reativas de oxigênio (EROs), tais como radical hidroxila ($\bullet\text{OH}$), ânion radical superóxido ($\text{O}_2^{\bullet-}$) e hidroperoxila ($\text{ROO}\bullet$), causam danos ao DNA ou podem oxidar lipídios e proteínas. Os EROs atacam cadeias de ácidos graxos poliinsaturados dos fosfolipídios e do colesterol, abstraindo um hidrogênio do grupo metileno bis-aliílico, iniciando assim o processo de peroxidação lipídica nas membranas celulares. Os radicais de carbono formados podem reagir com oxigênio originando radicais peroxila, que por sua vez podem atacar novas cadeias de ácidos graxos poliinsaturados, propagando a reação. Sendo o resultado desse processo, a oxidação de várias moléculas de ácidos graxos (SOUSA et al., 2007). Logo, substâncias que venham a reagir com esses radicais livres são de extrema importância para evitar os danos causados pelos mesmos.

A geração dessas espécies reativas de oxigênio (EROs) é um processo normal na vida dos organismos vivos, mas elas são capazes de lesar componentes celulares, contribuindo assim, para o desenvolvimento de várias doenças. Em condições fisiológicas essas espécies são removidas por sistemas antioxidantes, que podem ser diversos compostos bioativos, como vitaminas e proteínas (SANTOS et al., 2003).

A preocupação com o estado de saúde no futuro, bem como os benefícios diários que a alimentação correta pode oferecer, é uma das principais razões pela busca de alimentos saudáveis entre os brasileiros. Saber que os mesmos contêm substâncias que quando ingeridas regularmente podem reduzir o risco do desenvolvimento de problemas como câncer, pressão alta e colesterol dentre outros, pode ser um bom motivo para a inclusão de alimentos funcionais diariamente da dieta (SANTOS, 2007).

Lajolo (2005) relata que alimentos, ou alimentos com alegações funcionais, podem ser descritos como alimento semelhante em aparência ao alimento convencional, consumidos como parte da dieta usual, capazes de produzir demonstrados efeitos metabólicos ou fisiológicos úteis na manutenção de uma boa saúde física e mental, além de suas funções nutricionais.

Conforme a Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais (SBAF) (2007), alimento funcional é aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos

benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica, sendo que a eficácia e a segurança desses alimentos devem ser asseguradas por estudos científicos.

Dentre os vários alimentos tidos como funcionais, destacam-se as frutas, que além de serem fontes importantes de substâncias nutricionais, nas mais variadas classes de alimentos, tem sido verificada uma grande contribuição de compostos com características funcionais presentes em sua constituição, tendo-se um grande destaque para as frutas tropicais que são bastante cultivadas no Brasil pela sua localização geográfica.

Com isso, o consumo de frutas tropicais aumenta ano após ano devido ao valor nutritivo e aos efeitos terapêuticos. Existe uma grande diversidade de frutas e produtos derivados, os quais ainda não foram devidamente pesquisados com respeito às suas propriedades e atividades benéficas à saúde (KUSKOSKI et al., 2006).

As Ciências Agrônômicas, que sempre se dedicaram a pesquisas sobre a produção de alimentos de qualidade, estão sendo demandadas para formar parcerias com as Ciências da Saúde, de modo a assegurar a valorização das propriedades funcionais dos alimentos. A pesquisa tem mostrado que frutas e hortaliças, além de conterem as vitaminas C, E e carotenóides, contêm outros nutrientes que contribuem para sua capacidade antioxidante total, particularmente os compostos fenólicos. Há evidências de que frutas e hortaliças são benéficas para a saúde em geral e, contribuem para prevenção de processos degenerativos. As frutas vermelhas têm sido as mais estudadas para avaliação da capacidade antioxidante, estando dentre elas, o caju (PRIOR et al., 1998; DEL CARO et al., 2004).

Diversos componentes químicos presentes em frutas e legumes como vários microingredientes, fenóis, fibras, podem proteger o ser humano de várias doenças degenerativas. Como exemplo, temos os polifenóis que estão presentes no pedúnculo do cajueiro, juntamente com combinações de diversos antioxidantes, antimutagênicos, anticarcinogênicos, ricos também em diferentes propriedades antiinflamatórias que podem ser benéficas, prevenindo assim várias doenças (CAVALCANTE et al., 2003).

Inúmeros estudos realizados com compostos fenólicos, especialmente os flavonóides antoxantinas e antocianinas, demonstram a capacidade de capturar radicais livres e efeitos na prevenção de enfermidades cardiovasculares e circulatórias (STOCLET et al., 2004), cancerígenas (WANG e MAZZA, 2002; KATSUBE et al., 2003), no diabetes e mal de Alzheimer (ISHIGE et al., 2001; ABDILLE et al., 2005).

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

Os efeitos antioxidantes de frutas e hortaliças estão relacionados, principalmente, ao componente que produz a cor. Como o beta-caroteno que dá a cor laranja às cenouras, e o licopeno que dá ao tomate e a melancia os tons avermelhados, ocorrendo o mesmo com as folhas verde-escuras. Sendo assim, quanto mais escura a cor, mais abundantes são os micronutrientes valiosos.

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.

Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos estão entre os antioxidantes mais ativos e frequentemente presentes em vegetais, destacando-se os flavonóides (BIANCHI e ANTUNES, 1999), que são os mais estudados dentre os compostos funcionais presentes em produtos de origem vegetal (RE et al., 1999). As propriedades benéficas desses compostos podem ser atribuídas à sua capacidade de seqüestrar os radicais livres (DECKER, 1997).

Existem mais de 8.000 compostos fenólicos no reino vegetal, que variam completamente em complexidade. Estima-se que pessoas que consomem várias porções de frutas e hortaliças por dia estejam ingerindo diariamente cerca de 1g de compostos fenólicos. Dentre eles tem-se os flavonóides e os não-flavonóides (ácidos fenólicos e cumarinas). Exemplos de fenólicos não-flavonóides são o resveratrol, encontrado em vinho, ácido elágico, encontrado em caqui e romã, e ácido clorogênico, encontrado em café, kiwi, maçã e *berry fruits*. Os principais flavonóides incluem as antocianinas, flavonas, isoflavonas, flavonóis, catequinas, flavanonas e as proantocianidinas (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

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

Vitamina C

A vitamina C, por exemplo, atua na fase aquosa como excelente antioxidante sobre os radicais livres, mas não é capaz de agir nos compartimentos lipofílicos para inibir a peroxidação lipídica. Por outro lado, estudos *in vitro* mostraram que essa vitamina na presença de metais de transição, tais como ferro, pode atuar como molécula pró-oxidante e gerar os radicais livres H_2O_2 e OH^- . Porém, esses metais estão presentes em quantidades muito limitadas (ODIN, 1997). Efeito semelhante ocorre em frutos muito ricos nessa vitamina como é o caso da acerola (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006). Não tendo registro verificando o mesmo para o pedúnculo do cajueiro, apesar deste ser considerado uma boa fonte dessa vitamina.

Carotenóides

Estudos revelam que indivíduos com alto consumo de frutas e verduras ricas em carotenóides têm menor risco a certos tipos de câncer, além de menor risco a doenças cardiovasculares, degeneração macular e cataratas. Estes efeitos benéficos devem-se a capacidade antioxidante dos carotenóides, através da desativação de radicais livres e pela capacidade de seqüestrar oxigênio singlete (AGUIAR, 2001).

São em geral responsáveis pelas colorações do amarelo ao laranja, na forma de carotenos ou como ésteres de xantofilas, cuja intensidade de coloração depende da quantidade e tipo de pigmento presente (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Atualmente, são conhecidos, aproximadamente, 600 tipos de carotenóides, sendo usados como corantes alimentares. Porém, eles ganham uma maior importância na nutrição (ALVES et al., 2006).

Os carotenos protegem os lipídios dos danos peroxidativos sem sofrer degradação, através da reação com os radicais peroxila, hidroxila e superóxido. A atividade antioxidante dos carotenos é decorrente da habilidade de deslocar elétrons desemparelhados através da estrutura de ligações duplas conjugadas, sendo relatadas na literatura alguns mecanismos para a reação de radicais livres com os carotenóides (SOUSA et al., 2007).

2.4.2 Atividade Antioxidante Total

A produção de radicais livres é controlada nos seres vivos por diversos compostos antioxidantes, os quais podem ter origem endógena (por ex., superóxido dismutase), ou serem provenientes da dieta alimentar e outras fontes. Destas últimas, destacam-se tocoferóis (vitamina E), ácido ascórbico (vitamina C), polifenóis e carotenóides. Quando há limitação na disponibilidade de antioxidantes podem ocorrer lesões oxidativas de caráter cumulativo. Os antioxidantes são capazes de estabilizar ou desativar os radicais livres antes que ataquem os alvos biológicos nas células (SOUSA et al., 2007).

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

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

Atualmente, há muitos clones de cajueiro anão precoce que foram desenvolvidos ou estão em avaliação no Brasil. Sendo suas características bastante estudadas, porém muito pouco se sabe sobre os pedúnculos, principalmente em relação ao seu ponto de vista funcional, em particular a respeito de sua atividade antioxidante total.

De aparência exótica, aroma agradável e sabor singular, o caju é uma fruta perfeita para enriquecer e diversificar pratos da culinária tropical. A referência sensorial e nutricional da amêndoa e da polpa suculenta faz desta uma das frutas de maior potencial para a exploração no território brasileiro. O pedúnculo do cajueiro é consumido pelo sabor especial e pelo alto valor

nutritivo, relacionado principalmente, ao elevado teor de vitamina C (AGOSTINI-COSTA et al., 2006).

Com isso, esse trabalho busca obter, a partir dos genótipos selecionados e em avaliação, aqueles que, além de se apresentarem com elevada produtividade, venham a atender às exigências do crescente mercado consumidor, cada vez mais exigente, como sabor agradável, baixa adstringência, maior período de conservação, dentre outras, com destaque para a ação antioxidante de sua polpa, buscando assim, sua inclusão na alimentação como fator de proteção de saúde.

A grande diversidade de métodos analíticos (químicos, físicos e/ou físico-químicos) propostos na literatura para avaliar o grau de oxidação lipídica e a atividade antioxidante total coloca, na prática, algumas dificuldades de seleção (SILVA et al., 1999).

Prior et al. (2005) realizaram um estudo comparando alguns métodos de determinação da atividade antioxidante e sua eficiência. Muitos testes foram desenvolvidos para medir a atividade antioxidante, conduzindo a resultados diferentes, que são de difícil comparação.

2.4.3 Métodos para Avaliação

Diversos são os métodos para determinação da atividade antioxidante total (AAT), porém alguns são mais apropriados que outros dependendo da natureza dos compostos presentes na constituição de cada fruta. Com isso, existem métodos para frutos ricos em compostos hidrofílicos e métodos para frutos ricos em compostos lipofílicos.

Dentre os métodos mais utilizados para determinação destes compostos antioxidantes em frutas e hortaliças estão: DPPH, FRAP, Sistema β -caroteno/ácido linoléico e o ABTS. De acordo com alguns trabalhos de pesquisa em frutas, os mais usados pela comunidade científica tem sido o DPPH e o ABTS (LEONG e SHUI, 2001; NENADIS et al., 2004; WU et al., 2005). Com grande destaque para este último, que mede a atividade antioxidante através da captura do radical 2,2-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) – ABTS, podendo ser gerado através de uma reação química, eletroquímica ou enzimática. Com esta metodologia pode-se medir a atividade antioxidante em compostos de natureza lipofílica e hidrofílica (KUSKOSKI et al., 2005).

Método DPPH

De acordo com Brand-Williams et al. (1995), o método do DPPH é baseado na captura do radical DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhidrazil) de antioxidantes, o qual produz um decréscimo da absorvância a 515 nm. Este método foi modificado por Sánchez-Moreno et al. (1998) para medir os parâmetros cinéticos.

A atividade do antiradical expressa pelo parâmetro EC50 é definida como a quantidade do antioxidante necessário para diminuir 50% da concentração do DPPH● inicial. Algumas modificações nesse método são necessárias no sentido de adaptá-lo às frutas, devido ao mecanismo da reação entre o antioxidante e o DPPH● depender da conformação estrutural de cada antioxidante avaliado (ALVES et al., 2006).

Método FRAP

O FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), dentre os métodos em avaliação, é o único que não é baseado na capacidade de captura do radical livre e sim na capacidade de redução (BENZIE e STRAIN, 1996). Em meio ácido, o complexo férrico tripiridiltriazina é reduzido ao ferroso, mudando sua coloração para azul na presença de um antioxidante, causando um aumento da absorvância.

De acordo com Benzie e Strain (1996), no método original, a absorvância é monitorada após quatro minutos, entretanto, Pulido et al. (2000) afirmam que este tempo de reação não é completo e sugeriram o monitoramento prolongado após 30 minutos. A absorvância alcançada em um ponto fixo é interpolada em uma curva de calibração e os resultados são expressos em capacidade antioxidante equivalente a 1mM FeSO₄ (ALVES et al., 2006).

Método Sistema β-caroteno/ácido linoléico

Desenvolvido por Marco (1968) e modificado por Miller (1971), o sistema β-caroteno/ácido linoléico, emprega ácido linoléico, Tween e β-caroteno, avaliando a capacidade de inibição de radicais livres gerados durante a peroxidação lipídica do ácido linoléico (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006). Consiste em um ensaio espectrofotométrico baseado na oxidação (descoloração) do β-caroteno induzida pelos produtos da degradação oxidativa do

ácido linoléico. A determinação é realizada a 470 nm, na presença e na ausência de um antioxidante.

É um método simples, sensível, mas não específico, pois substâncias oxidantes ou redutoras interferem na determinação (SILVA et al., 1999). A co-oxidação do β -caroteno é normalmente efetuada no meio emulsionado, o que origina muitas vezes falta de reprodutibilidade dos valores de absorbância medidos. Além da dificuldade de interpretação dos resultados devido à interação do β -caroteno com o oxigênio (BERSET e CUVELIER, 1996; VON GADOW et al., 1997).

Esta metodologia, apesar dos inconvenientes citados, é amplamente usada e como para a execução da mesma não necessita de elevadas temperaturas, permite assim, a determinação do poder antioxidante em produtos termo-sensíveis (SILVA et al., 1999).

Método ABTS

O ABTS (2,2-azino-bis(ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt) é um método baseado na habilidade dos antioxidantes de capturar a longo prazo o cátion $ABTS^{\bullet+}$. Esta captura provoca um decréscimo na absorbância, que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante em diferentes tempos sendo representadas graficamente (PÉREZ-JIMÉNEZ e SAURA-CALIXTO, 2006).

O ensaio TEAC (Trolox Equivalente Antioxidant Capacity) avalia espectrofotometricamente a habilidade relativa das substâncias antioxidantes em capturar o cátion radical 2,2-azino-bis(ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt ($ABTS^{\bullet+}$), quando comparada com uma quantidade padrão do antioxidante sintético Trolox (ácido 2-carboxílico-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano), um análogo da vitamina E, diferindo desta por ser solúvel em água. A atividade dos compostos testados é expressa em valores de TEAC, que é definido como a concentração de Trolox que possui a mesma atividade que 1 μ M da substância antioxidante investigada. Os compostos são considerados ativos quando o seu valor de TEAC é próximo ao da quercetina, flavonóide usado como substância de referência (RE et al., 1999).

Alguns autores têm determinado também, a atividade antioxidante em equivalente de vitamina C (VEAC), conforme vários trabalhos realizados pela comunidade científica, a partir do uso de uma curva padrão de ácido ascórbico 1 ppm, como Kuskoski et al. (2005) e Toit et al. (2001), onde este último cita em seu trabalho que o equivalente de vitamina C é uma unidade

mais apropriada para medir antioxidantes em frutas, hortaliças e chás, por esta vitamina ser solúvel em água, assim como os antioxidantes presentes na maioria das frutas. Este autor comenta também sobre outras unidades usadas para medir essa atividade antioxidante, como equivalente de vitamina de A, equivalente de vitamina E, dentre outras unidades.

A curva gerada pela inibição da absorvância é calculada, sendo que os resultados são interpolados na curva padrão de calibração e expressos em atividade antioxidante equivalente a $1\mu\text{M}$ de trolox (TEAC) (ALVES et al., 2006).

O método ABTS apresenta algumas vantagens de grande expressão entre os demais métodos estudados pela comunidade científica. Uma delas é a alta sensibilidade, podendo ser usado para determinar a atividade antioxidante tanto em sistemas solúveis em água (hidrofílicos), como em sistemas insolúveis em água (lipofílicos). Além de ser um método bastante rápido, onde o tempo de reação é de apenas seis minutos, quando comparados com métodos que também têm sido freqüentemente utilizados, como o DPPH, que juntamente com o ABTS são os métodos espectrofotométricos mais popularmente usados para determinar a atividade antioxidante de alimentos, necessitando de 30 minutos para que a reação seja totalmente realizada. Sendo assim, o ABTS pode ser usado também em grande escala, devido a essa rapidez de execução que o mesmo possui.

A partir do exposto acima, o método de captura do radical ABTS foi o selecionado, como o mais adequado para a determinação da atividade antioxidante total dos diferentes clones de cajueiro anão precoce nesse experimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Origem e Localização do Pomar

Os pedúnculos estudados neste trabalho foram provenientes de clones comerciais de cajueiro anão precoce, os quais foram desenvolvidos pela Embrapa Agroindústria Tropical localizada em Fortaleza, CE.

O plantio de cajueiro anão precoce foi instalado em área experimental, sendo dez clones selecionados para esse trabalho: CCP 06, CCP 09, CCP 76, CCP 1001, BRS 189, BRS 226, BRS 265, BRS Bahia 12, Embrapa 50 e Embrapa 51 (FIGURAS de 1 a 10), todos obtidos na Estação Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajus – CE e cultivados em regime de sequeiro, conforme Tabela 1.

3.1.2 Condução do Experimento

Os caju foram colhidos manualmente nas primeiras horas do dia, no município de Pacajus-CE. Foram acondicionados em caixas plásticas e em apenas uma camada de frutos, sendo protegidos de injúrias mecânicas através de um revestimento interno de espuma colocado na caixa com uma espessura de aproximadamente 1cm. 30 caju foram colhidos de cada clone encontrando-se no estágio de maturação comercial (maduro), sendo selecionados 21 para a realização das avaliações.

Em seguida, foram transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza – CE, onde foram caracterizados fisicamente quanto à peso (total, castanha e pedúnculo), tamanho (diâmetros apical, basal e comprimento), coloração e firmeza. Logo após as determinações físicas, os pedúnculos foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer doméstico a uma temperatura de -20°C. Os pedúnculos congelados foram cortados longitudinalmente em quatro porções iguais. As polpas foram obtidas através do uso de uma centrífuga doméstica, para a realização posterior das determinações químicas e físico-químicas.



Figura 1 – Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone CCP 76 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.

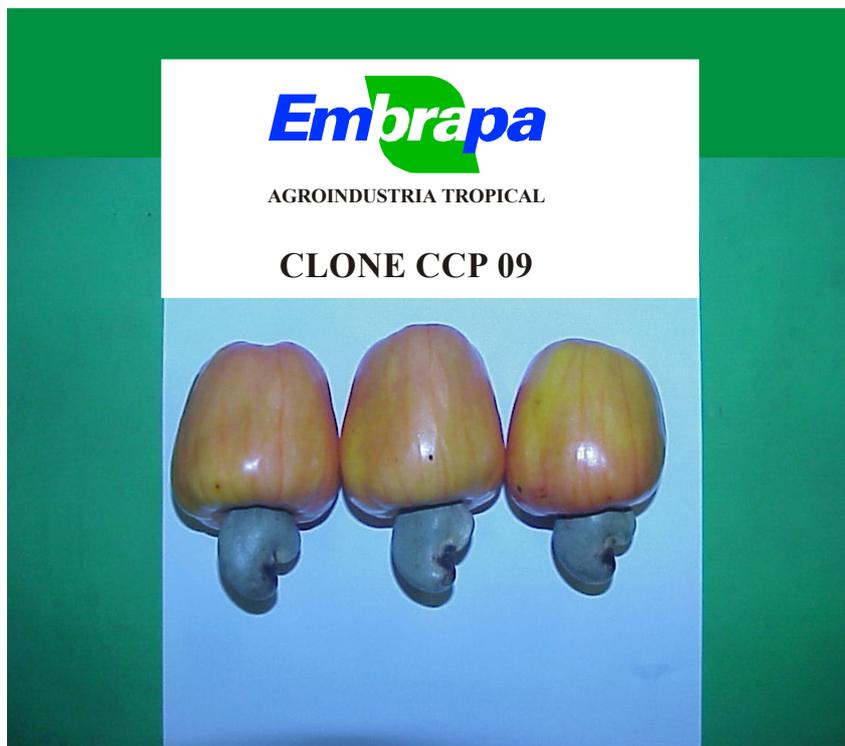


Figura 2 – Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone CCP 09 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.

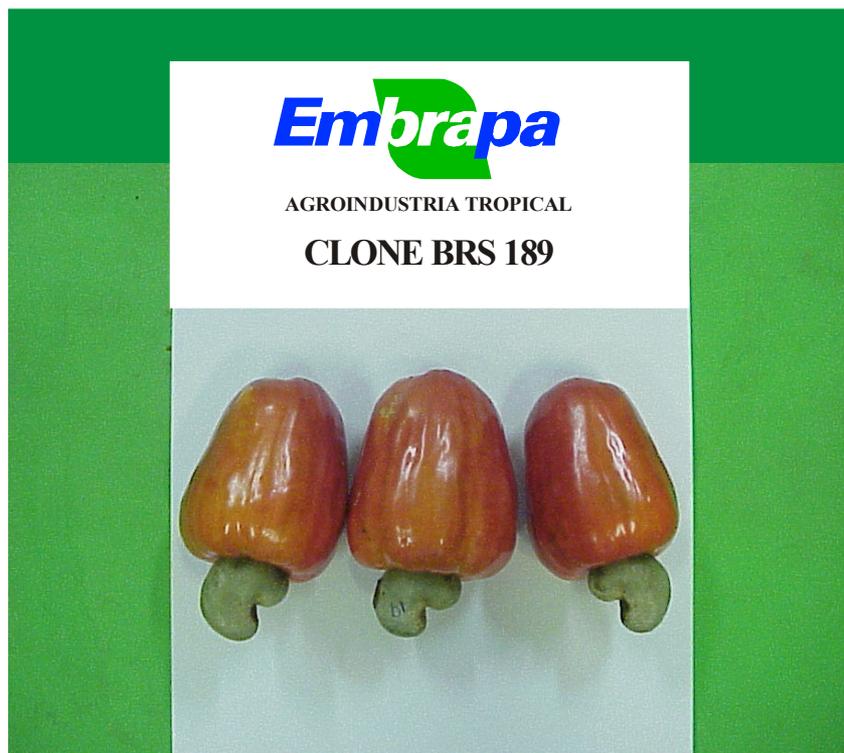


Figura 3 – Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone BRS 189 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.



Figura 4 – Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone BRS 226 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.



Figura 5 – Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone BRS 265 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.



Figura 6 – Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone CCP 06 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.



Figura 7 – Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone CCP 1001 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.



Figura 8 – Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone BRS Bahia 12 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.



Figura 9 – Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone Embrapa 50 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.



Figura 10 – Pedúnculos de cajueiro anão precoce clone Embrapa 51 provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE, cultivados em regime de sequeiro.

Tabela 1 – Pluviosidade ocorrida de dezembro/ 2005 a novembro/ 2006 na região de Pacajus, Ceará.

Meses/ Anos	Pluviosidade (mm)			
	Mensal	Média	Mínimo	Máximo
Dezembro/ 2005	25	0,83	-	25
Janeiro/ 2006	8,8	0,28	2,8	6,0
Fevereiro/ 2006	148,9	5,3	6,6	50
Março/ 2006	247,4	7,98	1	52,2
Abril/ 2006	329,9	10,99	1	103
Maió/ 2006	229,2	7,39	5	74,2
Junho/ 2006	122,8	4,09	6	49
Julho/ 2006	22,4	0,72	2	20,4
Agosto/ 2006	3,8	0,12	-	3,8
Setembro/ 2006	4	0,13	-	4
Outubro/ 2006	0	-	-	-
Novembro/ 2006	9	0,3	-	9
Total	1151,2			

Fonte: FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recurso Hídricos, 2007.

3.2 Métodos

3.2.1 Determinações Físicas

3.2.1.1 Peso

Por meio de balança semi-analítica foi determinado o peso total (pedúnculo+castanha) de cada fruto individualmente. Após o descastanhamento, a castanha foi pesada separadamente, e o peso do pedúnculo foi obtido pela diferença entre o peso total e o peso da castanha. Todas as pesagens foram expressas em gramas(g);

3.2.1.2 Diâmetros e Comprimento

Com uso de um paquímetro digital foram feitas medidas de: diâmetro basal (próximo a castanha), diâmetro apical (lado oposto a castanha) e comprimento, sendo expressas em milímetro (mm);

3.2.1.3 Coloração

A cor da película foi avaliada pela média de duas leituras efetuadas na porção basal (próxima à castanha) do pedúnculo em pontos aproximadamente equidistantes, através de reflectômetro da marca MINOLTA modelo CR-300. Sendo as leituras feitas a partir de três parâmetros: luminosidade (L), cromaticidade (Croma) e ângulo Hue ($^{\circ}$ Hue), parâmetros esses que definem a cor de acordo com a CIE (Commission Internationale de L'Eclairage), conforme metodologia descrita por McGuire (1992).

3.2.1.4 Firmeza

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

3.2.2 Determinações Físico-Químicas

3.2.2.1 pH

O pH foi determinado diretamente na polpa, utilizando-se um potenciômetro (Mettler modelo DL 12) com membrana de vidro (AOAC, 1992).

3.2.2.2 Sólidos Solúveis (SS)

Após filtração da polpa com papel de filtro, o valor de sólidos solúveis foi obtido por refratômetro digital da marca ATAGO PR-101 com escala de variação de 0 a 45 °Brix, de acordo com metodologia recomendada por Brasil (2005), sendo o resultado expresso em °Brix.

3.2.2.3 Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável foi determinada por diluição de 1g de polpa em 50mL de água destilada titulando com solução de NaOH (0,1N), usando indicador fenolftaleína para verificação do ponto de viragem de incolor para róseo claro permanente. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido málico, conforme Brasil (2005).

3.2.2.4 Relação SS/ AT

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

3.2.2.5 Açúcares Solúveis Totais (AST)

Os açúcares solúveis totais foram doseados pelo método da antrona, segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954). Utilizou-se 0,5 g de polpa, que foi diluída em água destilada em um balão de 250 mL e, em seguida submetido a filtração, obtendo-se assim o extrato. Em tubos de ensaio contendo as alíquotas do extrato, foi adicionado o reativo antrona, sendo logo em seguida os tubos agitados e aquecidos em banho-maria a 100°C por 8 minutos, sendo imediatamente resfriados em banho de gelo. A leitura foi realizada em espectrofotômetro no comprimento de onda de 620 nm, sendo os resultados expressos em %.

3.2.3 Determinações Químicas

3.2.3.1 Vitamina C

A vitamina C foi obtida por titulometria com solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol 0,02 %) até coloração róseo claro permanente, utilizando 1 grama de polpa diluída em 100 mL de ácido oxálico 0,5 % de acordo com Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100g de polpa.

3.2.3.2 Carotenóides Totais

Os carotenóides totais foram determinados pelo método de Higby (1962). Em recipiente de aço inox, foram colocados 10 g de polpa, 30 mL de álcool isopropílico e 10 mL de hexano, seguido de agitação por 1 min. O conteúdo foi transferido para um funil de separação de 125 mL envolvido em papel alumínio, onde completou-se o volume com água. A mistura foi deixada em repouso por 30 minutos, seguindo-se da lavagem do material. Essa operação foi repetida mais duas vezes. O conteúdo separado foi filtrado com algodão pulverizado, contendo sulfato de sódio anidro, para um balão volumétrico de 50 mL envolto em papel alumínio onde foi adicionado 5 mL de acetona e completado o volume com hexano. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 450 nm e os resultados expressos em mg/ 100g, calculados através da fórmula: $(A \times 100)/(250 \times L \times W)$, onde:

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

3.2.3.3 Antocianinas Totais e Flavonóides Amarelos

As antocianinas totais e os flavonóides amarelos foram doseados segundo Francis (1982). A película do pedúnculo foi retirada cuidadosamente e foi pesado 1 g da mesma em um recipiente de aço inox, usando balança analítica. Em seguida foi adicionado por volta de 30 mL

da solução extratora etanol (95 %) - HCl (1,5 N) na proporção 85:15. As amostras foram homogeneizadas em um homogeneizador de tecidos tipo “Turrax” por 2 min na velocidade “5”. Logo após, o conteúdo foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL, sem filtrar, envolto em folha de alumínio, aferindo o mesmo com a solução extratora, sendo homogeneizado e transferido para um frasco âmbar, o qual ficou descansando por uma noite na geladeira. Logo após, o material foi filtrado em um Béquer de 50 mL sempre envolto com folha de alumínio. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro, nos comprimentos de onda de 535 e 374 nm, respectivamente para antocianinas totais e flavonóides amarelos, e os resultados expressos em mg/100g, calculados através da fórmula: Absorbância x fator de diluição/98,2 para antocianinas totais e Absorbância x fator de diluição/76,6 para flavonóides amarelos.

3.2.3.4 Polifenóis Extraíveis Totais (PET)

Os polifenóis extraíveis totais foram determinados através do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Larrauri et al. (1997). A extração foi realizada usando 20g da polpa de caju. Foi adicionado 40mL de solução de metanol 50 % (primeira solução extratora), homogeneizando e deixando em repouso por 1 hora para extração. Logo em seguida, a mistura foi centrifugada a 15.000 rpm por 15 minutos. Após a centrifugação o sobrenadante obtido foi filtrado e colocado em um balão de 100mL. O precipitado foi dissolvido em uma solução de acetona 70 % (segunda solução extratora), ficando em repouso também por 1 hora. Sendo em seguida essa mistura centrifugada a 15.000 rpm por 15 minutos. O segundo sobrenadante obtido foi misturado ao primeiro no mesmo balão de 100mL, aferindo este com água destilada, obtendo assim o extrato para determinação do PET. Esse segundo precipitado foi reservado para a extração de taninos condensados. A leitura foi realizada usando 0,1 mL do extrato, 0,9 mL de água destilada, 1mL do reagente Folin-Ciocalteu, 2 mL de NaCO₃ 20% e 2 mL de H₂O destilada em tubos de ensaio, sendo homogeneizados e deixados em repouso por 30 minutos. Depois de decorrido o tempo a leitura foi realizada em espectrofotômetro, usando uma curva padrão de ácido gálico, sendo os resultados expressos em mg de ácido gálico/100g de polpa.

3.2.3.5 Taninos Condensados (TC)

Os taninos condensados foram doseados segundo Saura-Calixto et al., (1991) a extração foi realizada a partir do precipitado obtido na extração do PET, usando como solução extratora butanol : HCl (95 : 5 v/ v). Em seguida, essa mistura foi transferida para tubos de ensaio contendo tampões e colocadas em banho-maria a 100°C por 3 h. Depois de decorrido o tempo, resfriou-se imediatamente em banho de gelo e filtrou-se diretamente para um balão de 50 mL completando o volume com a solução extratora. A leitura foi feita usando 0,25 mL do extrato, 6,75 mL da solução extratora, e 0,2 mL do reagente (HCl 2N : $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4).12\text{H}_2\text{O}$), em cada tubo de ensaio. Sendo homogeneizados e colocados em banho-maria a 100°C por 50 minutos. Sendo em seguida, resfriados em banho de gelo. A leitura foi efetuada em espectrofotômetro a 550 nm, sendo os resultados obtidos através de uma curva padrão de catequina e expressos em mg de catequina/100g de polpa.

3.2.4 Atividade Antioxidante Total (AAT) por ABTS

A atividade antioxidante total (AAT) foi determinada através de ensaio com o radical livre ABTS, obtido pela reação de 5mL de ABTS (7mM) com 88 μ L de persulfato de potássio (2,45 mM). O sistema foi mantido em repouso, a temperatura ambiente ($\pm 25^\circ\text{C}$), durante 16 horas na ausência de luz. Uma vez formado o radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$, o mesmo foi diluído com etanol P.A., até obter um valor de absorvância de 700 nm a um comprimento de onda de 734 nm. Usando uma alíquota de 30 μ L do extrato, adicionou-se 3 mL da solução com absorvância 700nm (radical ABTS + etanol P.A.), na ausência de luz. O decréscimo de absorvância a 734 nm foi medido depois de 6 minutos. Foi gerada uma curva a partir dos valores de absorvâncias e concentrações das amostras. Os valores de AAT foram obtidos a partir da equação da reta: $y = ax + b$, substituindo o valor de y pela absorvância equivalente a 1000 μ M de Trolox, sendo os resultados expressos como TEAC (Atividade Antioxidante Equivalente ao Trolox) em μ M de Trolox/ g de polpa fresca (RUFINO et. al, 2006).

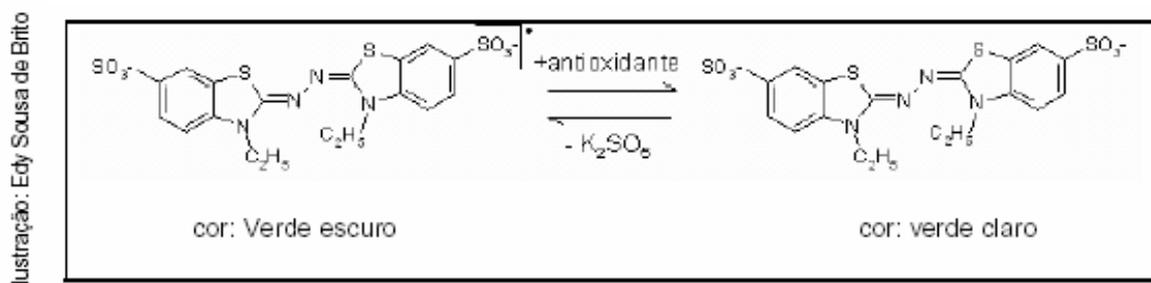


Figura 11 – Estabilização do radical de ABTS•+

Preparo da curva padrão de Trolox (μM)

A partir de uma solução inicial de 10 mL de Trolox 2000 μM (S1), utilizando diluições sucessivas, onde essas soluções foram preparadas variando de 100 a 1500 μM (S2 a S5). Retirou-se 7,5 mL da S1 e completou-se com álcool etílico para 10 mL em balão volumétrico (S2), e assim sucessivamente até a obtenção da S5, ou seja, 0,5 mL da S4 para 10 mL de álcool etílico P.A.

Em ambiente escuro foram transferidos 30 μL das soluções preparadas de Trolox de 100 μM a 2000 μM para os tubos de ensaio, misturando com 3,0 mL da solução do radical ABTS, sendo em seguida os tubos agitados. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 734 nm, sendo realizadas 6 minutos após a adição do radical. O espectrofotômetro foi zerado com álcool etílico P.A., sendo obtidas as absorvâncias correspondentes a cada concentração.

Os valores de absorvância obtidos na leitura foram plotados com as concentrações correspondentes em uma curva, onde o eixo Y (absorvância) e o X (concentração de Trolox em μM), sendo calculada a equação da reta (FIGURA 12). A partir da equação da reta foi calculada a absorvância referente a 1000 μM Trolox, onde $y = ax + b$, sendo $x = 1000 \mu\text{M}$ Trolox e $y =$ absorvância correspondente a 1000 μM Trolox.

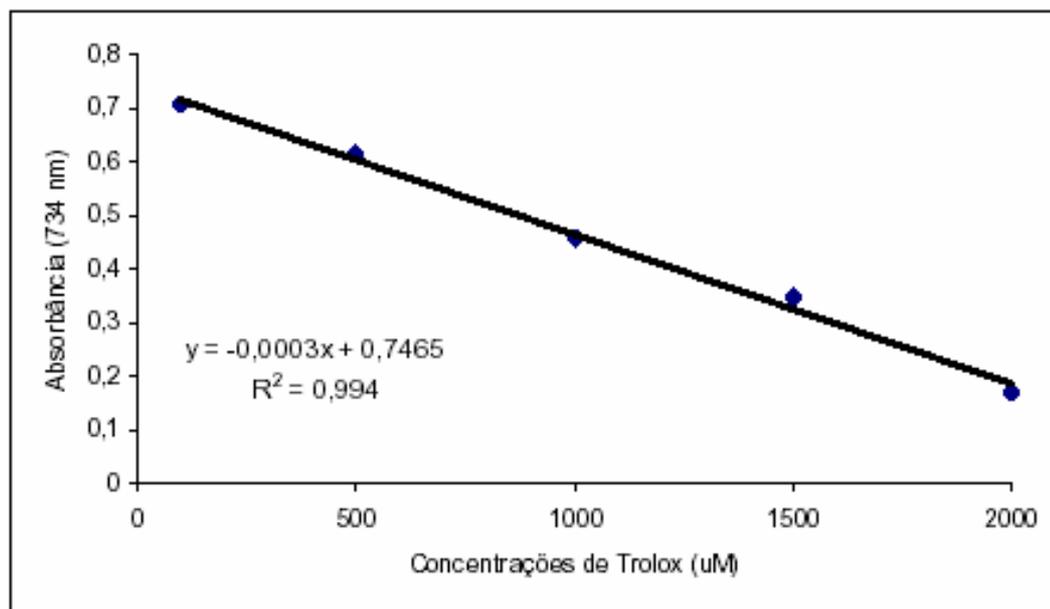


Figura 12 – Curva padrão de Trolox (µM)

Obtenção do extrato

O extrato utilizado para a determinação da atividade antioxidante total foi o mesmo obtido para a determinação dos polifenóis extraíveis totais (PET), conforme Larrauri et al. (1997).

Determinação da atividade antioxidante total (AAT)

Em todos de ensaio, foram preparadas no mínimo três concentrações diferentes e com três repetições, variando entre 10.000 e 250.000 mg/ L, as concentrações variaram de acordo com o clone analisado, a partir do extrato obtido. Sendo usadas concentrações de 12.500, 25.000, 50.000, 100.000, 150.000 e 200.000 ppm.

Em ambiente escuro, adicionou-se 30 µL do extrato e 3,0 mL do radical ABTS•+, sendo os tubos agitados, logo em seguida. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 734 nm, sendo realizadas 6 minutos após a adição do radical. Usando como branco álcool etílico P. A.

A partir da absorbância e da concentração das amostras obtidas foram construídos gráficos, ficando a absorbância no eixo (Y), contra a concentração da amostra (g/L) no eixo (X).

Em seguida, determinou-se a equação da reta. Para calcular a AAT substituiu-se na equação da reta a absorbância equivalente a 1000 μM Trolox, obtida a partir da curva padrão, onde $y = ax + b$, sendo y = absorbância correspondente a 1000 μM de Trolox e x = concentração da amostra (g/L) equivalente a 1000 μM de Trolox. Os resultados foram expressos em μM Trolox/ g de polpa de caju.

3.3 Análise Estatística e Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com os dez materiais genéticos como os tratamentos.

Para as características físicas foram utilizadas 21 repetições, sendo cada caju considerado individualmente. E para as avaliações físico-químicas e químicas foram utilizadas três repetições constituídas da polpa obtida de amostras compostas de sete pedúnculos.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), quando constatada a significância pelo teste F, os tratamentos foram comparados através do teste de Tukey ao nível de 5 % de significância (BANZATTO e KRONKA, 1992).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Determinações Físicas

4.1.1 Peso Total

Para a variável peso total (pedúnculo + castanha) (g) de acordo com a análise de variância (ANOVA), verificou-se diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os clones estudados (FIGURA 13), onde a média geral obtida foi de 135,47g e a variação encontrada entre os tratamentos foi de 91,94 a 159,29g.

Os clones Embrapa 51, BRS 226, CCP 76, Embrapa Bahia 12 e BRS 189 destacaram-se entre os 10 clones em estudo por apresentarem os valores mais elevados para essa variável, 159,29; 156,08; 155,78; 140,24 e 139,21 g, respectivamente. Sendo o Embrapa 51 o clone que apresentou maior valor dentre os avaliados. Com isso, esses cinco clones possivelmente serão os mais preferidos pelos consumidores e pelos industriais, devido, primeiramente, ao aspecto visual e a um maior rendimento que os mesmos podem apresentar.

Já o CCP 1001 foi o clone que apresentou menor valor para o peso total, diferindo estatisticamente dos demais, sendo conseqüentemente, não muito apreciado por parte dos consumidores devido ao baixo peso, e para os industriais pelo possível baixo rendimento que o mesmo ocasionará na obtenção de produtos derivados, como sucos e polpas.

Em estudo realizado por Gomes et al. (2006) usando sete clones, que foram CCP 76, Embrapa 50, Embrapa 51, BRS 189, CCP 09, FAGA 1 e FAGA 11, os clones CCP 76, BRS 189 e Embrapa 51 destacaram-se, apresentando pesos totais de 155,23; 143,12 e 134,69g, respectivamente. Sendo esses valores inferiores aos obtidos para os clones CCP 76 e Embrapa 51 e superior para o clone BRS 189.

Pinto (1999) obteve para os clones CCP 76 e CCP 09 os valores de 145,65 e 87,15g para o peso total. Moura (1998) obteve para os clones CCP 76, CCP 09 e Embrapa 51 os valores de peso total de 150,82; 91,72 e 111,07g, respectivamente. Sendo todos esses resultados inferiores aos valores encontrados nesse estudo. Vale ressaltar que na época desses estudos esses clones ainda não eram considerados comerciais, sendo atualmente todos classificados como clones comerciais, observando também uma melhora significativa para o peso total dessa época para hoje, sendo isso devido, possivelmente, aos estudos de melhoramento genético.

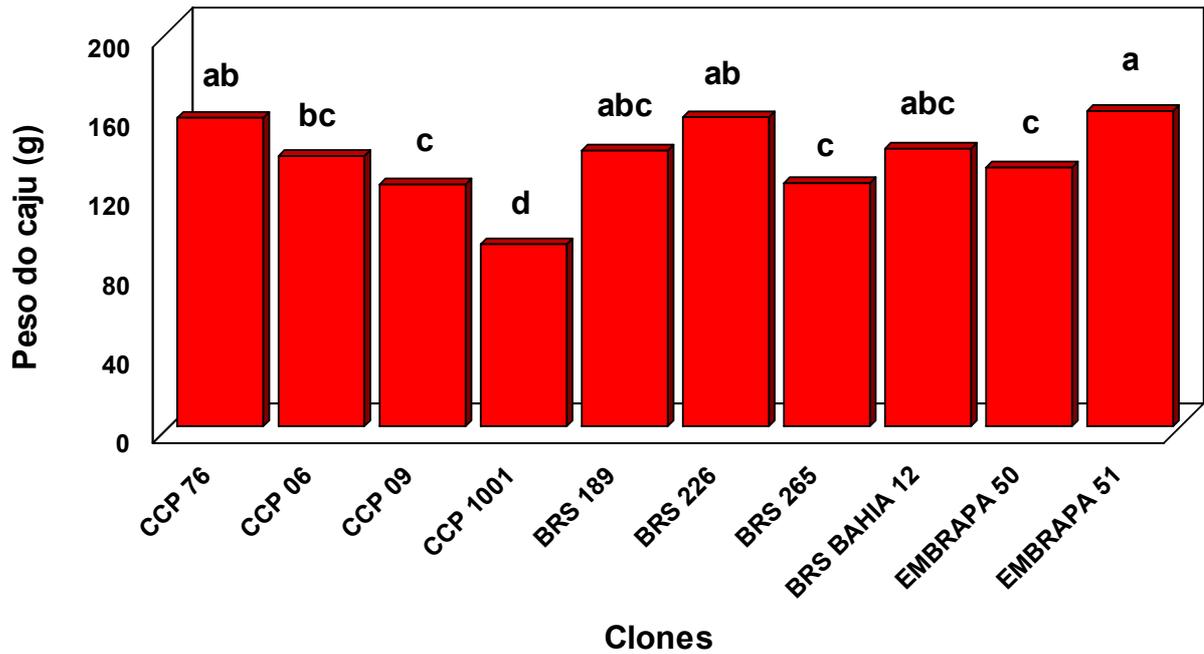


Figura 13 – Peso do caju de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.1.2 Peso do Pedúnculo

Conforme a análise estatística, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os clones estudados (FIGURA 14) para a variável peso do pedúnculo, onde os valores obtidos ficaram entre 84,30 e 146,36 g, sendo a média geral de 124,63 g.

O Embrapa 51, o CCP 76, o BRS 226, o BRS 189 e o CCP 06 foram os clones que apresentaram valores mais elevados, não diferindo estatisticamente entre si, cujos resultados obtidos foram 146,36; 145,80; 144,52; 129,76 e 129,54g, respectivamente.

O CCP 1001 foi o clone que apresentou menor peso do pedúnculo, diferindo estatisticamente dos demais, apresentando assim, uma menor aceitação pelos consumidores devido ao pequeno peso, onde os consumidores apreciam frutos maiores. Para os industriais, esse clone proporcionará um rendimento bem menor comparado aos outros estudados.

De acordo com Filgueiras et al. (2002) o peso ideal está entre 100 e 140g, para o pedúnculo ser considerado excelente para mesa, com isso, todos os clones avaliados nesse estudo com exceção do CCP 1001, estão incluídos nessa classificação de excelência para produção de caju de mesa e também para a industrialização, pois conforme Chitarra e Chitarra

(2005) frutas de tamanho pequeno são antieconômicas para a extração de suco, uma vez que é necessário um maior número de unidades/ caixas.

Em estudo realizado por Gomes et al. (2006) os maiores valores obtidos de peso do pedúnculo foram para os clones CCP 76, BRS 189 e Embrapa 51, cujos resultados foram de 145,74; 134,63 e 124,41 g, respectivamente. Pinto (1999) obteve para os clones CCP 76 e CCP 09 os valores de 136,58 e 79,08g. Moura (1998) obteve 141,80 g (CCP 76), 100,61 g (Embrapa 51) e 86,15g (CCP 09).

Os resultados obtidos nesse estudo, de uma forma geral, foram bem superiores aos obtidos nos estudos acima, sendo identificado também a obtenção de clones comerciais com características de peso mais apreciadas e adequadas à necessidade e interesse do consumidor.

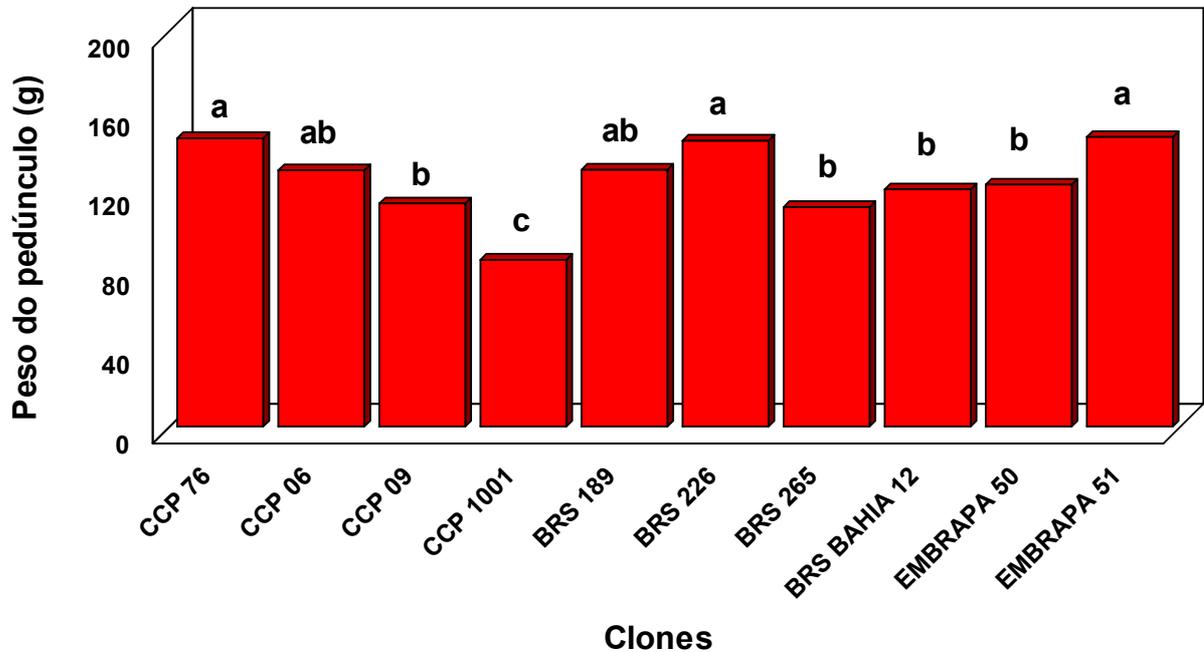


Figura 14 – Peso do pedúnculo de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.1.3 Peso da Castanha

O peso da castanha obtido nesse estudo variou de 6,97 a 14,14g, sendo verificada diferença estatística entre os clones (FIGURA 15), onde a média geral obtida entre os tratamentos foi de 10,25 g. Dos clones estudados 40 % mostraram valores acima da média geral.

Os clones BRS Bahia 12 (14,14 g) e Embrapa 51 (12,93 g) foram os que apresentaram maiores pesos de castanha, não diferindo estatisticamente entre si. Logo, esses dois clones devem ser bastante apreciados pelas indústrias beneficiadoras de castanha pelo excelente peso que os mesmos apresentam, originando amêndoas possivelmente de grande tamanho, de acordo com a classificação corresponde a uma quantidade de 90 frutos por quilograma. Podendo originar também amêndoas do tipo SLW (Special Large Whole).

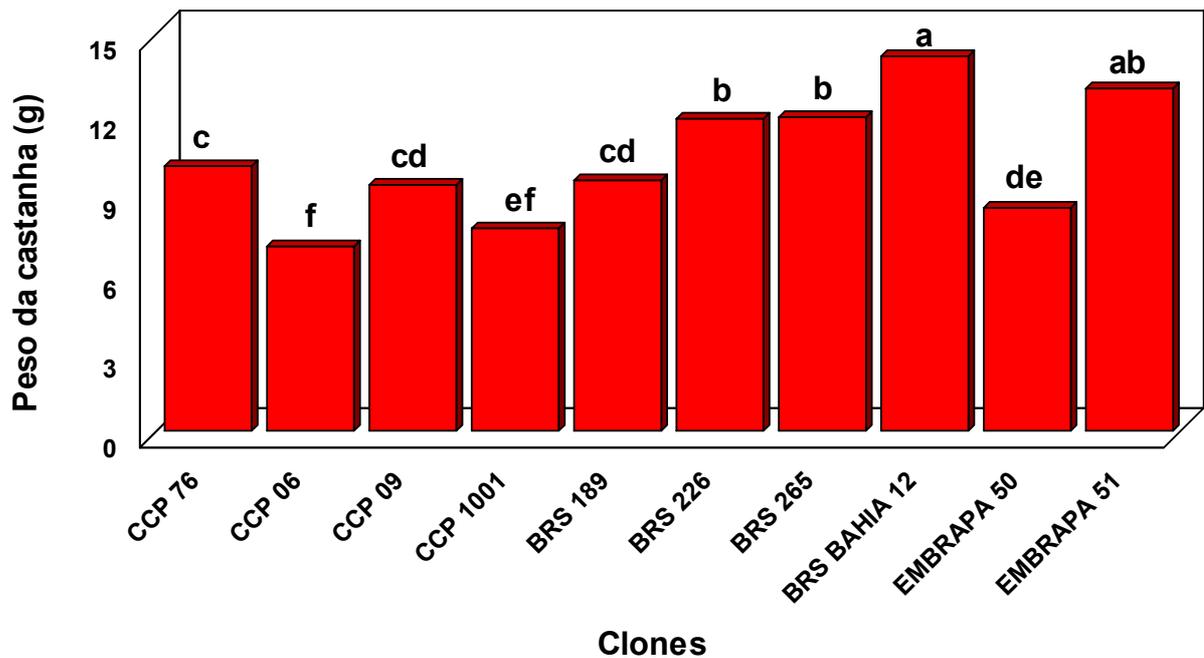


Figura 15 – Peso da castanha de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Já os clones que apresentaram menores valores de peso de castanha foram o CCP 06 (6,97 g) e o CCP 1001 (7,64 g), sendo esses valores praticamente a metade dos valores encontrados para os dois clones com maiores pesos de castanha (BRA Bahia 12 e Embrapa 51). Sendo possivelmente, esses clones não apreciados pelos industriais devido ao seu peso que reflete diretamente no tamanho da amêndoa que será obtida.

Figueiredo (2000), Pinto (1999) e Moura (1998) obtiveram para o clone CCP 76 os valores, respectivamente, de 8,82; 9,07; 9,01g. Pinto (1999) obteve 8,08 e 8,63, para os clones CCP 09 e CCP 1001. Para os clones CCP 09 e Embrapa 51, conforme Moura (1998), foi obtido peso de 8,57 e 10,46g. Esses valores são bem inferiores aos encontrados nesse estudo, com exceção do CCP 1001, que mostrou valor um pouco inferior ao encontrado por Pinto (1999).

De uma forma geral, o tamanho da castanha desses clones apresentaram valores superiores aos encontrados na literatura, conforme citado, mostrando assim, o potencial desses clones como matéria-prima para as indústrias de beneficiamento de castanha, com grande destaque para o BRS Bahia 12.

4.1.4 Tamanho

4.1.4.1 Diâmetro Basal

Conforme análise estatística houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os pedúnculos dos clones com relação ao diâmetro basal (FIGURA 16). A média geral obtida foi de 57,68 mm, cuja variação foi de 50,63 a 61,97 mm.

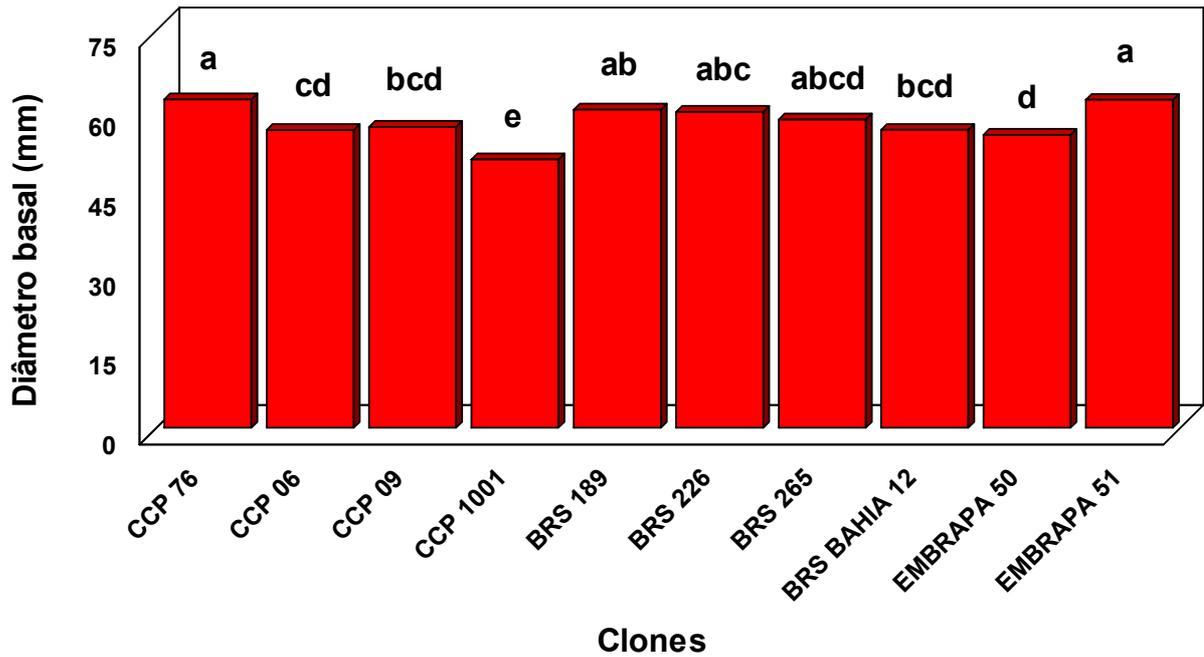


Figura 16 – Diâmetro basal de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os pedúnculos dos clones CCP 76, Embrapa 51, BRS 189, BRS 226 e BRS 265 apresentaram os maiores valores para essa variável, diferindo estatisticamente dos demais pedúnculos avaliados ao nível de 5% de probabilidade.

E o pedúnculo do clone CCP 1001 foi o que apresentou menor valor de diâmetro basal entre os clones estudados, diferindo estatisticamente dos outros tratamentos.

Conforme estudo realizado por Moura (1998) com nove clones obteve valor médio de diâmetro basal de 56,42mm. Pinto (1999) trabalhando com onze clones de cajueiro observou uma amplitude de variação de 48,7 a 59,6mm.. Gomes et al (2006) encontraram os maiores valores para os clones CCP 76, BRS 189, Embrapa 50 e Embrapa 51, respectivamente, 58,1; 57,6; 54,7 e 54,7mm.

De uma forma geral, os valores obtidos nesse experimento foram superiores aos encontrados na literatura, conforme citado acima.

4.1.4.2 Diâmetro Apical

A média geral obtida para o diâmetro apical entre os pedúnculos dos clones analisados foi de 44,09 mm, sendo a amplitude de variação de 37,08 a 49,59 mm. Houve assim diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5 % de significância (FIGURA 17).

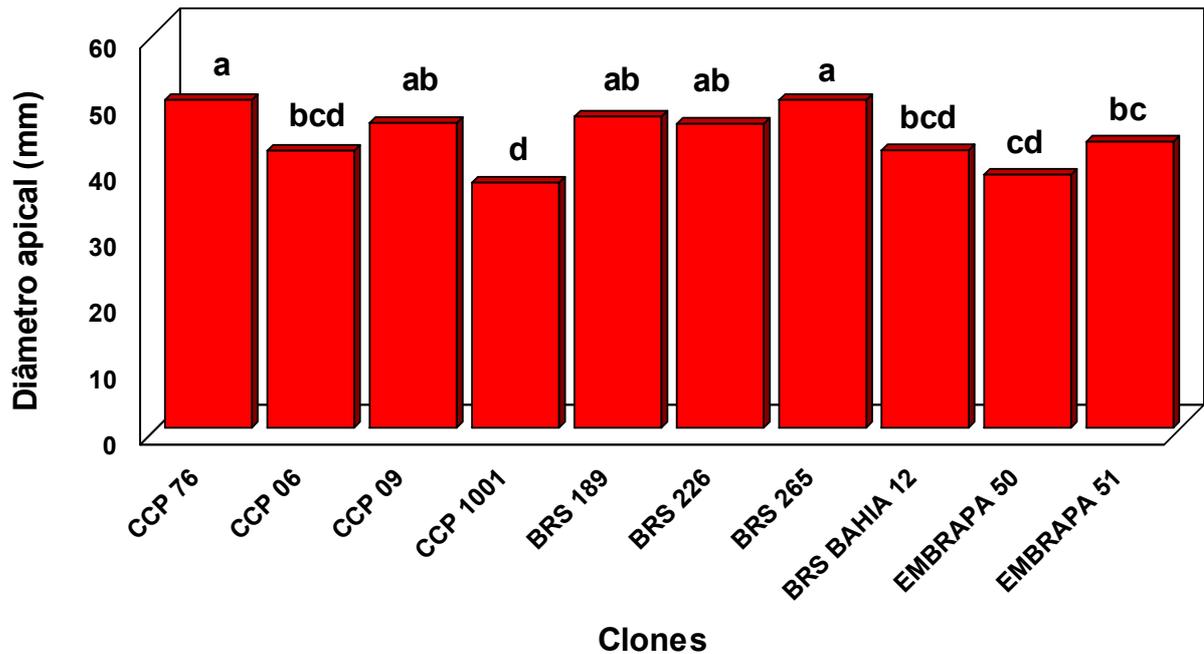


Figura 17 – Diâmetro apical de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os pedúnculos dos clones que apresentaram os menores valores de diâmetro apical foram o CCP 1001, Embrapa 50, CCP 06 e BRS Bahia 12, não diferindo estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Os maiores valores foram obtidos pelos clones BRS 265, CCP 76, BRS 189, CCP 09 e BRS 226, que não diferiram entre si.

Estando os todos os valores obtidos de acordo com a literatura. Moura (1998) obteve valor médio de 44,87mm. Pinto (1999) verificou uma variação de 32,40mm a 43,9mm. Gome et al. (2006) obtiveram os maiores valores para os clones BRS 189, CCP 76 e CCP 09 de 47,7; 46,6 e 42,8mm, respectivamente.

4.1.4.3 Comprimento

Conforme a análise de variância houve diferença estatística entre os pedúnculos dos clones para o comprimento ($p < 0,05$) (FIGURA 18), sendo a média geral de 75,14 mm e a variação entre os clones foi de 57,38 a 90,03 mm.

O BRS 265, o CCP 09 e o CCP 1001 foram os clones que apresentaram os menores comprimentos de pedúnculos dentre os estudados.

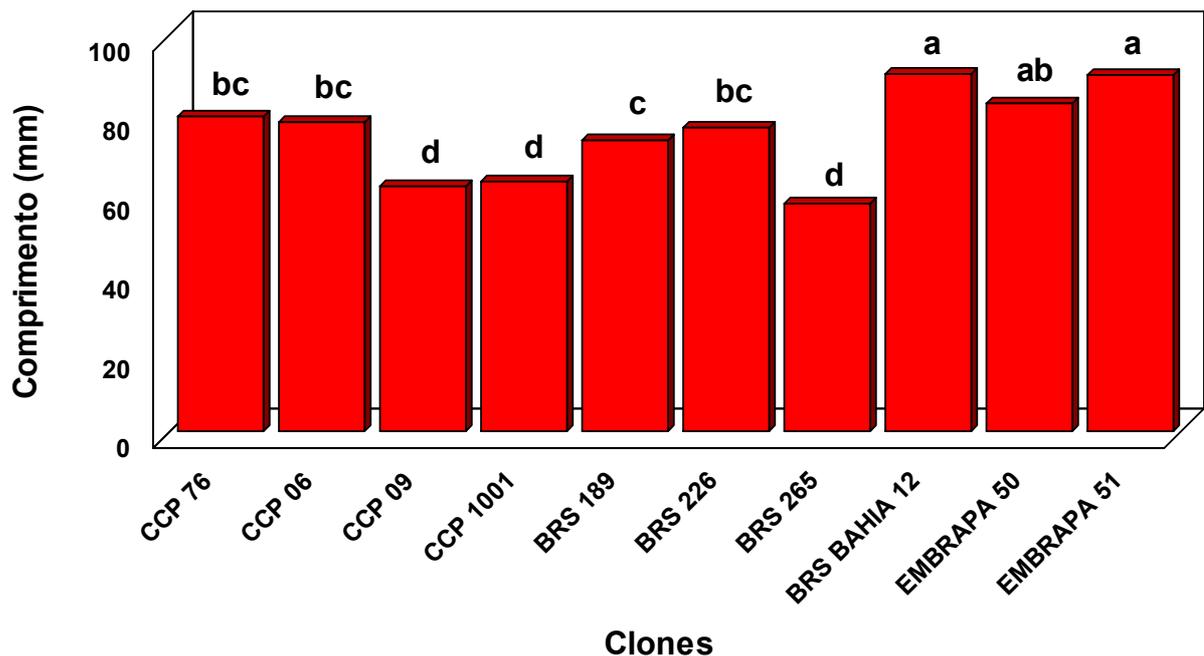


Figura 18 – Comprimento de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – Ce. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os clones que apresentaram os maiores comprimentos de pedúnculos foram: BRS Bahia 12 (90,03 mm), Embrapa 51 (89,74 mm) e Embrapa 50 (82,60 mm).

Conforme trabalho realizado por Gomes et. al. (2006) os comprimentos obtidos para os clones Embrapa 51, CCP 76 e Embrapa 50 foram, respectivamente, 82,10; 78,90 e 86,20 mm. Figueiredo (2000) obteve 82,24 mm para o CCP 76, Pinto (1999) determinou para os clones CCP 76, CCP 09 e CCP 1001, respectivamente, 73,20; 59,80 e 64,90 mm. Enquanto Moura (1998) obteve para os clones CCP 76, CCP 09 e Embrapa 51, os valores de 76,44; 59,98 e 74,09 mm, respectivamente. Com isso, os resultados obtidos nesse experimento foram

superiores aos determinados por Pinto (1999) e Moura (1998) e inferiores aos verificados por Gomes et al. (2006) e Figueiredo (2001).

4.1.5 Coloração

4.1.5.1 Luminosidade (L)

Conforme a análise de variância houve diferença significativa entre os tratamentos para o parâmetro luminosidade ao nível de 5 % de probabilidade (FIGURA 19), cuja a variação entre os pedúnculos dos clones foi de 49,41 a 75,18, sendo a média geral de 60,45.

A luminosidade ou brilho varia de 0 (preto) a 100 (branco). As amostras que possuem brilho superficial elevado são consideradas com valor próximo a 100.

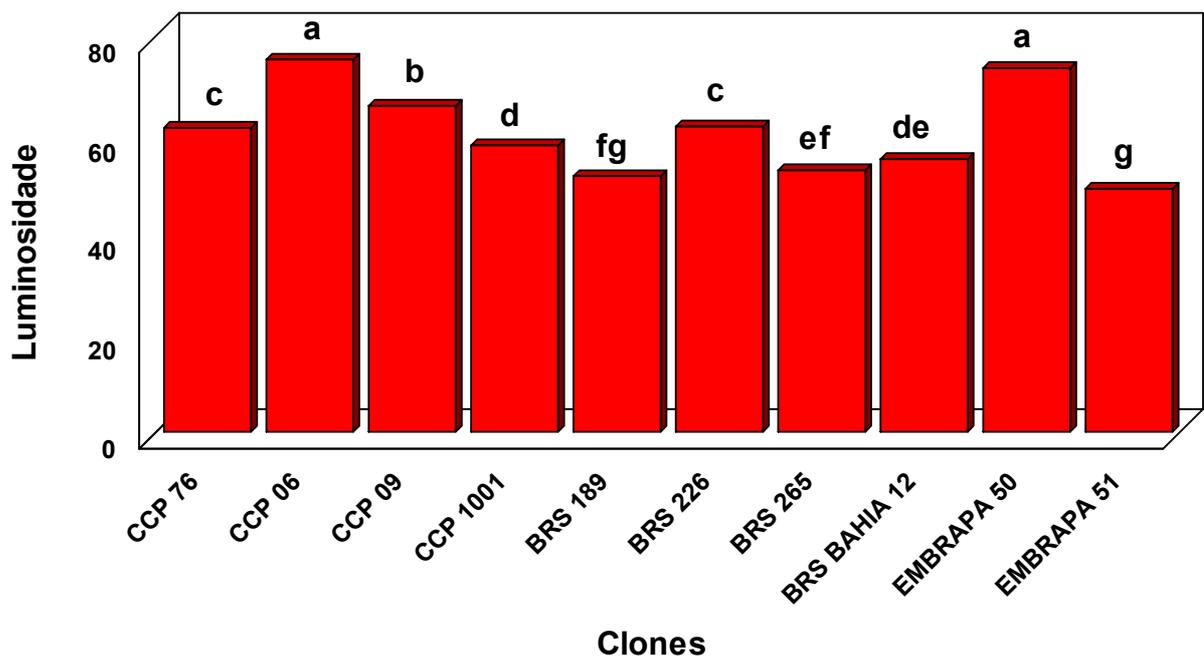


Figura 19 – Luminosidade (L) de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os pedúnculos dos clones CCP 06 e Embrapa 50 apresentaram os maiores valores de luminosidade, diferindo estatisticamente dos demais pedúnculos avaliados nesse experimento.

Os pedúnculos dos clones que apresentaram menores valores de luminosidade foram o Embrapa 51 e o BRS 189. Sendo esses resultados confirmados, pois os pedúnculos desses dois clones foram os que apresentaram coloração mais avermelhada entre os analisados nesse experimento, possuindo, conseqüentemente, menos brilho, quando comparados aos demais, por esses valores se situarem mais na região escura.

4.1.5.2 Cromaticidade (Croma)

De acordo com a análise de variância houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos (FIGURA 20). A amplitude de variação foi de 45,25 a 54,65, sendo a média geral de 48,43.

A cromaticidade representa a saturação da cor, ou seja, a sua intensidade, conforme Souza (2007). Os pedúnculos dos clones que apresentaram os valores de cromaticidade mais elevados foram o CCP 06 e o Embrapa 50, não diferindo entre si estatisticamente. Esses clones foram os que mostraram também, os maiores valores de luminosidade, conforme item anterior. Quanto maior o valor de croma, maior é a quantidade de pigmentos, com isso, esses clones possivelmente apresentarão os maiores teores de pigmentos.

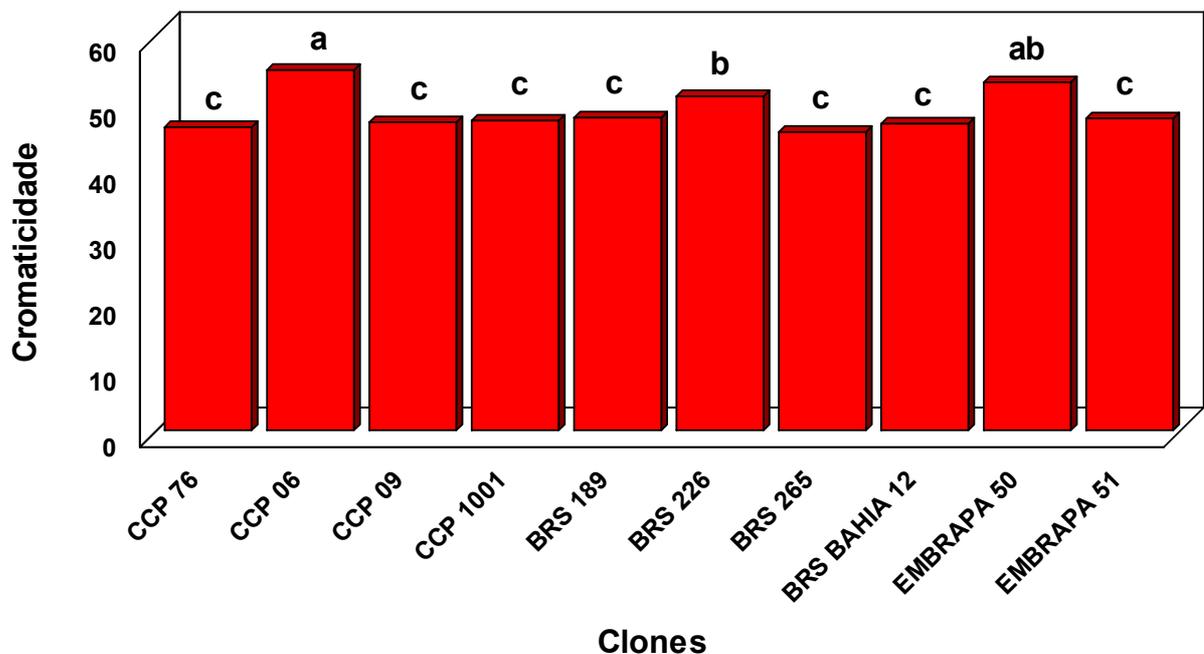


Figura 20 – Cromaticidade (C) de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Setenta por cento (70 %) dos pedúnculos dos clones analisados apresentaram os menores valores de croma, não diferindo estatisticamente entre si, ou seja, possuem a mesma intensidade de coloração.

Moura et al. (2005) obtiveram valor semelhante ao determinado nesse experimento, para a cromaticidade do clone CCP 76 (54,34), em estudo com quatro clones para avaliação da aparência e cor da película de pedúnculos de cajueiro anão precoce.

4.1.5.3 Ângulo Hue ($^{\circ}$ Hue)

A análise de variância mostrou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos, para o parâmetro ângulo Hue (FIGURA 21). Os valores obtidos variaram de 30,52 a 86,68, sendo a média geral de 52,42.

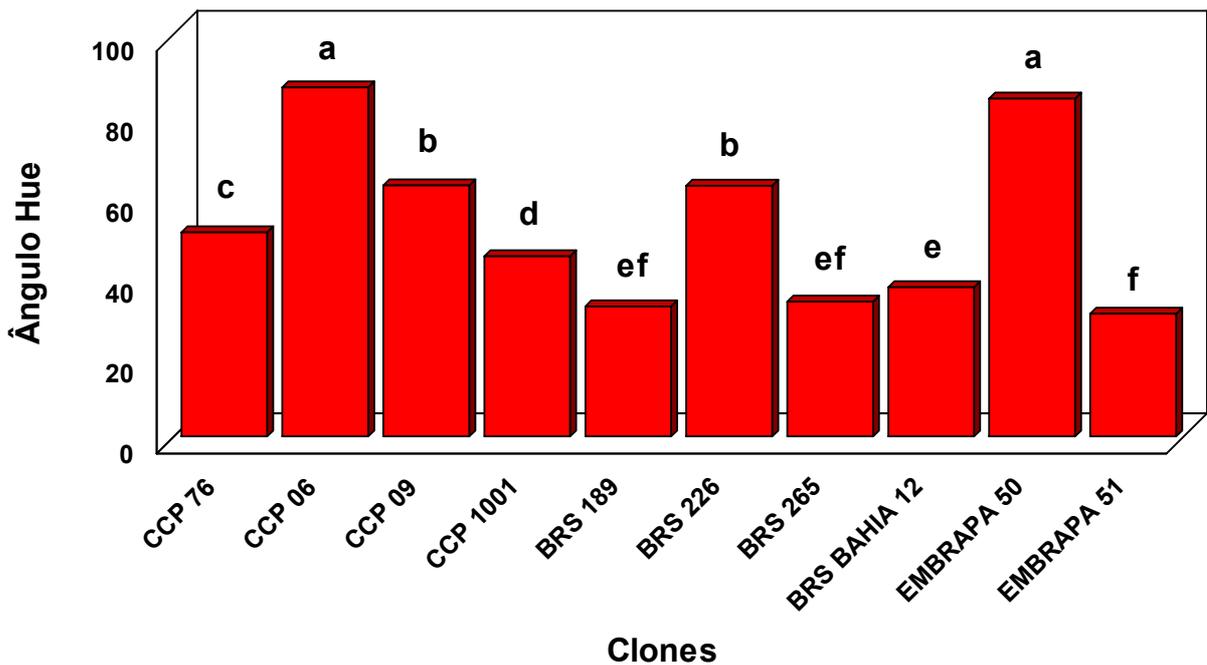


Figura 21 – Ângulo Hue (h) de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os valores de ângulo Hue variam de 0° a 360° . Para o caju amarelo e vermelho esse ângulo oscila de 0° a 90° . Os valores mais próximos de 0° apresentam coloração tendendo ao

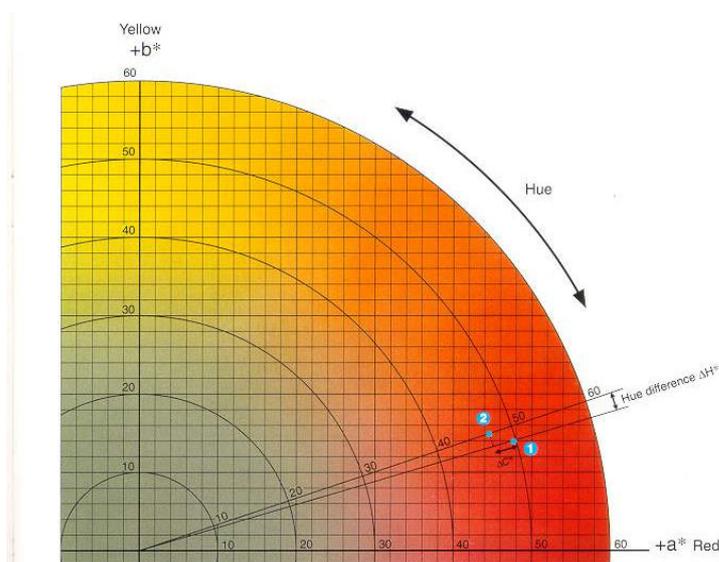


Figura 22 – Globo colorimétrico (diagrama ângulo Hue)

vermelho e os valores próximos de 90° possuem coloração amarelada, com isso, a região intermediária (45°) possui coloração alaranjada (FIGURA 22).

Os menores valores de ângulo Hue obtidos correspondem à coloração mais para avermelhada observados nos clones Embrapa 51, BRS 189 e BRS 265.

Os pedúnculos dos clones CCP 06 e Embrapa 50 foram os

que mostraram os maiores valores de ângulo Hue, ou seja, com coloração mais para o amarelado, sendo os resultados confirmados, pois esses dois clones, dentre os avaliados, foram os que possuíam coloração amarela bem intensa.

Sendo assim 60 % dos pedúnculos dos clones apresentaram a coloração da película variando da tonalidade laranja à tonalidade avermelhada, conforme as figuras 21 e 22, coloração essa mais apreciada pelo consumidor, pois esse prefere produtos de cores fortes e brilhantes, embora a cor, na maioria das vezes, não contribua para um aumento efetivo do valor nutritivo ou da qualidade comestível do produto, a coloração é considerada como o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor.

Esses pedúnculos também são mais apreciados pelos industriais, pois, a coloração é um dos importantes atributos de qualidade nos produtos destinados ao processamento. Na indústria, a intensidade da cor dos sucos é de fundamental importância, assim como, a obtenção de um produto com coloração uniforme e constante ao longo do processo e em todos os lotes fabricados.

Moura et al. (2005) em estudo com quatro clones para avaliar a aparência e cor da película de pedúnculos de cajueiro anão precoce, obtiveram valores semelhantes aos encontrados nesse experimento para o ângulo Hue dos clones CCP 76 (60,67) e BRS 189 (38,83).

4.1.6 Firmeza

A firmeza obtida em Newtons (N), conforme a ANOVA, apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, sendo a amplitude de variação de 8,19 a 13,61 N (FIGURA 23) e a média geral obtida foi de 10,46 N, onde 40% dos pedúnculos dos clones apresentaram valores de firmeza superiores a média geral obtida. Entre as determinações físicas, a firmeza foi que originou o maior coeficiente de variação, mostrando a grande variabilidade entre os pedúnculos com relação à resistência a danos mecânicos.

Os pedúnculos que apresentaram maiores valores de firmeza foram dos clones BRS 189, BRS Bahia 12, CCP 76 e BRS 265, respectivamente, 13,61; 12,52; 12,07 e 11,47 N, não diferindo entre si, estatisticamente. Esses pedúnculos podem ter uma maior vida útil pós-colheita, devido a uma maior resistência que os mesmos possuem contra danos físicos e/ou mecânicos, como machucamento, queda, pancada, por possuírem uma maior resistência a ação dessas forças mecânicas.

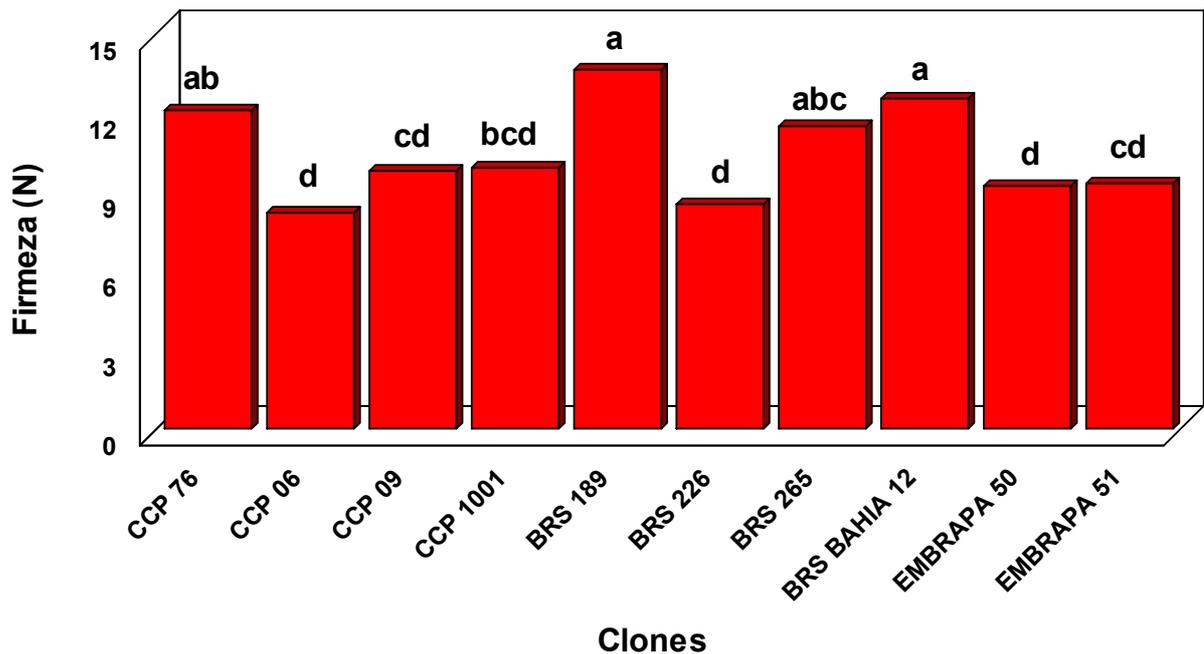


Figura 23 – Firmeza de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os demais pedúnculos apresentaram os menores valores, não diferindo estatisticamente entre si, possuindo assim, uma vida útil pós-colheita mais reduzida em comparação aos outros clones avaliados, por terem uma menor resistência à pressão mecânica, sendo possivelmente mais sensíveis a danos físicos.

Conforme estudos citados abaixo, nesse experimento todos os pedúnculos analisados mostraram valores de firmeza superiores aos encontrados pelos autores referenciados, sendo CCP 76 (12,07N); CCP 09 (9,78 N); CCP 1001 (9,90 N) e Embrapa 51 (9,32N). Figueiredo (2000) para o clone CCP 76 no estágio maduro verificou 8,51 N de firmeza. Moura (1998) obteve valores de firmeza de 5,83 N (CCP 76); 7,42 N (CCP 09) e 5,52 N (Embrapa 51). Pinto (1999) determinou 8,36 N (CCP 76); 8,85 N (CCP 09) e 8,67 N (CCP 1001).

Com isso, os pedúnculos dos clones comerciais analisados nesse experimento apresentam uma vida útil pós-colheita bem superior aos estudados anteriormente, pela maior resistência a ação de forças que podem causar danos físicos, conforme já comentado anteriormente, sendo de fundamental importância tanto para o consumo in natura, como para a industrialização, permitindo assim, um tempo maior para ser consumido e/ou processado sem sofrer alterações indesejáveis.

4.2 Determinações Químicas e Físico-Químicas

4.2.1 pH e Acidez Titulável

De acordo com a análise de variância, para o potencial hidrogeniônico (pH) não houve diferença estatística ao nível de 5 % de significância para os tratamentos avaliados nesse experimento (FIGURA 24), sendo verificada uma homogeneidade entre os pedúnculos dos clones estudados, uma vez que não diferiram estatisticamente entre si.

Todos os pedúnculos apresentaram pH acima de 4,00, sendo os mesmos considerados pouco ácidos.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) a capacidade tampão de alguns sucos e/ou polpas permite que ocorram grandes variações na acidez titulável, sem variações apreciáveis no pH, confirmando assim, o que se verificou nesse experimento. Apesar dos valores de pH não terem diferido estatisticamente, foi observada de acordo com a ANOVA uma diferença estatística ao nível de 5% para a variável acidez titulável (FIGURA 25).

A amplitude de variação da AT foi de 0,14 a 0,32 % de ácido málico, sendo a média geral de 0,24 %.

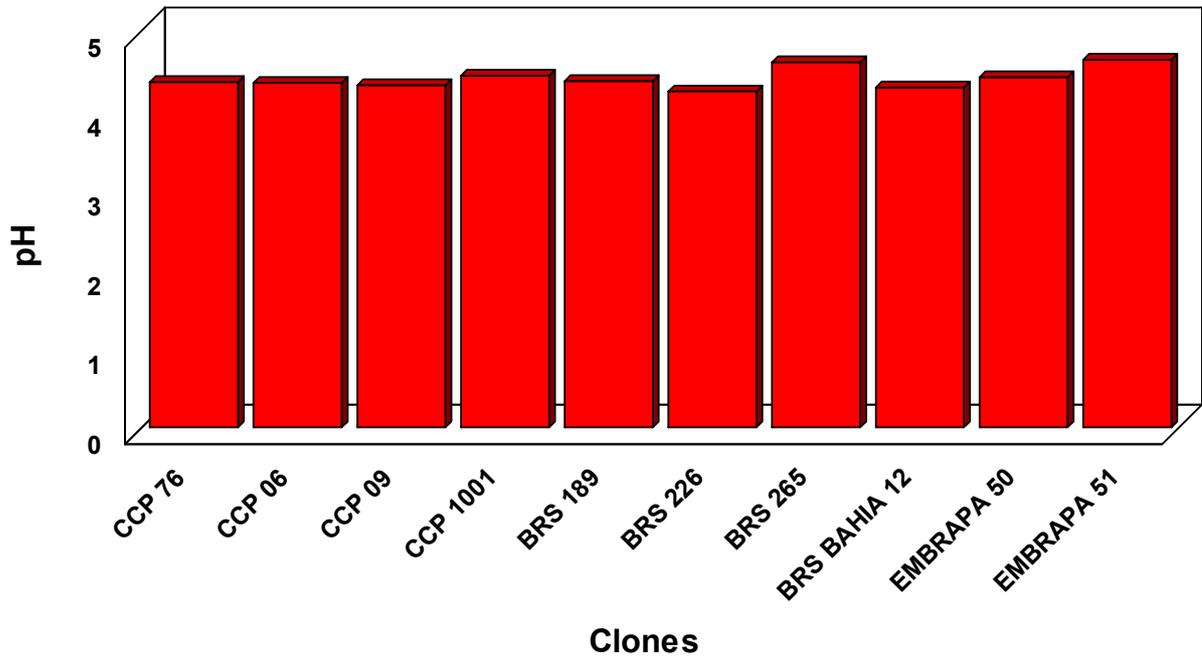


Figura 24 – Potencial Hidrogeniônico (pH) de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE.

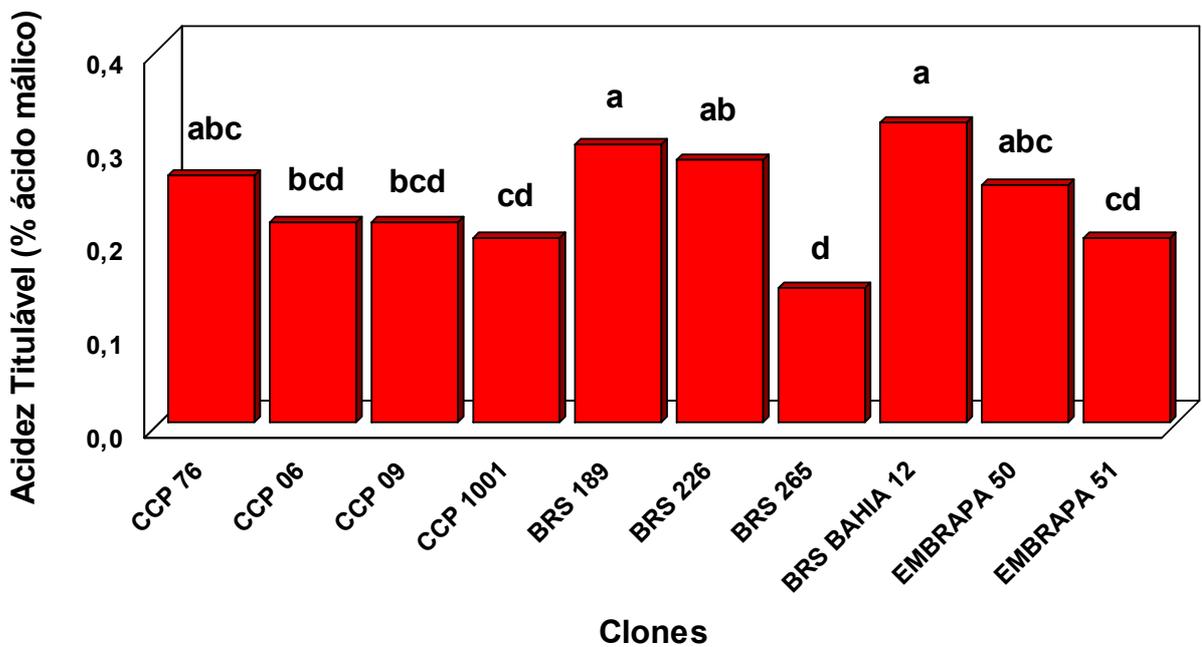


Figura 25 – Acidez Titulável (AT) de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os pedúnculos dos clones BRS Bahia 12, BRS 189, BRS 226, CCP 76 e Embrapa 50 apresentaram os maiores valores de acidez titulável, não diferindo entre si ao nível de 5% de significância, sendo os resultados, respectivamente, 0,32; 0,30; 0,28; 0,26 e 0,25% de ácido málico, com destaque para os clones BRS 189 e BRS Bahia 12 que apresentaram teores de acidez igual ou superior a 0,30 %.

Os demais pedúnculos mostraram valores mais baixos de AT, não diferindo entre si estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, onde o BRS 265 apresentou o menor teor, que foi de 0,14%, valor este mais de 50 % menor que o maior teor obtido. Sendo assim, 50% dos clones estudados mostraram os valores mais elevados de acidez para o pedúnculo e os 50% restante apresentaram os valores mais baixos de acidez titulável.

Gomes et al. (2006) obtiveram uma variação de 0,19 a 0,26% de acidez titulável. Damasceno Jr. e Bezerra (2002) e Souza et al. (2002) obtiveram valores de 0,28 e 0,23 %, respectivamente, para o clone CCP 76.

Simões et al. (2001) trabalhando com pedúnculo do clone CCP 76 em diferentes estádios de maturação verificaram valor de AT de 0,23 % para o estágio maduro. Figueiredo (2000) encontrou para clone CCP 76 no estágio de maturação comercial o valor de 0,29 %. Maia et al. (2004) encontraram resultados médios de 0,48 %, trabalhando com os clones CCP 06, CCP 1001 e CCP 76.

Todos os trabalhos citados, com exceção do realizado por Maia et al. (2004), apresentaram teores de acidez dentro da média obtida nesse experimento.

Com relação ao pH, os valores determinados nesses trabalhos citados foram semelhantes aos obtidos experimentalmente, mostrando assim a homogeneidade dos pedúnculos com relação a essa variável.

4.2.2 Sólidos Solúveis

Os sólidos solúveis expressos em °Brix variaram de 10,47 a 12,90 °Brix, sendo verificada diferença estatística ao nível de 5% de significância (FIGURA 26). A média geral obtida foi de 11,72 °Brix, estando 60% dos tratamentos acima da média geral obtida.

Os pedúnculos dos clones que apresentaram os maiores valores de sólidos solúveis foram: CCP 09, BRS 226, CCP 1001, BRS 189, BRS Bahia 12 e CCP 06, com resultados de 12,90; 12,63; 12,47; 12,17; 12,03 e 11,83° Brix, respectivamente.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) existe uma relação direta entre a quantidade de sólidos solúveis e a concentração de açúcares solúveis totais (AST), possivelmente esses pedúnculos apresentarão teores mais elevados de AST em relação aos demais. Dentre esses, o pedúnculo do clone CCP 09 foi o que mais se destacou, por apresentar o maior valor 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 SS, como na maioria das vezes é representada pelos AST, o sabor adstringente, não muito apreciado pelo consumidor, é mascarado devido a presença desses açúcares solúveis, prevalecendo assim, o sabor doce, que é mais agradável para o paladar de grande parte dos consumidores.

Os pedúnculos dos clones BRS 265, Embrapa 50, Embrapa 51 e CCP 76 apresentaram os menores valores de sólidos solúveis entre os clones estudados, não diferindo entre si estatisticamente ao nível de 5% de significância, possuindo assim, uma menor concentração de açúcares solúveis totais em relação aos demais clones avaliados nesse experimento.

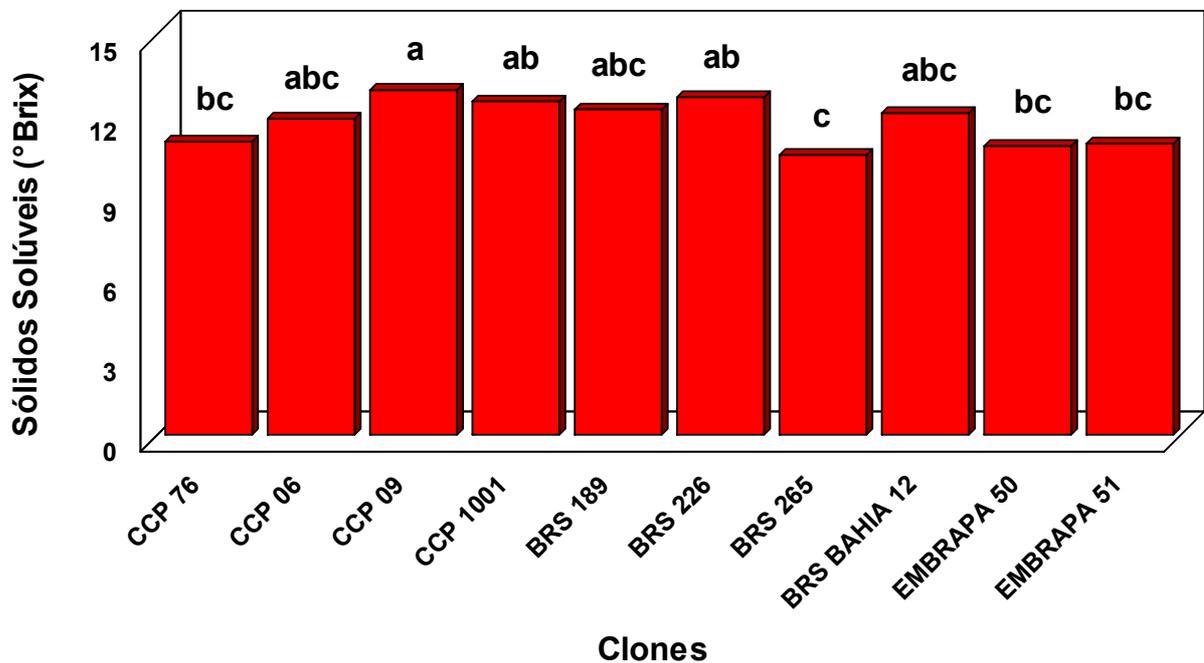


Figura 26 – Sólidos Solúveis (SS) de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Nesse estudo foram obtidos valores de SS um pouco superiores aos encontrados por Maia et. al. (2004), que determinaram teores de SS para os clones CCP 76, CCP 1001 e CCP 06 de 10,76; 10,04 e 9,74 °Brix, respectivamente.

Trabalhos realizados por Gomes et al. (2006), Damasceno Jr. e Bezerra (2002) mostraram teores de 12,61 e 12,45 °Brix, valores próximos aos encontrados nesse experimento, e também dentro da faixa ótima de doçura descrita por Filgueiras et al. (2002), como acima de 10°Brix.

4.2.3 Relação SS/AT

Conforme a ANOVA, a relação SS/AT apresentou diferença estatística ao nível de 5% de significância para os clones estudados (FIGURA 27), variando de 37,60 a 74,32, sendo a média geral de 52,01, estando 50% dos pedúnculos dos clones com valores acima dessa média.

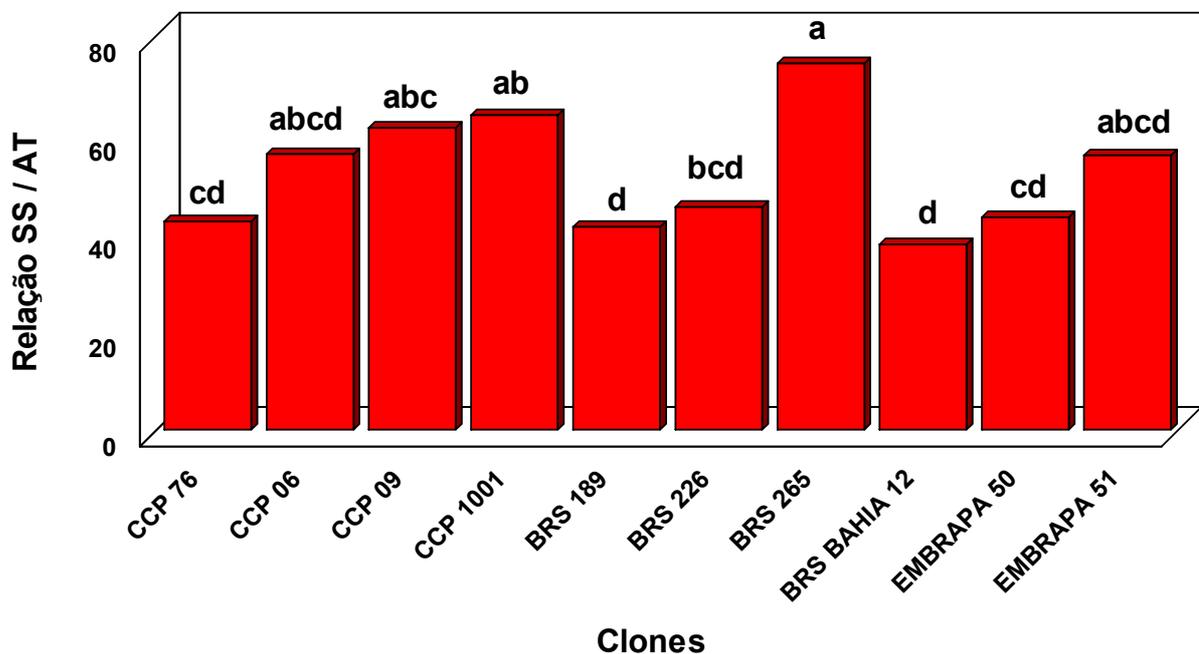


Figura 27 – Relação SS/AT de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os pedúnculos dos clones BRS 265, CCP 1001, CCP 09, CCP 06 e Embrapa 51 apresentaram os maiores valores de relação SS/AT, 74,32; 63,78; 61,23; 55,89 e 55,63, respectivamente. Como essa relação dá uma boa idéia do equilíbrio entre esses componentes: sólidos solúveis e acidez titulável. Quanto maior for essa relação, mais representativa é a quantidade de sólidos na forma de açúcares em relação à quantidade de ácidos orgânicos presentes no fruto. Logo, esses cinco clones apresentam maior grau de doçura em relação aos demais estudados, com grande destaque para o clone BRS 265, que apresentou o maior valor. Este clone apresentou também o menor valor de AT e o maior valor de SS, teores esses que contribuíram significativamente para esse valor tão alto da relação SS/AT, caracterizando-o com alto teor de doçura e pouco ácido.

Gomes et al. (2006) verificaram que o pedúnculo do clone Embrapa 50 apresentou 48,92 de SS/AT. Pinto (1999), Moura (1998) e Damasceno Jr. e Bezerra (2002), obtiveram 46,28; 49,94, e 66,11 para o CCP 76, respectivamente. Nesse estudo foi encontrado valor semelhante para o pedúnculo do clone Embrapa 50 e valor inferior aos reportados para o pedúnculo do clone CCP 76.

4.2.4 Açúcares Solúveis Totais

Os açúcares solúveis totais expressos em %, conforme a análise de variância, apresentaram diferença estatística ao nível de 5% de significância (FIGURA 28). O valor mínimo obtido foi de 6,36 % e o máximo foi de 10,51 %. A média geral obtida entre os pedúnculos dos clones estudados foi de 8,95 %.

Os pedúnculos dos clones Embrapa 51, BRS 265 e CCP 06 apresentaram os menores valores de AST, sendo o Embrapa 51 o clone que apresentou menor teor de AST, diferindo estatisticamente dos demais pedúnculos estudados.

O CCP 1001, o CCP 09 e o BRS 226 apresentaram os maiores teores de açúcares solúveis totais, respectivamente, 10,51; 10,29 e 9,62 %. Os três clones que mostraram os maiores valores de AST, também foram os que apresentaram os teores mais elevados de SS, comprovando a relação direta entre esses dois parâmetros para os pedúnculos dos clones avaliados. O pedúnculo do clone CCP 1001 foi o que apresentou o maior valor de AST, entre os pedúnculos estudados nesse experimento e o terceiro maior teor de SS.

De uma forma geral, os pedúnculos desses três clones pelos elevados teores de SS e AST que apresentaram, são excelentes para uso como matéria-prima para indústrias processadoras de polpas e sucos pelo alto rendimento que os mesmos podem ter. Além de serem também apreciados pelos consumidores para o consumo in natura, devido a quantidade de SS que está realmente representada pelos AST, fazendo o sabor doce prevalecer em relação ao sabor ácido, sendo este último característico dos pedúnculos de cajueiro.

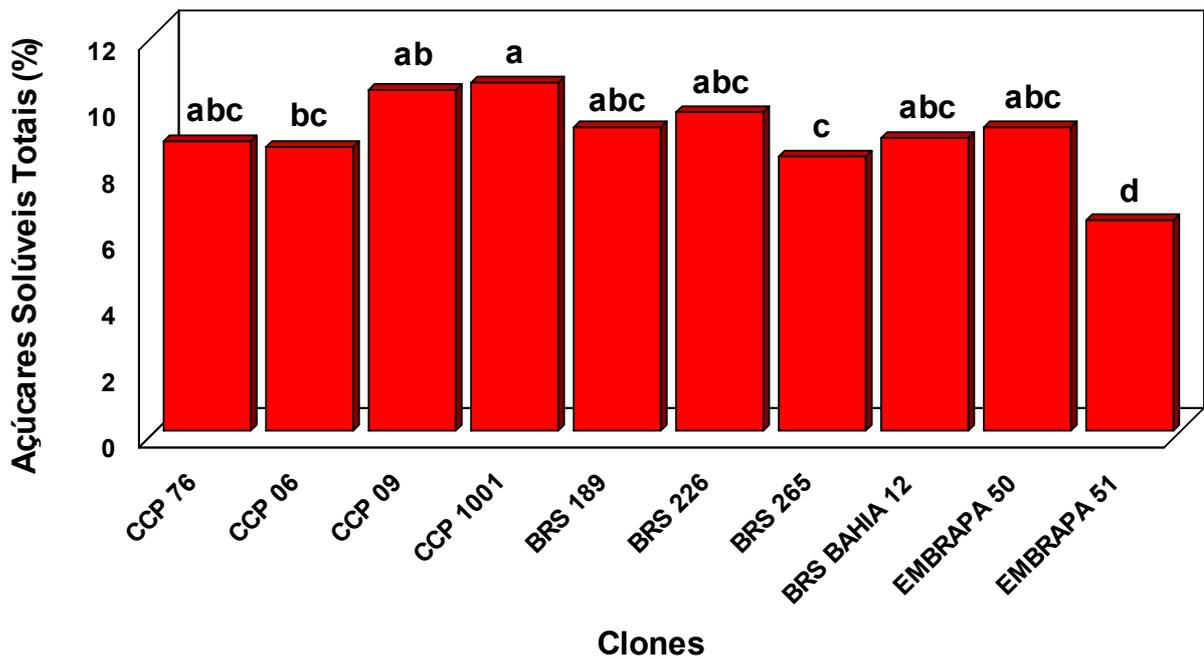


Figura 28 – Açúcares Solúveis Totais (AST) de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro ano precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Moura (1998) obteve para os pedúnculos dos clones CCP 76, CCP 09 e Embrapa 51, teores de 11,71; 9,82 e 9,24 %. Sendo verificado nesse estudo um maior teor para o CCP 09 e menores teores para os clones CCP 76 e Embrapa 51.

Os resultados obtidos nesse experimento foram semelhantes aos descritos por Maia et al. (2004), que obtiveram para os pedúnculos dos clones CCP 76, CCP 1001 e CCP 06, os valores de 8,74; 9,67 e 8,55 % de açúcares solúveis totais.

4.2.5 Vitamina C

De acordo com a análise de variância, houve diferença estatística significativa ao nível de 5 % de probabilidade entre os pedúnculos dos clones (FIGURA 29). A variação obtida foi de 142,21 a 270,04 mg de ácido ascórbico/100g de polpa, uma diferença de praticamente o dobro do maior valor para o menor valor obtido, sendo a média geral de 209,14 mg/100g.

Os pedúnculos dos clones BRS 265, Embrapa 51 e CCP 09 foram os que mostraram os menores teores de vitamina C, não diferindo estatisticamente entre si, cujos resultados foram bem abaixo da média geral obtida nesse experimento.

Os pedúnculos que apresentaram os maiores teores de vitamina C foram dos clones BRS 189 e o BRS Bahia 12, respectivamente, 270,04 e 254,34 mg de ácido ascórbico/100g de polpa, mais de 100 mg a mais de ácido ascórbico em relação aos que possuíram menores valores. Esses dois clones podem ser considerados excelentes fontes de vitamina C, sendo indicados tanto para o consumo in natura, como também, para a industrialização, pela elevada quantidade desse micronutriente, que deve ser ingerido diariamente e é bastante importante para o bom desempenho de nossas funções vitais.

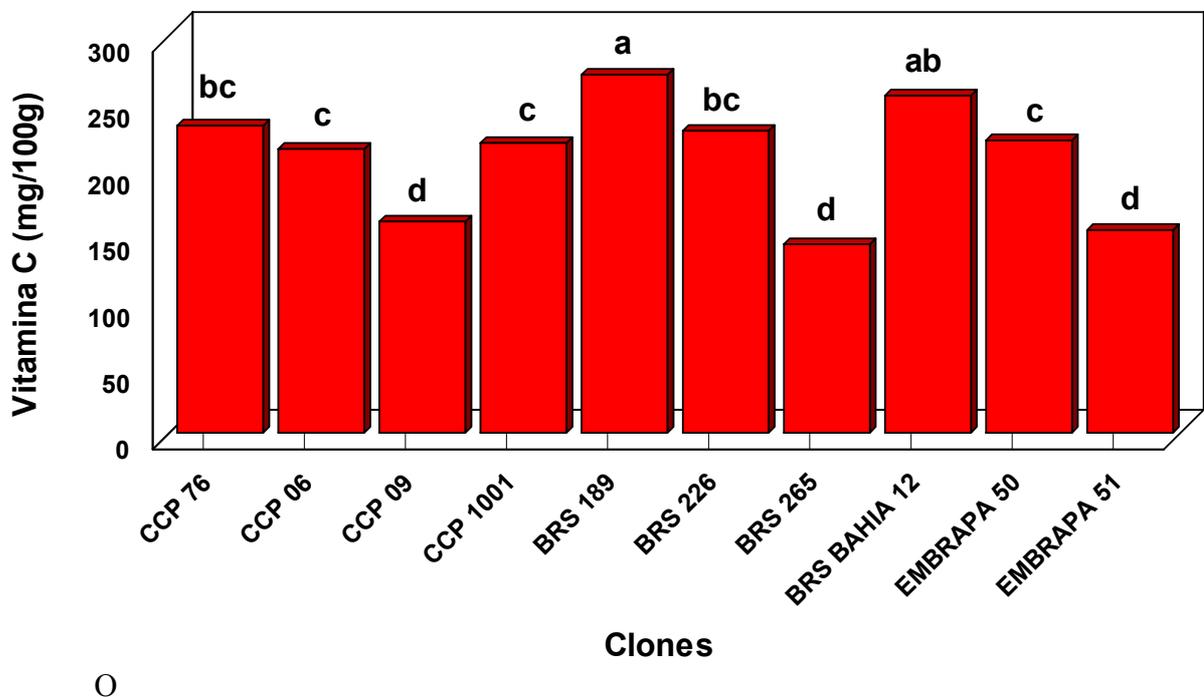


Figura 29 – Vitamina C de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Maia et al. (2004) para os pedúnculos dos clones CCP 76, CCP 1001 e CCP 06, relataram valores de 158,26; 157,64 e 153,20 mg/100g, respectivamente.

Simões et al. (2001) determinaram para o pedúnculo do clone CCP 76 valor de 240,44 mg/100g, enquanto Aguiar (2001) encontrou 176,89 mg/100g para o mesmo clone. Pinto (1999) relatou teores de 167,44; 113,58 e 134,81 para os clones CCP 76, CCP 09 e CCP 1001, respectivamente. Moura (1998) obteve 213,47; 160,34 e 175,25 mg/100g de vitamina C para os pedúnculos clones CCP 76, CCP 09 e Embrapa 51, respectivamente.

Conforme comentado, os teores de vitamina C obtidos nesse trabalho foram bem superiores aos relatados pelos autores citados, mostrando assim, que os pedúnculos desses clones comerciais são excelentes fontes de vitamina C.

4.2.6 Carotenóides Totais

Os carotenóides totais obtidos nesse experimento variaram de 0,22 a 0,93 mg/100g. Sendo verificada diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$) (FIGURA 30). A média geral obtida foi de 0,41 mg/100g e o coeficiente de variação de 21,83 %.

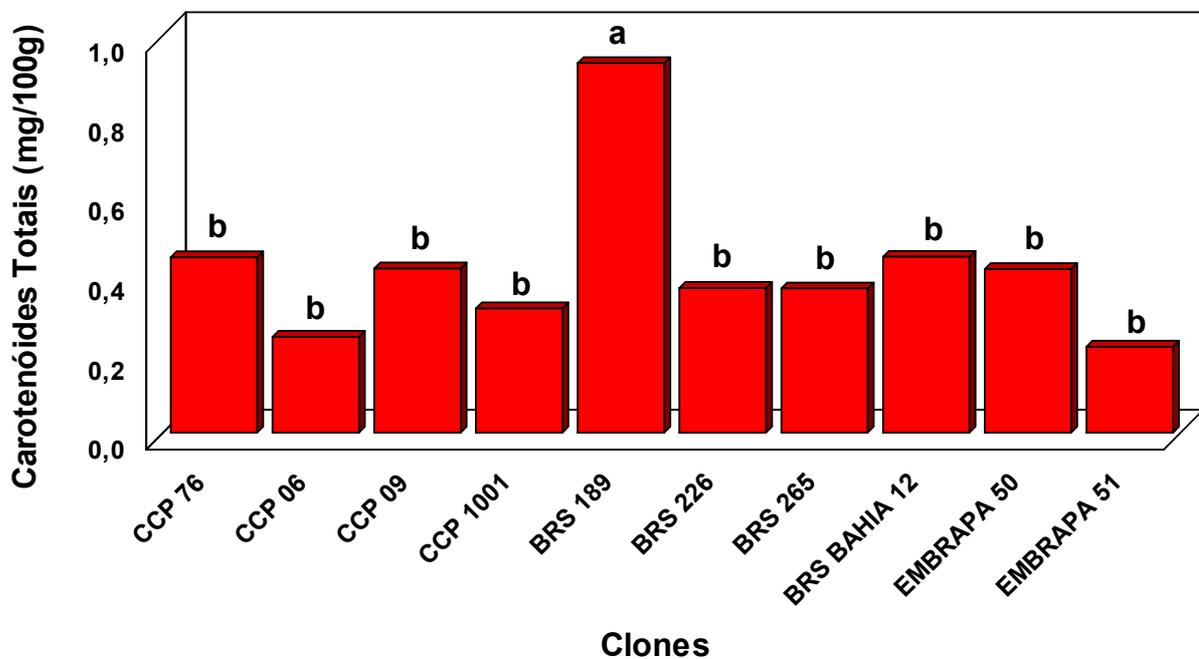


Figura 30 – Carotenóides Totais de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O pedúnculo do clone BRS 189 apresentou o maior valor dentre os pedúnculos estudados, diferindo estatisticamente dos demais ao nível de 5% de significância, valor esse quatro vezes maior que o valor mais baixo encontrado e mais que o dobro da média geral determinada. Sendo assim, apesar do pedúnculo de cajueiro não ser considerado como uma excelente fonte de carotenóides, esse clone pode ser considerado como uma boa fonte deste componente, devido ao elevado teor que o mesmo apresentou em comparação aos demais avaliados nesse experimento. Sendo esse clone indicado para o consumo in natura e para o processamento industrial.

Dentre as frutas consideradas como excelentes fontes de carotenóides totais temos o açaí, que segundo Souza (2007) em seu trabalho com oito progênies de açazeiro, apresentou média em torno de 5,07 mg/100 g, assim como a goiaba vermelha (6,21 mg/100 g), a manga (1,91 a 2,63 mg/100g) e o mamão (0,85 mg/100g) (GODOY e RODRIGUEZ-AMAYA, 1998). O clone BRS 189 nesse estudo apresentou valor superior ao do mamão relatado por Godoy e Rodriguez-Amaya (1998), conforme acima, que é considerada uma fruta rica em carotenóides totais, com isso, esse clone pode ser considerado também uma excelente fonte desses compostos.

Cavalcante et al. (2003) em estudo com sucos de caju e cajuína encontraram teores de carotenóides de 0,32 e 0,0006 mg/100g, respectivamente, estando esses valores dentro da faixa dos encontrados neste estudo para alguns clones. Figueiredo (2000) obteve para o clone CCP 76 nos estádios de maturação 6 e 7 o valor médio de 32,00 mg/100g, teor bem superior ao encontrado nesse estudo.

Moura Fé et al. (1972) encontraram teores mais elevados de carotenóides totais em pedúnculos de cajueiro de coloração amarela (0,29 mg/100g) em relação aos de coloração vermelha (0,22 mg/100g). Não sendo verificado o mesmo nesse estudo, pois o clone que apresentou maior valor de carotenóides totais foi o BRS 189, que possui coloração vermelha.

4.2.7 Antocianinas Totais

Para a variável antocianinas totais, foi verificada diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os pedúnculos dos clones avaliados (FIGURA 31, cuja amplitude de variação foi de 0,39 a 23,42 mg/100g. Com média geral de 11,07 mg/100g e coeficiente de variação de 38,00%, este coeficiente de variação foi o mais elevado entre os parâmetros analisados, mostrando assim, a grande variabilidade entre os tratamentos para esse componente.

Os pedúnculos dos clones Embrapa 50 e CCP 06 apresentaram os valores mais baixos de antocianinas totais, dentre os materiais avaliados, sendo verificado que esses valores estão relacionados inversamente com o ângulo Hue para os pedúnculos estudados, pois os pedúnculos dos dois clones que apresentaram os menores teores de antocianinas totais foram os dois clones que também mostraram os maiores valores de ângulo Hue.

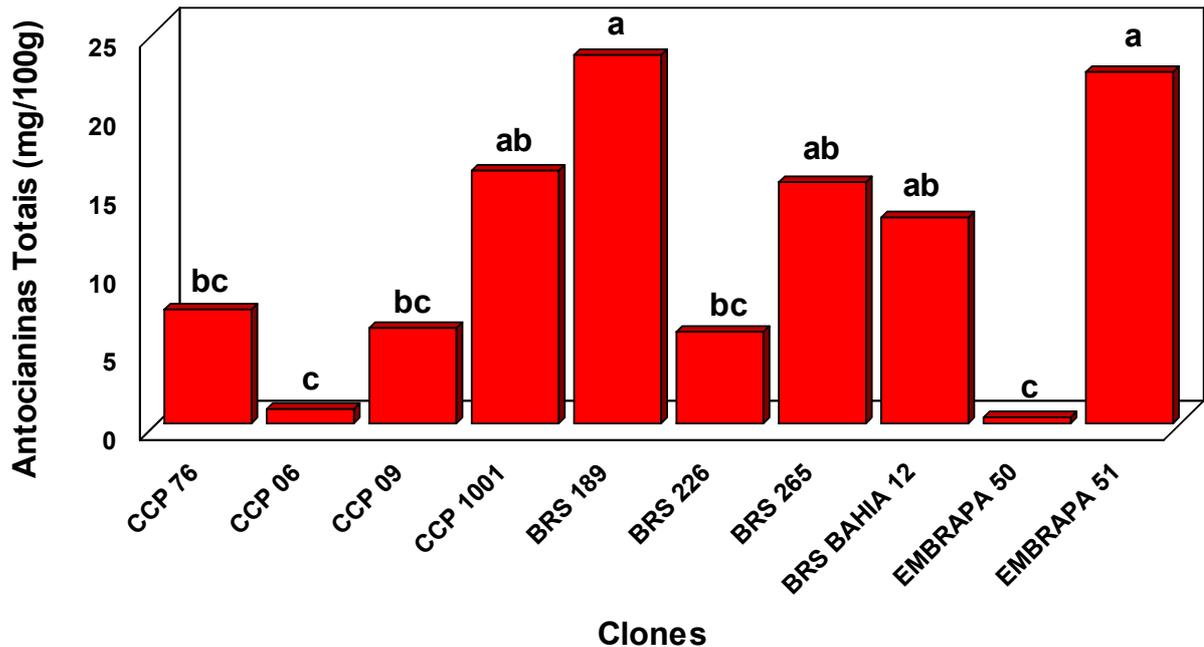


Figura 31 – Antocianinas Totais de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os pedúnculos dos clones BRS 189 e Embrapa 51 foram os que mostraram os mais elevados teores de antocianinas totais, sendo respectivamente, 23,42 e 22,35 mg/100g, não diferindo estatisticamente entre si e com os pedúnculos dos clones CCP 1001, BRS 265 e BRS Bahia 12. Foi verificada uma relação inversa desse pigmento com o ângulo Hue, também para os valores mais elevados de antocianinas totais, pois os pedúnculos dos três clones que apresentaram os maiores teores de antocianinas foram também os que mostraram os valores mais baixos de ângulo Hue.

Como as antocianinas totais foram extraídas da película dos pedúnculos dos clones, era esperado uma relação inversa desses pigmentos com o parâmetro ângulo Hue, que representa a tonalidade ou nuances das cores, pela tonalidade vermelha mais característica das antocianinas situar-se nos valores de ângulos mais baixos.

Em estudo realizado por Moura et al. (2001) foi verificada uma variação de 17,56 a 76,07 mg/100g de antocianinas na película do caju. Esses valores foram superiores aos encontrados nesse experimento, possivelmente pelo fato do autor ter extraído de uma região selecionada de coloração mais predominante. E no presente estudo a película foi removida de um quarto de sete pedúnculos de cajus de cada clone, representando a película dos pedúnculos como um todo.

Aguiar (2001) determinou antocianinas totais variando de 6,93 a 19,74 mg/100g, sendo seu resultado mínimo superior ao observado nesse experimento, mas seu valor máximo inferior ao obtido nesse estudo.

Apesar de não ser uma excelente fonte de antocianinas totais, como o açaí conforme Souza (2007), que apresentou média de 108,90 mg/100g, os clones BRS 189 e Embrapa 51 podem ser considerados boas fontes desse pigmento, quando comparados com frutos como a acerola que de acordo com Souza et al. (2004) apresentou variação de 4,84 a 13,80 mg/100g, sendo a acerola considerada uma boa fonte de antocianinas. Com isso, podemos concluir que os pedúnculos desses dois clones são também boas fontes desse composto bioativo, que assim como outros possuem excelente ação antioxidante.

4.2.8 Flavonóides Amarelos

Conforme a ANOVA, houve diferença estatística ao nível de 5 % de probabilidade para os compostos flavonóides amarelos (FIGURA 32), apresentando média geral de 46,51 mg/100g, onde o teor mínimo foi de 30,14 mg/100g e teor máximo de 75,19 mg/100g.

Os pedúnculos dos clones CCP 09, BRS 265, Embrapa 50 e BRS 226 apresentaram os menores valores de flavonóides amarelos, não diferindo estatisticamente entre si e entre os clones CCP 76, BRS 189 e CCP 06.

Já os pedúnculos dos clones CCP 1001, Embrapa 51 e BRS Bahia 12 apresentaram os mais elevados teores desses constituintes. Com grande destaque para os dois primeiros, com valores, de 75,19 e 73,30 mg/ 100g, respectivamente. Os pedúnculos desses dois clones podem ser considerados boas fontes de flavonóides amarelos, além de serem também boas fontes de antocianinas totais.

Nesse estudo, os teores de flavonóides amarelos obtidos foram inferiores aos encontrados por Moura et al. (2001) que obtiveram variação de 80,62 a 129,69 mg/100g e

média de 105,12 mg/100g, possivelmente pelo mesmo motivo já citado na discussão de antocianinas totais.

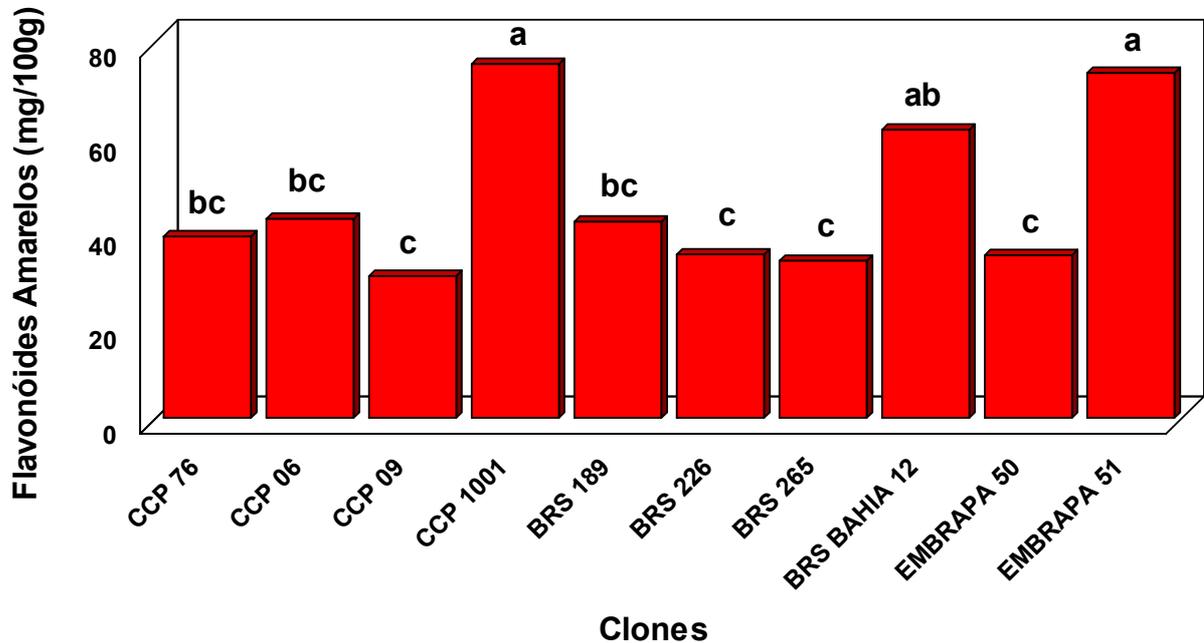


Figura 32 – Flavonóides Amarelos de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.2.9 Taninos Condensados

Para os compostos taninos condensados, houve diferença significativa ($p < 0,05$) (FIGURA, 33), a média geral foi de 8,05 mg de catequina/100g de polpa, onde a amplitude de variação foi de 5,67 a 11,23 mg/100g.

O pedúnculo do clone CCP 1001 apresentou o maior valor de taninos condensados entre os clones avaliados, diferindo estatisticamente apenas dos pedúnculos dos clones Embrapa 51, BRS 226 e Embrapa 50.

Agostini-Costa et al. (2003) determinaram no caju, em estudo com sete clones de cajueiro anão-precoce valores variando de 120 a 290 mg/100g, bem superiores aos obtidos nesse experimento, possivelmente por não ter sido utilizado o mesmo método laboratorial para extração, impossibilitando assim a comparação dos resultados, pela inexistência de um método em comum.

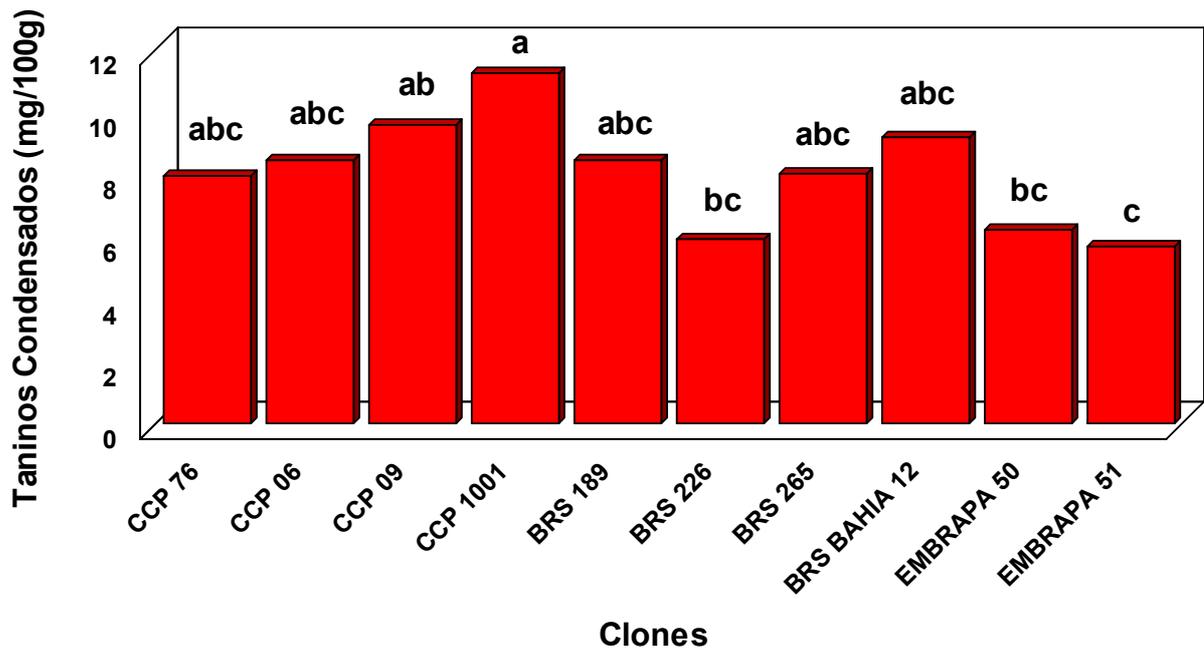


Figura 33 – Taninos Condensados de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Já Campos et al. (2002), verificaram taninos e taninos condensados em polpas e sucos de caju clarificado sendo obtidos, respectivamente, 0,64; 0,71 e 0,18; 0,20 mg/100g, valores esses bem inferiores aos encontrados nesse estudo, possivelmente por esses produtos serem industrializados, havendo perdas desses compostos, provavelmente, durante o processamento.

4.2.10 Polifenóis Extraíveis Totais

Conforme a ANOVA, foi verificada diferença estatística significativa ($p < 0,05$) para os compostos polifenóis extraíveis totais (FIGURA 34), com média geral de 152,30 mg de ácido gálico/100g de polpa, tendo teor mínimo de 99,53 mg/100g e teor máximo de 236,97 mg/100g.

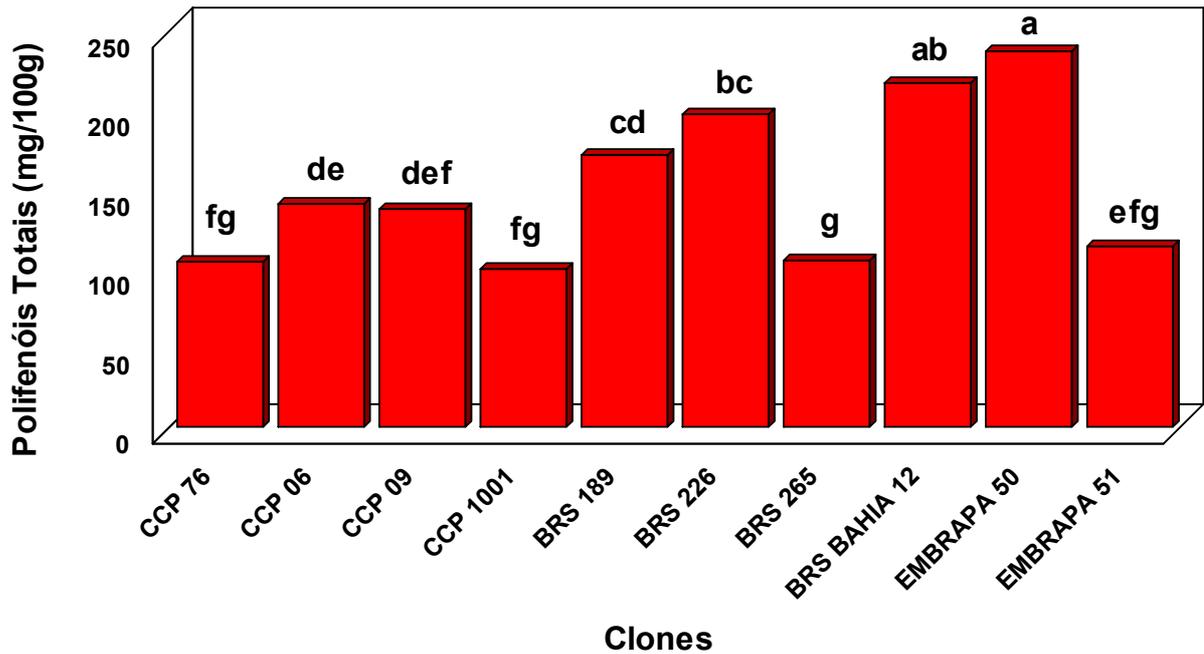


Figura 34 – Polifenóis Extraíveis Totais de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O pedúnculo do clone BRS 265 foi o que mostrou menor valor para esses compostos, não diferindo estatisticamente entre os clones: CCP 76, CCP 1001 e Embrapa 51.

O Embrapa 50 e o BRS Bahia 12 foram os clones que apresentaram os teores mais elevados de polifenóis totais, dentre os clones estudados nesse experimento, sendo considerados excelentes fontes de polifenóis totais, que são os principais compostos com ação antioxidante, de acordo com diversas literaturas.

Cavalcante et al. (2003) identificaram 11,9 mg/100g de fenólicos totais em suco de caju e 8,6 mg/100g em cajuína. Melo et al. (2006) detectaram 295,25 mg/100g de polifenóis totais e flavonóides totais em torno de 3,36 mg/100g, valor esse próximo ao determinado para o clone Embrapa 50, o qual apresentou o valor mais elevado de polifenóis, dentre os clones avaliados.

4.3 Atividade Antioxidante Total

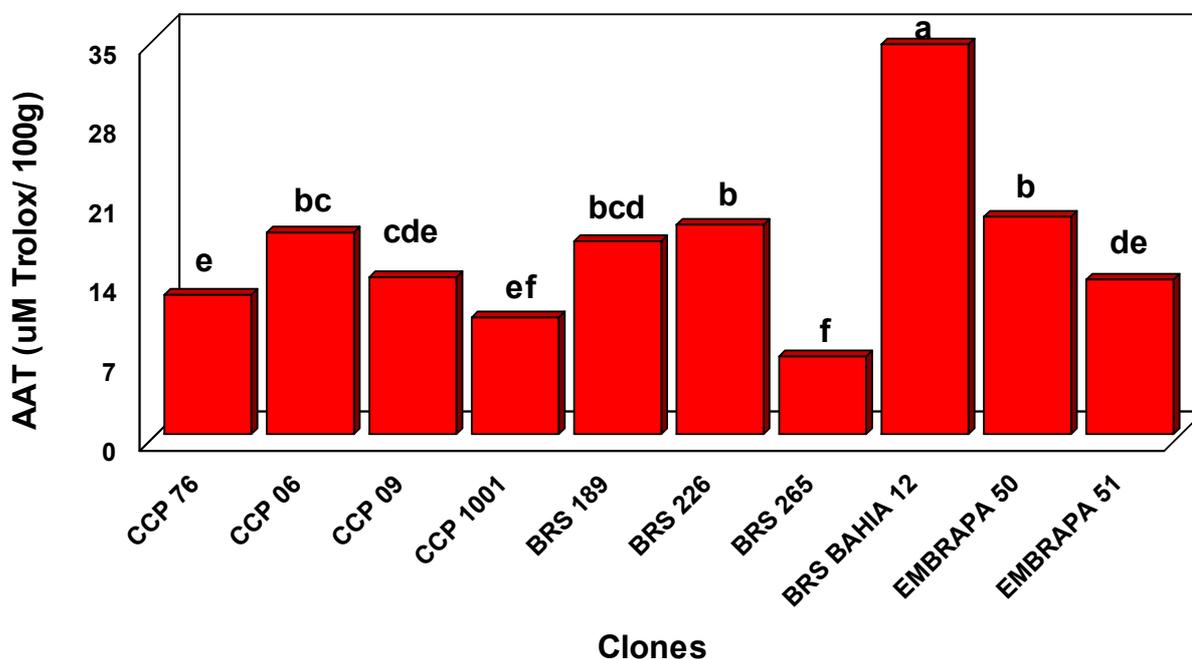


Figura 35 – Atividade Antioxidante Total de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce provenientes da Estação Experimental de Pacajus – CE. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para a atividade antioxidante total, de acordo com a análise de variância foi observada diferença estatística ao nível de 5 % de probabilidade (FIGURA 35). A variação da AAT para os pedúnculos dos clones estudados nesse experimento foi de 6,84 a 34,35 μM Trolox/ g de polpa, com média geral de 16,36 μM Trolox/g de polpa.

Os pedúnculos dos clones BRS 265 e CCP 1001 mostraram os valores mais baixos de atividade antioxidante, onde os valores obtidos foram respectivamente de 6,84 e 10,28 μM Trolox/g, sendo também os clones que apresentaram os menores teores de compostos polifenólicos totais.

Já o pedúnculo que apresentou o maior valor de atividade antioxidante total foi do clone BRS Bahia 12, o qual diferiu estatisticamente dos demais pedúnculos, apresentando valor mais que duas vezes superior à média geral obtida. Foi observado também, que os pedúnculos dos dois clones que apresentaram os maiores teores de polifenólicos totais foram os que mostraram os melhores valores de atividade antioxidante total. Sendo verificada assim, uma possível relação entre esses compostos polifenólicos e a capacidade antioxidante total.

Kuskoski et al. (2005) trabalhando com polpas de diversas frutas, dentre elas, amora, uva, açaí, goiaba, acerola, manga, graviola, cupuaçu e maracujá, obteve como AAT em TEAC ou μM Trolox/g, os resultados pelo método ABTS foram de: 7,1; 9,2; 9,4; 8,2; 67,6; 13,2; 4,8; 2,0 e 2,7, respectivamente. Apenas o valor encontrado para a polpa de acerola foi superior ao encontrado para a maioria dos clones de cajueiro anão precoce analisados, mostrando-se esses clones como fortes candidatos a alimentos funcionais por sua atividade antioxidante bastante expressiva, quando comparados com essas polpas estudadas.

Santos (2007) usando o método ABTS em estudo com produtos derivados do açaí e do cupuaçu obteve, valores de 10,21 a 52,47 μM Trolox/g para polpas de açaí e de 1,11 a 1,57 μM Trolox/g para as polpas de cupuaçu, com isso, verifica-se que os pedúnculos do cajueiro estudados possuem uma atividade antioxidante intermediária entre essas polpas, sendo considerados bons agentes antioxidantes naturais, podendo ser recomendados tanto para o consumo in natura, como para a industrialização para obtenção de produtos derivados, devido aos benefícios que os mesmos podem proporcionar à saúde dos consumidores.

4.4 Correlação entre os Compostos Bioativos e a Atividade Antioxidante Total

Foi realizada a análise de correlação de Pearson (TABELA 2) para verificar se os compostos bioativos (vitamina C, carotenóides totais, antocianinas totais, flavonóides amarelos e polifenóis extraíveis totais) contribuíam de uma forma direta para a atividade antioxidante total, onde foi verificada uma correlação direta para os compostos polifenóis extraíveis totais ($r=0,7710$, $P<0,01$) e para a vitamina C ($r=0,5674$, $p<0,01$). Sendo a correlação bem maior para os polifenóis, pelo valor mais elevado do coeficiente de correlação obtido para estes, mostrando que esses componentes contribuem em maior quantidade para a ação antioxidante dos pedúnculos estudados. Porém não foi obtida correlação com os constituintes: carotenóides totais, antocianinas totais e flavonóides amarelos.

Como as antocianinas e os flavonóides amarelos foram determinados a partir da película do pedúnculo, possivelmente os compostos fenólicos totais com poder antioxidante são outros diferentes das antocianinas e dos flavonóides amarelos, ou são constituintes fenólicos que estão presentes demasiadamente na polpa e não na película.

Sabe-se também, que dependendo do método usado para a determinação da atividade antioxidante, a contribuição de determinados compostos pode ser afetada ou não. No caso desse estudo, como foi usado para determinação da AAT o método do ABTS, que apesar de

determinar tanto substâncias antioxidantes hidrofílicas e lipofílicas, não é tão específico para compostos lipofílicos como o método do sistema β -caroteno/ácido linoléico, que é próprio para substâncias ricas em constituintes com características lipofílicas, como os carotenóides. Talvez, por esse motivo não se tenha obtido uma correlação positiva da AAT com esse constituinte, ou a correlação não foi determinada porque realmente os compostos antioxidantes do pedúnculo do cajueiro, não são constituídos representativamente pelos carotenóides totais, sendo também os pedúnculos considerados apenas uma boa fonte de carotenóides e não uma excelente fonte, como ocorre no caso da vitamina C e também para os compostos fenólicos, explicando assim, a correlação direta que foi encontrada entre a AAT e esses dois compostos, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Correlação de Pearson da Atividade Antioxidante Total com os compostos bioativos para verificar a contribuição destes na ação antioxidante dos diferentes clones comerciais de cajueiro anão precoce.

Variável	Correlação com AAT
Vitamina C	0,57 **
Carotenóides totais	0,16 ^{ns}
Polifenóis extraíveis totais	0,77 **
Antocianinas totais	-0,14 ^{ns}
Flavonóides amarelos	0,12 ^{ns}

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade pelo Teste F. ns = não significativo

Muitos estudos têm verificado também uma correlação direta entre a AAT e os compostos fenólicos, sendo estes considerados os mais representativos entre as substâncias bioativas com atividade antioxidante.

Santos (2007) aplicou a correlação de Pearson entre as variáveis vitamina C, carotenóides, antocianinas e compostos fenólicos com o potencial antioxidante das polpas de açaí puras, e verificou correlação para as variáveis antocianinas ($r=0,72$) e compostos fenólicos ($r=0,59$), ao nível de 5 % de probabilidade. Para as polpas de cupuaçu puras, verificou a correlação para as variáveis vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos com o potencial antioxidante, sendo verificada correlação apenas para a variável compostos fenólicos ($r=0,74$, $p<0,05$).

Kalt et al. (1999) verificaram correlação positiva entre a atividade antioxidante total e os teores de antocianinas e de fenólicos totais.

González-Sánchez et al. (2004) em um estudo da atividade antioxidante in vitro de café usando diferentes processos, observaram uma elevada correlação entre o conteúdo de polifenóis e os valores da capacidade antioxidante pelos métodos ABTS e FRAP ($r=0,99$, $P<0,01$; $r=0,98$, $P<0,01$, respectivamente).

Kuskoski et al. (2005) afirmaram que os compostos fenólicos e as antocianinas contribuem para atividade antioxidante, onde observaram uma correlação direta entre os valores de fenólicos e de antocianinas totais com os da atividade antioxidante em equivalente de trolox (TEAC) e atividade antioxidante em equivalente de vitamina C (VCEAC).

Estudando a atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas de frutos tropicais silvestres e polpas congeladas, Kuskoski et al. (2006) verificaram uma correlação entre os valores de atividade antioxidante (TEAC), o índice de polifenóis totais e o conteúdo de antocianinas. Observou-se tanto uma resposta entre o conteúdo total de polifenóis e a atividade antioxidante dos 15 frutos analisados ($r=0,9914$, $P<0,01$) quanto ao conteúdo total de antocianinas ($r=0,9686$, $P<0,01$), indicando que os compostos fenólicos são contribuintes na atividade antioxidantes desses frutos.

De acordo com Heim et al. (2002), os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos. Embora a vitamina C seja considerada por alguns autores como maior contribuinte, Sun et al. (2002) demonstraram que a contribuição da vitamina C na determinação da atividade antioxidante de 11(onze) frutos é baixa e afirmaram que a maior contribuição se deve a composição de fitoquímicos.

Gardner et al. (2000) observaram que os compostos fenólicos contribuíram majoritariamente para a atividade antioxidante de sucos não cítricos, enquanto os compostos carotenóides apresentaram uma contribuição negativa.

Porém, outros autores não verificaram correlação entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante total, justificando que a atividade antioxidante não é fundamentada na ação de uma ou duas substâncias isoladas, mas do sinergismo entre elas, originando assim, a ação antioxidante total.

Hassimoto et al. (2005) não verificaram correlação entre o conteúdo de fenólicos totais e vitamina C com a atividade antioxidantes total, da mesma forma Garcia-Alonso et al. (2004) verificaram em seus estudos com frutas que não existia uma correlação significativa entre a atividade antioxidante total e o conteúdo de flavonóides e, afirmaram que o resultado da ação

de diferentes compostos antioxidantes presentes em frutas deve-se ao possível sinergismo e efeitos antagônicos ainda desconhecidos.

Como já foi discutido acima, foi observada correlação da atividade antioxidante com dois dos principais grupos de compostos bioativos com características antioxidantes, que são os polifenóis totais e a vitamina C nos pedúnculos de clones comerciais de cajueiro anão precoce estudados, mostrando assim, que praticamente a ação antioxidante dos pedúnculos desses clones deve-se a esses dois compostos bioativos, confirmando dados existentes na literatura, conforme citados acima. Não sendo desconsiderado o sinergismo que existe entre esses compostos, que também pode contribuir para essa ação antioxidante.

5. CONCLUSÕES

Os pedúnculos dos clones comerciais de cajueiro anão precoce estudados mostraram possuir boa qualidade, de acordo com os atributos avaliados, apresentando boa firmeza, coloração atrativa, tamanho e peso ideal, fontes de pigmentos, como antocianinas totais para os pedúnculos de coloração mais avermelhada, fontes de compostos polifenóis e agentes antioxidantes.

Os pedúnculos que mais se destacaram foram dos clones BRS 189, CCP 76 e BRS Bahia 12. Os dois primeiros destacaram-se tanto para a industrialização como para o consumo in natura, por apresentar boas características físicas, como os melhores valores de firmeza, coloração atrativa, além do BRS 189 ser uma boa fonte de compostos bioativos, como vitamina C, antocianinas totais e carotenóides totais e do CCP 76 possuir um bom rendimento industrial, por apresentar maior peso do pedúnculo e elevados teores de sólidos solúveis e açúcares solúveis totais. O terceiro clone destacou-se, principalmente, para industrialização, por ser também uma boa fonte de vitamina C, mas principalmente, de polifenóis totais e ter apresentado o maior valor de atividade antioxidante total, dentre os clones avaliados, sendo indicado para inclusão na alimentação como fator de proteção de saúde.

6. REFERÊNCIAS

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 nurse crops**. Washington, D.C.: USDA, 2002 (Agriculture Hand Book, Number 66).

ABDILLE, M. H. et al. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. **Food Chemistry**, v. 90, p.891-896, 2005.

AGOSTINI-COSTA, T. DA S.; VIEIRA, R. F.; NAVES, R. V. Caju, identidade tropical que exala saúde. **Revista Toda Fruta**. 2006. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 22 fev. 2006.

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. **Química Nova**, v.26, n5, p.763-765, 2003.

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

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

ALMEIDA, A. S. **Conservação do melão *Cantaloupe* ‘Hy-Mark’ tratado com 1-MCP após a colheita**. 2002. 126f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2002.

ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; RUFINO, M. do S. M. **Prospecção da atividade antioxidante e de compostos com propriedades funcionais em frutas tropicais**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.org>>. Acesso em: 05 mar. 2007.

ALVES, R. E.; BEZERRA, F. C.; ABREU, F. A. P. Development and maturation of the apple of early dwarf cashew tree CCP-76. **Acta Horticulturae**, n.485, p.230-255, 1999.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA – Santa Cruz do Sul, Gazeta Santa Cruz, 2006. 136p.

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

AUGUSTIN, A.; UNNITHAN, V. K. G. An attempt on maturity of cashew apple. **India Cashew Journal**, Cochin, v.14, n.4, p.9-11, 1981.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247p.

BARROS, L.M. et al. **Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro anão-precoce**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, (EMBRAPA-CNPAT. Circular Técnica, 1), p.65, 1993.

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

BERSET, C.; CUVELIER, M. E. **Sciences des Aliments**. [S.l: s.n.], 1996, v.16, 219p.

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

BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity**. New York: Academic Press. 1982. 19-22 p.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. p.1018, 2005.

CAJUCULTURA. Disponível em: <<http://www.cajucultura.com.br>>. Acesso em: 07 mai. 2007.

CAMPOS, D. C. P. et. al. Cashew apple juice stabilization by microfiltration. **Desalination**, v.148, p.61-65, 2002.

CAVALCANTE, A. A. M. et al. Mutagenicity, Antioxidant Potencial, and Antimutagenic Activity Against Hydrogen Peroxide of Cashew (*Anacardium occidentale*) Apple Juice and Cajuína. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v.41, p.360-369, 2003.

CAVALCANTI JÚNIOR, A. T. et al. Custo de formação e manutenção de jardins clonais de cajueiro anão precoce. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, [Anais...] Belém: SBF, 2002. CD-ROM.

CECCHI, H. M., RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition and vitamin A value of fresh and pasteurized cashew-apple (*Anacardium occidentale* L.) juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v.46, p.147-149, 1981.

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

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

CHU, Y. F. et al. Antioxidant and proliferative activities of vegetables. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v.50, p-6910-6916, 2002

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

DAMASCENO JÚNIOR, J. A.; BEZERRA, F. C. Qualidade de pedúnculo de cajueiro anão precoce cultivado sob irrigação e submetido a diferentes sistemas de condução e espaçamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n.1, p.258-262, 2002.

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

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

DEL CARO, A. et al. Changes in flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juice during storage. **Food Chemistry**, v.84, n.1, p.99-105, 2004.

DUARTE-ALMEIDA, J. M. et al. 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.

EMBRAPA. **Clone BRS 265 Cajueiro-Anão Precoce** (Cultivar PACAJUS). Disponível em: <<http://www.cnpat.embrapa.br/home/portfolio/gt.php?id=8>>. Acesso em: 03 jul. 2007.

FAO. FAOSTAT. Statistics Division 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/408/DesktopDefault.aspx?PageID=408>>. Acesso em: 18 out. 2006.

FIEC (Federação das Indústrias do Estado do Ceará). **Jornal da FIEC 2007**. Disponível em: <<http://www.sfiec.org.br/portalv2/sites/jornal/home.php?>>. Acesso em: 07 mai. 2007.

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

FILGUEIRAS, H. A. C. et al. Características do pedúnculo para exportação. In: **CAJU: pós-colheita**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. p.14-21.

FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E.; MOSCA, J. L. Cashew apple for fresh consumption: research on harvest and postharvest technology in Brazil. **Acta Horticulturae**, v.485, p.55-160, 1999. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/485/485_20.htm>.

FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recurso Hídricos). Disponível em: <<http://www.funceme.br/>>. Acesso em: 12 jul. 2007.

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

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

GARDNER, P. T. et al. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. **Food Chemistry**, v.68, p.471-474, 2000.

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

GOMES, J. C. M. et al. **Caracterização pós-colheita de clones de cajueiro anão precoce no oeste da Bahia**. Revista Toda Fruta. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 20 jan. 2006.

HALLIWELL, B. Antioxidants in human health and disease. **Annual Review of Nutrition**, v.16, p.33-50,1996.

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

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

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

ISHIGE, K.; SCHUBERT, D.; SAGARA, Y. Flavonoids protect neuronal cells from oxidative stress by three distinct mechanisms. **Free Rad Biology Medicine**, v.30, p.433-466, 2001.

KALT, W. et al. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and anthocyanins after fresh storage of small fruits. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v.47, n.11, p.4.638-4.644, 1999.

KATSUBE, N. et. al. Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.51, p.68-75, 2003.

KAYS, J. S. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Avi Book, 1991. 543p.

KUSKOSKI, E. M. et al. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.726-732, 2005.

KUSKOSKI, E. M. et al. 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 DE ANGELS, R. C. **A importância dos alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas**. São Paulo: Atheneu, 2005. p.175-181.

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

LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry**. v.76, p.69-75, 2002.

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

MAIA, G. A. et al. Caracterização química de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v.35, p.272-278, 2004.

MAIA, G. A.; HOLANDA, L. F. F.; MARTINS, C. B. Características físicas e químicas do caju. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.1, n.2, p.115-120, 1971.

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

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurement. **HortScience**, v.27, n.12, p.1254-1255, 1992.

MELO, E. de A.; LIMA, V. L. A. G. de; MACIEL, M. I. S. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. **Brazilian Journal Food Technology**, v.19, n.2, p.89-94, 2006.

MENEZES, J. B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo *Gália* durante a maturação e o armazenamento**. 1996. 157f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

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. **Journal American Oil Society**, v.48, p.91, 1971.

MOURA, C. F. H. et al. de. Avaliações físicas e físico-químicas de frutos de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.52-57, 2007.

MOURA, C. F. H. et al. Aparência e cor da película de pedúnculos de clones de cajueiro anão precoce para consumo in natura armazenados sob diferentes camadas de PVC. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.3, p.371-375, 2005.

MOURA, C. F. H. et al. Características físicas de pedúnculos de cajueiro para comercialização in natura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n.3, p.537-540, 2001.

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. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

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/ Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1998.

MOURA FÉ, J. A.; HOLANDA, L. F. F. de; MARTINS, C. B. Características químicas do hipocarpo do caju (*Anacardium occidentale* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.2, n.2, p.103-108, 1972.

NENADIS, N. et al. Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS^{•+} assay. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.52, p.4669-4674, 2004.

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

OLIVEIRA, V. H. de; ANDRADE, A. P. S. **Produção integrada de caju abrindo portas para a qualidade**. Disponível em: <<http://caju.cnpat.embrapa.br/pif/artigo1.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2006.

OLIVEIRA, V. H. de. Cultivo do cajueiro anão precoce. In: OLIVEIRA, V. H. (Ed.). **Sistema de produção**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 40p.

PAIVA, J. R.; BARROS, L. de M. **Clones de cajueiro**: obtenção, características e perspectivas. Disponível em: <<http://www.cnpat.embrapa.br>>.

PAIVA, J. R. ; CAVALCANTE, J. J. V.; BARROS, L. de M. Seleção preliminar de clones de cajueiro anão precoce para a produção de pedúnculos em cultivo irrigado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, 1998.

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

PINTO, S. A. A. **Qualidade de pedúnculos de clones de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale L. var nanum*) cultivados em condição de sequeiro**. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

PINTO, S. A. A. et al. Fresh consumption quality of apple of some Brazilian early dwarf cahew clones (*Anacardium occidentale L.*) **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulturae**, Miami, v. 41, p.189-193. 1997.

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

PRIOR, R. L. et al. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of *Vaccinium* species. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v.46, p.2686-2693, 1998.

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

RE, R et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**. v. 26, n. 9-10, p.1231-1237, 1999.

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

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS●+. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. (Embrapa Agroindústria Tropical, Comunicado Técnico). (NO PRELO).

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, I.; JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; SAURA-CALIXTO, F. In vitro antioxidant activity of coffes brewed using different procedures (Italian, espresso and filter). **Food Chemistry**, v.90, p.133-139, 2005.

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

SANTOS, G. M. dos. **Contribuição da vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos no potencial antioxidante de produtos comerciais de açaí e cupuaçu**. 2007. 99f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SANTOS, L. C. et al Atividade antioxidante de xantonas isoladas de espécies de *Leiothrix* (Eriocaulaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, n. 2, p.67-74, 2003.

SAURA-CALIXTO, F. et al. Klason Lignin, condensed tannins and resistant protein as dietary fibre constituents; determination in grape pomares. **Food Chemistry**, p.299-309, 1991.

SBAF (Sociedade Brasileira de alimentos funcionais). **Alimentos Funcionais**. Disponível em: <<http://sbaaf.org.br>>. Acesso em: 21 mar 2007.

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

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

SILVEIRA, G. D. Melhoramento do Cajueiro. **Revista Toda Fruta**. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 20 jan. 2006.

SIMARELLI, M. Frutas do Brasil. **Frutas e Derivados**, v.1, n.1, p.15-27, 2006.

SIMÕES, A. N.; MENEZES, J. B.; ANDRADE, J. C.; FREITAS, D. F.; COSTA, F. B.; SOUZA, P. A. Caracterização química de pedúnculos de caju CCP-76 em diferentes estádios de desenvolvimento. **Caatinga**, Mossoró, v.14, n.1/2, p75-78, 2001.

SRB (Sociedade Rural Brasileira). Disponível em: <<http://www.srb.org.br/modules/news/article.php?storyid=2121>> Acesso em: 20 fev. 2007.

SOUSA, C. M. de M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**. v.30, n.2, 351-355, 2007.

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

SOUZA, K. A. et al. Avaliação do teor de antocianinas e flavonóis em frutos de 9 genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) do banco de germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco (BAG/UFRPE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19 [**Anais...**] Recife: SBCTA, 2004. CD-ROM

SOUZA, P. A. de et. al. Caracterização química de pedúnculos de caju ‘CCP 76’ em diferentes estádios de desenvolvimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, [**Anais...**] Belém: SBF, 2002. CD-ROM.

SOARES, J. B. **O caju**: aspectos tecnológicos. Fortaleza: BNB, 1986. 256p.

STOCLET, J. C. et al. Vascular protection by dietary polyphenols. **European Journal Pharmacology**, v.500, p.299-313, 2004.

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

SUN, J. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of fruits. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.50, p.7449-7454, 2002.

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

TODA FRUTA, **Biotecnologia em fruteiras. Cajueiro ano precoce**. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=7806>. Acesso em: 07 mai. 2007.

TOIT, R. D.; VOLSTEEDT, Y.; APOSTOLIDES, Z. Comparison of the antioxidant content of fruits, vegetables and teas measured as vitamin C equivalents. **Toxicology**. v. 166, p. 63-69, 2001.

VAN BUREN, J. Fruit phenolics. In: HULME, A.C. (Ed). **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, v.1. p.269-300, 1970.

VAN GADOW, A.; JOUBERT, E.; HANSMANN, C. F. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v.45, p.632, 1997.

VANNUCCHI, H. A. F.; JORDÃO JÚNIOR. Vitaminas hidrossolúveis, In J. E. Dutra-de-Oliveira, & J. S. Marchini. **Ciências Nutricionais**. Sarvier, São Paulo. v.403, p.191-208, 1998.

WAIT, A. J.; JAMIELSON, G. I. The cashew: its botany and cultivation. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, p.253-257, 1986.

WANG, J.; MAZZA, G. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor alpha in LPS/IFN-gamma-activated RAW 264.7 macrophages. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.50, p.4183-4189, 2002.

WTCR/AICR – Word Cancer Research Fundation and American Institute for Cancer Research. **Food Nutrition and Prevention of Cancer: a Global Perspective**. Washington: WTCR/ AICR, p.670, 1997.

WU, L. et al. Antioxidant and antiproliferative activies os red pitaya. **Food Chemistry**. 2005 (in press).

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

APÊNDICE A - Resumo das ANOVAS obtidas para as características avaliadas

Tabela 1A – Resumo das análises de variância para as características físicas: peso caju (PC), peso pedúnculo (PP), peso castanha (PCT), diâmetro basal (DB), diâmetro apical (DA), comprimento (CP), luminosidade (L), croma (C), Hue (H) e firmeza (F).

Causas de Variação	G. L.	Q.M.									
		PC	PP	PCT	DB	DA	CP	L	C	H	F
Tratamentos	9	8.629,71*	7.809,92*	116,16*	248,12*	396,04*	2.719,89*	1658,21*	209,08*	9.103,65*	70,98*
Resíduo	200	440,97	468,46	1,58	15,06	30,51	75,82	28,46	8,87	31,17	5,31
C.V (%)		15,50	17,37	12,26	6,73	12,53	11,59	4,81	6,16	10,65	22,05

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste F.

ns = não significativo

Tabela 2A – Resumo das análises de variância para as características físico-químicas: sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), pH, acidez titulável (AT) e relação SS/AT.

Causas de Variação	G. L.	Q. M.				
		SS	AST	pH	AT	SS/AT
Tratamentos	9	2,25*	4,04*	0,05*	0,01*	432,34*
Resíduo	20	0,42	0,41	0,02	0,00	43,42
C.V (%)		5,55	7,14	3,27	10,95	12,67

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste F.

ns = não significativo

Tabela 3A – Resumo das análises de variância para as características químicas de vitamina C (VC), carotenóides totais (CT), flavonóides amarelos (FA), antocianinas (AT), polifenóis extraíveis totais (PET), taninos condensados (TC) e atividade antioxidante total (AAT).

Causas de Variação	G. L.	Q. M.						
		VC	CT	FA	AT	PET	TC	AAT
Tratamentos	9	5659,32*	0,127*	861,02*	203,92*	7637,23*	9,24*	165,44*
Resíduo	20	93,67	0,01	69,74	17,70	150,96	1,79	2,00
C.V (%)		4,63	21,83	17,96	38,00	8,07	16,65	8,65

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste F.

ns = não significativo

APÊNDICE B - Características de Qualidade Físicas, Físico-Químicas e Químicas

Tabela 1B – Valores médios obtidos para as características físicas: peso do caju, peso da castanha, peso do pedúnculo, comprimento, diâmetro basal e apical, luminosidade, cromaticidade, ângulo hue e firmeza de clones de cajueiro anão precoce, Pacajus, CE, 2006.

CLONES	Peso (g)			Tamanho (mm)			Coloração			Firmeza (N)
	castanha	pedúnculo	caju	Diâmetro basal	Diâmetro apical	Comprimento	L	c	h	
CCP 76	9,99 c	145,80 a	155,78 ab	61,97 a	49,59 a	79,28 bc	61,43 c	45,98 c	50,73 c	12,07 ab
CCP 06	6,97 f	129,54 ab	136,51 bc	56,19 cd	41,92 bcd	77,92 bc	75,18 a	54,65 a	86,68 a	8,19 d
CCP 09	9,29 cd	112,83 b	122,12 c	56,78 bcd	46,11 ab	61,69 d	65,84 b	46,72 c	62,37 b	9,78 cd
CCP 1001	7,64 ef	84,30 c	91,94 d	50,63 e	37,08 d	62,93 d	57,88 d	46,98 c	44,77 d	9,90 bcd
BRS 189	9,45 cd	129,76 ab	139,21 abc	60,03 ab	47,07 ab	73,30 c	51,66 fg	47,44 c	32,33 ef	13,61 a
BRS 226	11,79 b	144,52 a	156,08 ab	59,62 abc	46,00 ab	76,48 bc	61,68 c	50,66 b	62,31 b	8,51 d
BRS 265	11,84 b	110,94 b	122,79 c	58,18abcd	49,59 a	57,38 d	52,83 ef	45,25 c	33,49 ef	11,47 abc
BRS Bahia 12	14,14 a	119,91 b	140,24 abc	56,21 bcd	41,98 bcd	90,03 a	55,09 de	46,52 c	37,06 e	12,52 a
Embrapa 50	8,41 de	122,32 b	130,74 c	55,27 d	38,29 cd	82,60 ab	73,48 a	52,78 ab	83,92 a	9,19 d
Embrapa 51	12,93 ab	146,36 a	159,29 a	61,88 a	43,29 bc	89,74 a	49,11 g	47,31 c	30,52 f	9,32 cd

* Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estaticamente entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 2B – Valores médios obtidos para as características físico-químicas: pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), e relação SS/AT de clones de cajueiro anão precoce, Pacajus, CE, 2006.

CLONES	pH	AT (% ácido málico)	SS (°Brix)	SS/AT	AST (%)
CCP 76	4,35	0,26 abc	10,97 bc	42,24 cd	8,80 bcd
CCP 06	4,34	0,21 bcd	11,83 abc	55,89 abcd	8,57 bcde
CCP 09	4,31	0,21 bcd	12,90 a	61,23 abc	10,36 ab
CCP 1001	4,43	0,20 cd	12,47 ab	63,78 ab	8,91 bcd
BRS 189	4,36	0,30 a	12,17 abc	41,12 d	9,16 abc
BRS 226	4,23	0,28 ab	12,63 ab	45,17 bcd	10,83 a
BRS 265	4,60	0,14 d	10,47 c	74,32 a	7,10 de
BRS Bahia 12	4,28	0,32 a	12,03 abc	37,60 b	8,04 cde
Embrapa 50	4,41	0,25 abc	10,80 bc	43,10 cd	8,21 cde
Embrapa 51	4,63	0,20 cd	10,90 bc	55,63 abcd	6,76 e

* Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estaticamente entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 3B – Valores médios obtidos para as características químicas: vitamina C (VC), carotenóides totais (CT), flavonóides amarelos (FA), antocianinas totais (AT), polifenóis extraíveis totais (PET), taninos condensados (TC) e atividade antioxidante total (AAT) de clones de cajueiro anão precoce, Pacajus, CE, 2006.

CLONES	VC (mg/ 100g)	CT (mg/100g)	FA (mg/100g)	AT (mg/100g)	TC (mg/ 100g)	TEP (mg/100g)	AAT (μ M Trolox/g)
CCP 76	231,77 bc	0,441 b	38,57 bc	7,24 bc	7,93 abc	104,07 fg	12,28 e
CCP 06	214,11 c	0,241 b	42,30 bc	0,92 c	8,43 abc	140,67 de	17,77 bc
CCP 09	159,29 d	0,413 b	30,14 c	6,06 bc	9,57 ab	137,37 def	13,83 cde
CCP 1001	218,49 c	0,313 b	75,19 a	15,03 ab	11,23 a	104,17 g	10,28 ef
BRS 189	270,04 a	0,930 a	41,69 bc	23,42 a	8,43 abc	171,43 cd	17,01 bcd
BRS 226	227,66 c	0,364 b	34,73 c	5,82 bc	5,90 bc	197,17 bc	18,46 b
BRS 265	142,21 d	0,363 b	33,37 c	15,35 ab	8,00 abc	99,53 g	6,84 f
BRS Bahia 12	254,34 ab	0,442 b	61,23 ab	13,11 ab	9,17 abc	216,93 ab	34,35 a
Embrapa 50	220,61 c	0,411 b	34,56 c	0,38 c	6,20 bc	236,97 a	19,16 b
Embrapa 51	152,91 d	0,216 b	73,30 a	22,35 a	5,67 c	113,87 fg	13,62 de

* Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estaticamente entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

APÊNDICE C – Resumo da Análise Descritiva das Características de Qualidade Físicas, Físico-Químicas e Químicas.

Tabela 1C – Resumo da análise descritiva das características físicas: peso do caju (PC), peso do pedúnculo (PP), peso da castanha (PCT), diâmetro basal (DB), diâmetro apical (DA), comprimento (CP), luminosidade (L), cromia (C), Hue (H) e firmeza (F) de clones de cajueiro anão precoce, Pacajus, CE, 2006.

	PC (g)	P (g)	PCT (g)	DB (mm)	DA (mm)	CP (mm)	L	C	H	F (N)
Média geral \pm desvio padrão	135,90 \pm 20,99	124,63 \pm 21,64	10,25 \pm 1,26	57,68 \pm 3,88	44,09 \pm 5,52	73,14 \pm 8,71	60,45 \pm 2,91	48,43 \pm 2,98	52,42 \pm 5,58	10,46 \pm 2,30
Erro Padrão	4,58	4,72	0,27	0,85	1,20	1,90	0,63	0,65	1,22	0,50
Coefficiente de variação(%)	15,50	17,37	12,26	6,73	12,53	11,49	4,81	6,16	10,65	22,05
Máximo	159,29	146,36	14,14	61,97	49,59	90,03	75,18	54,65	86,68	13,61
Mínimo	91,94	84,30	6,97	50,63	37,08	57,38	49,41	45,22	30,52	8,19

Tabela 2C – Resumo da análise descritiva das características físico-químicas de pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), e relação SS/AT de clones de cajueiro anão precoce, Pacajus, CE, 2006.

	pH	AT (% ácido málico)	SS (°Brix)	SS/AT	AST (%)
Média geral ± desvio padrão	4,39 ± 0,14	0,24 ± 0,03	11,72 ± 0,65	52,01 ± 6,59	8,95 ± 0,64
Erro Padrão	0,08	0,02	0,38	3,80	0,37
Coefficiente de variação (%)	3,27	10,95	5,55	12,67	7,14
Máximo	4,63	0,32	12,90	74,32	10,51
Mínimo	4,23	0,14	10,47	37,60	6,76

Tabela 3C – Resumo da análise descritiva das características químicas: vitamina C (VC), carotenóides totais (CT), flavonóides amarelos (FA), antocianinas totais (AT), polifenóis extraíveis totais (PET), taninos condensados (TC) e atividade antioxidante total (AAT) de clones de cajueiro anão precoce, Pacajus, CE, 2006.

	VC (mg/ 100g)	CT (mg/100g)	FA (mg/100g)	AT (mg/100g)	TC (mg/ 100g)	TEP (mg/100g)	AAT (μ M Trolox/g)
Média geral \pm desvio padrão	209,14 \pm 9,68	0,414 \pm 0,090	46,51 \pm 8,35	11,07 \pm 4,21	8,05 \pm 1,34	152,30 \pm 12,29	16,36 \pm 1,41
Erro Padrão	5,59	0,052	4,82	2,43	0,77	7,09	0,82
Coefficiente de variação (%)	4,63	21,83	17,96	38,00	16,65	8,07	8,65
Máximo	270,04	0,930	75,19	23,42	11,23	236,97	34,35
Mínimo	142,21	0,216	30,14	0,39	5,67	99,53	6,84

