



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

**MÁRCIA RÉGIA SOUZA DA SILVEIRA**

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE  
PUÇAZEIRO ‘COROA DE FRADE’ (*Mouriri elliptica* MART.) DA VEGETAÇÃO  
LITORÂNEA DO CEARÁ.**

**FORTALEZA  
2008**

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

**MÁRCIA RÉGIA SOUZA DA SILVEIRA**

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE  
PUÇAZEIRO ‘COROA DE FRADE’ (*Mouriri elliptica* MART.) DA VEGETAÇÃO  
LITORÂNEA DO CEARÁ.**

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. Raimundo Wilane de Figueiredo

**Co-orientador:** Dr. Ricardo Elesbão Alves

**FORTALEZA  
2008**

S589q Silveira, Márcia Régia Souza da  
Qualidade e atividade antioxidante de frutos de genótipos de puçazeiro  
'Coroa de Frade' (*Mouriri elliptica* Mart.) da vegetação litorânea do Ceará /  
Márcia Régia Souza da Silveira, 2008.  
116 f. ; il. color. enc.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo  
Co-orientador: Ricardo Elesbão Alves  
Área de concentração: Pós-colheita de frutos  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de  
Ciências Agrárias. Depto. de Engenharia de Alimentos, Fortaleza, 2008.

1. Puçá 'Coroa de Frade' 2. Compostos bioativos 3. Caracterização  
físico-química I. Figueiredo, Raimundo Wilane de (orient.) II. Alves,  
Ricardo Elesbão (co-orient.) III. Universidade Federal do Ceará – Curso de  
Mestrado em Tecnologia de Alimentos IV. Título

CDD 664

**MÁRCIA RÉGIA SOUZA DA SILVEIRA**

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE  
PUÇAZEIRO ‘COROA DE FRADE’ (*Mouriri elliptica* MART.) DA VEGETAÇÃO  
LITORÂNEA DO CEARÁ.**

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: 05 /05/2008

**BANCA EXAMINADORA**

---

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

---

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

---

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

---

**Profª. Dra. Patrícia Beltrão Lessa Constant**  
**Universidade Federal do Ceará-UFC**

---

**Dr. Carlos Farley Herbster Moura**  
**Embrapa Agroindústria Tropical – CE**

## DEDICO

A Deus, por sua grande misericórdia,  
fazendo que todos os acontecimentos da minha vida,  
bons ou ruins, concorram para um bem maior.

A minha mãe, Maria Santíssima, que nunca me desamparou.

Aos meus pais Raimundo e Lourdes que são exemplo de dedicação, fé e superação.

Às minhas irmãs Socorro e Virgínia por me fazerem sentir os valores familiares.

Ao meu esposo Eliezio, por ser meu maior incentivador, por sua amizade e apoio.

Aos meus filhos Lara e Eliézer, fonte de onde eu bebo tanto amor, razão de viver.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará - UFC, pela minha formação desde a graduação, em particular ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade concedida para a realização do curso de mestrado.

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

À Embrapa Agroindústria Tropical, na pessoa do chefe geral Dr. Lucas Antônio de Souza Leite, por ter permitido o desenvolvimento dos meus estudos e por disponibilizar a infra-estrutura do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita para a realização do experimento.

Ao meu orientador professor Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo, por ter me aceitado como orientada e ter torcido pelo meu sucesso desde a minha inscrição para a prova, pela valiosa orientação e amizade durante todo o curso, pelos conhecimentos e ensinamentos e pela sua elevada competência.

Ao meu co-orientador pesquisador Dr. Ricardo Elesbão Alves, por ter me dado todo apoio necessário para a realização dos estudos e orientação dos experimentos, pela amizade, pelo exemplo de competência e extrema dedicação e por querer ver crescerem todas as pessoas que dele precisam.

A todos os 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. Geraldo Arraes Maia 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 ajuda desde a colheita até os resultados finais, pelas sugestões e principalmente, pelo seu bom humor e sua amizade.

Ao pesquisador da Embrapa Dr. Fernando Antônio Souza de Aragão, por ter feito a estatística deste experimento, pelas sugestões valiosas, e principalmente, pela sua presteza.

Ao Sr. Jairo Solon Mota, um grande entusiasta das frutas nativas, incentivador e disseminador dessa cultura, por ter disponibilizado sua propriedade em Beberibe para coleta dos frutos, pelos ensinamentos, simpatia e presteza a nós dispensados.

Aos colegas da Embrapa Agroindústria Tropical Dr. Ebenézer de Oliveira, Dr. José Luiz Mosca, Dra. Socorro Bastos, Dra. Fátima Borges e a Francisca que me auxiliaram de alguma forma no decorrer do curso.

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

Aos colegas de turma do mestrado, principalmente Cynthia, Eli, Mauro, Michele, Rodrigo, Tatiana e Wedja pela ótima convivência e solidariedade durante todo o curso.

Aos amigos bolsistas e estagiários (escraviários) do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical: Adriana, Adriano, Alaís, Carol, David, Delane, Deuzenir, Dijauma, Elizângela, Railene Hérica, Isabel, Jalmi, Jozekitty, Juliana, Kellina, Lígia, Luciana, Marcela, Mário, Melissa, Ovídio, Pahlevi, Paloma, Rafaela, Rafele Preta, Robson, Sâmia, Socorro Rufino, Suelane, Thiago, Vlayrton e Dona Maria, pela convivência, pela disponibilidade de ajuda e pelo excelente ambiente de trabalho proporcionado.

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

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

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo efetuar a caracterização física, físico-química e química e avaliar a atividade antioxidante total de frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ oriundos da vegetação litorânea do Ceará. Os quinze genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ utilizados nesse experimento foram provenientes da cidade de Beberibe-Ce, sendo denominados 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, E1 e E2 e foram submetidos às determinações de comprimento, diâmetro, peso total do fruto, porcentagem de casca, porcentagem de semente, número de semente, rendimento de polpa + casca, cor, pH, SS, ATT, SS/ATT, açúcares totais (AST) e redutores (AR), amido (AM), pectina total (PT) e solúvel (PS), flavonóides amarelos (FL), carotenóides(C), polifenóis extraíveis totais (PET), vitamina C e atividade antioxidante total (AAT). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa GENES. Os frutos apresentaram-se como boa alternativa para o mercado de frutos exóticos através de suas qualidades físicas, onde todos reúnem características físicas exigidas pela indústria de processamento apresentando os seguintes valores médios: rendimento de polpa (casca + polpa) de 80,80 % e peso total de 7,10g, além de pequena variação entre os valores das dimensões, predominando forma globosa. Seus atributos de doçura podem ser constatados pelos valores médios de 25,72 °Brix de SS, 0,43 % de acidez em ácido cítrico, 63,45 de SS/ATT e 0,65 % de pectina total. O genótipo 8 destacou-se por apresentar maior relação SS/ATT. Os frutos também podem ser uma boa fonte de compostos bioativos com valores médios de vitamina C de 34,12 mg/100g, carotenóides totais de 1,37 mg/100g, além de seus altos valores médios de polifenóis (136,96 mg/100g) que estão correlacionados positivamente com atividade antioxidante total média de 15,24  $\mu$ M Trolox/g de polpa. O genótipo 2 apresentou-se como uma boa fonte de polifenóis obtendo o maior valor de AAT dentre os genótipos avaliados. Todas as variáveis para as características avaliadas apresentaram altas estimativas do coeficiente de determinação (exceto pH com  $R^2$  de 71,40). Em 50% dos parâmetros físicos avaliados houve superioridade dos valores de variâncias genéticas (entre plantas) e nos outros 50% houve superioridade dos valores de variância residual (dentre plantas). Para as características físico-químicas, os valores estimados para variância genética (entre plantas) são bem superiores aos valores das variâncias residuais. A análise de agrupamento, feita por meio da otimização de Tocher, a análise de componentes principais e a dissimilaridade dos genótipos selecionou vários grupos de genótipos os quais poderão ser utilizados para orientar a seleção de genótipos promissores para possíveis programas de melhoramento genético.

Palavras-chave: puçá ‘Coroa de Frade’, caracterização, qualidade, compostos bioativos, atividade antioxidante total.

## ABSTRACT

The objective of this work was to characterize the physical, physicochemical and chemical and to evaluate the quality and the total antioxidant capacity of fruits from genotypes of ‘Coroa de Frade’ puçazeiro tree from litoral vegetation of Ceará. The fifteen genotypes of ‘Coroa de Frade’ puçá tree were from the city of Beberibe-Ceará and was denominated 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, E1 e E2 and were submitted to the following determinations: total fruit and seed weight, number of seed, percentual of skin, percentual of seed, yield (pulp+ skin), color, pH, soluble solids (SS), total acidity (TA), SS/TA, total soluble sugars (TSS), reducing sugars (RS), starch (S), total pectin (TP), soluble pectin (SP), yellow flavonoids (YF), total carotenoids (TC), total extractable polyphenols (TEP), vitamin C and total antioxidant capacity (TAC). The statistical analyses were accomplished using the GENES applicative. The fruits had presented as a good alternative for the market of exotic fruits through its physical qualities, where all the genotypes have physical characteristics demanded by the processing industry presenting the following average values: yield (pulp+ skin) of 80,80 % and total weight of 7,10 g, with small variation between the values of the dimensions, predominating globosa form. Its attributes of sweetness can be evidenced by the average values of 25,72°Brix of SS, 0,43% of total acidity in citric acid, 63,45 of SS/TA and 0,65 % of total pectin. The most detachable genotype was 8 presenting highest value of SS/ATT. The fruits also can be a good source of bioactive compounds presenting average values of vitamin C of 34,12 mg/100g, total carotenoids of 1,37 mg/100g, beyond its high average values of polifenóis (136,96 mg/100g) correlated positively with total antioxidant capacity (TAC) average of 15,24  $\mu$ M Trolox/g of pulp. The genotype 2 was a high source of polyphenols presenting the most value of total antioxidant capacity, between the evaluated clones. All variable for the evaluated characteristics had presented high estimates of the determination coefficient (except pH with R<sup>2</sup> of 71,40). In 50% of the evaluated physical physicochemical it had superiority of the values of genetic variances (between plants) and in the others 50% had superiority of the values of residual variance (amongst plants). For the physicochemical characteristics the estimated values for genetic variance (between plants) are well superior to the values of residual variances (amongst plants). The analysis of grouping, made

by means of the Optimization of Tocher, the analysis of main components and the dissimilarity of the genotypes selected many groups of genotypes that could be promising for possible programs of genetic improvement.

**Keywords:** puçá ‘Coroa de Frade’, characterization, quality, bioactivies compounds, total antioxidant capacity

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Cachos de frutos verdes e maduros de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ (A e B); árvore de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ (C); frutos maduros de puçazeiro ‘Coroa de Frade’(D).....	24
FIGURA 2	Estabilização do radical de ABTS●+.....	45
FIGURA 3	Corte longitudinal em frutos maduros de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ (A); despolpa manual de puçá ‘Coroa de Frade’ (C e D); frutos maduros de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ antes e depois da despolpa (C) .....	48
FIGURA 4	Comprimento de frutos (mm) de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará .....	59
FIGURA 5	Diâmetro de frutos (mm) de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	60
FIGURA 6	Peso total de frutos (g) de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	62
FIGURA 7	Percentual da casca de frutos (%) de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de	

FIGURA 8	Frade' da vegetação litorânea do Ceará.....	63
	Percentual de sementes de frutos (%) de diferentes genótipos de puçazeiro 'Coroa de Frade' da vegetação litorânea do Ceará.....	64
FIGURA 9	Número de sementes de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro 'Coroa de Frade' da vegetação litorânea do Ceará.....	65
FIGURA 10	Rendimento de frutos (%polpa + casca) de diferentes genótipos de puçazeiro 'Coroa de Frade' da vegetação litorânea do Ceará.....	66
FIGURA 11	Luminosidade da casca (cor l) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro 'Coroa de Frade' da vegetação litorânea do Ceará.....	67
FIGURA 12	Cromaticidade da casca (cor c) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro 'Coroa de Frade' da vegetação litorânea do Ceará.....	68
FIGURA 13	Ângulo Hue da casca (°Hue) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro 'Coroa de Frade' da vegetação litorânea do Ceará.....	

		69
FIGURA 14	Globo colorimétrico (diagrama ângulo Hue).....	70
FIGURA 15	Visualização gráfica da análise de Componentes Principais com a variação total explicada (85,54%) e os grupos de acordo com o método de Tocher.....	74
FIGURA 16	Dendograma de dissimilaridade genética entre os genótipos por meio do método de agrupamento do vizinho mais próximo envolvendo todas as características físicas avaliadas.....	74
FIGURA 17	Sólidos Solúveis da polpa (°Brix) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	76
FIGURA 18	pH da polpa de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	78
FIGURA 19	Acidez Total Titulável da polpa (%) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	79
FIGURA 20	SS/ATT da polpa de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	80
FIGURA 21	Açúcares Redutores da polpa (%) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	81
FIGURA 22	Açúcares Solúveis Totais da polpa (%) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	82
FIGURA 23	Amido da polpa (%) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	84

FIGURA 24	Pectina Total da polpa (%) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	85
FIGURA 25	Pectina Solúvel da polpa (%) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	86
FIGURA 26	Flavonóides Amarelos da polpa (mg/100g) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	88
FIGURA 27	Poli fenóis Extraíveis Totais da polpa (mg/100g) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	89
FIGURA 28	Vitamina C da polpa (mg/100g) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	91
FIGURA 29	Carotenóides da polpa (mg/100g) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	92
FIGURA 30	Atividade Antioxidante Total da polpa ( $\mu$ M Trolox/g) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.....	94
FIGURA 31	Visualização gráfica da análise de Componentes Principais com a variação total explicada de 79,16%, ilustrada com a formação de grupos da Tabela 9 (método de Tocher).....	99
FIGURA 32	Dendrograma de dissimilaridade dos genótipos por meio do método de agrupamento do vizinho mais próximo envolvendo as características físico-químicas e químicas avaliadas.....	99

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1	Pluviosidade ocorrida no período de janeiro de 2005 a agosto de 2006 na região de Beberibe, Ceará.....	47
----------	--	----

TABELA 2	Quadro geral de médias, amplitude e coeficiente de variação das características físicas avaliadas.....	58
TABELA 3	Estimativas da variância residual, variância genética, coeficiente de repetibilidade, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do número de medições necessárias para obtenção dos níveis de certeza de 95 e 99%, para as características físicas dos frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’.....	71
TABELA 4	Correlações fenotípicas entre as características físicas avaliadas nos fruto de puçazeiro ‘Coroa de Frade’.....	72
TABELA 5	Formação de grupos de genótipos com base na análise de agrupamento feito por meio da otimização de Tocher, com base na distância Euclidiana média, a partir das características físicas.....	73
TABELA 6	Quadro geral de médias, intervalo de confiança, amplitude e coeficiente de variação das características físico-químicas avaliadas.....	75
TABELA 7	Estimativas da variância residual, variância genética, coeficiente de repetibilidade, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do número de medições necessárias para obtenção dos níveis de certeza de 95 e 99%, para as características físico-químicas dos frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’.....	95
TABELA 8	Correlações fenotípicas entre as características físico-químicas e químicas avaliadas nos frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’.....	97
TABELA 9	Formação de grupos de genótipos com base na análise de agrupamento feito por meio da otimização de Tocher, com base na distância Euclidiana média, a partir das características físico-químicas e químicas.....	98

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	09
LISTA DE TABELAS.....	12
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	19
2.1 Importância do estudo de frutas nativas.....	19
2.2 Aspectos gerais sobre a vegetação litorânea.....	20
2.3 Aspectos gerais sobre a geografia do Ceará e seu litoral.....	21
2.4 Espécies nativas da região Nordeste.....	21
2.5 Aspectos gerais do puçazeiro 'Coroa de Frade' .....	23
2.6 Recursos Genéticos.....	25
2.7 Qualidade e potencial de utilização de frutas nativas.....	26
2.8 Atributos de Qualidade.....	28
2.9 Físicos.....	29
2.9.1 Peso Total.....	29
2.9.2 Tamanho.....	30
2.9.3 Rendimento.....	31
2.9.4 Cor.....	32
2.10 Físico-Químicos e Químicos.....	33
2.10.1 Sólidos Solúveis (SS).....	33
2.10.2 Acidez Total Titulável (ATT) e pH.....	33
2.10.3 Relação SS/ATT.....	34
2.10.4 Açúcares .....	34
2.10.5 Amido.....	35
2.10.6 Pectinas.....	35
2.11 Compostos com propriedades funcionais.....	36
2.11.1 Vitamina C.....	37
2.11.2 Carotenóides.....	38
2.11.3 Compostos Fenólicos.....	40



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países mais privilegiados em biodiversidade em todo o mundo. Com distintos ecossistemas distribuídos nas suas diferentes regiões, o país é um dos principais centros de diversidade genética de espécies frutíferas nativas e naturalizadas, porém, a sua quase totalidade, continua silvestre, pouco explorada, integrando formações ecológicas naturais, apesar de muitas delas apresentarem potencial para tornarem-se competitivas com as espécies frutíferas domesticadas (VIEIRA, 2002; FERREIRA et al., 2005). Estima-se que 250 mil espécies de plantas já foram descritas em âmbito mundial (WILSON, 1997) e o Brasil é considerado o país mais rico, com cerca de 55 a 60 mil espécies, correspondente a 22% do total (VALOIS, 1999), incluindo-se entre elas cerca de 500 espécies frutíferas, na maioria muito pouco estudadas (GIACOMETTI, 1992).

A fruticultura desempenha um papel importante no cenário sócio-econômico do Brasil. Apesar do crescimento da área de algumas frutíferas, como o caju, o abacaxi e o maracujá amarelo que conseguiram se tornar cultivadas e conhecidas em todo o mundo (FERREIRA et al., 2005), às espécies nativas não é dada a devida importância econômica, apesar do grande potencial de exploração (D'EECKENBRUGGE et al., 1998), tanto para o mercado interno como para o externo (BEZERRA et al., 2003). A grande maioria das espécies frutíferas tem sua exploração baseada quase que exclusivamente em extrativismo nas áreas de ocorrência natural (FERREIRA et al., 2005).

O aproveitamento sócio-econômico e a demanda por pesquisas em espécies frutíferas nativas refletem na oferta de novas alternativas de frutas frescas para o consumo in natura e matéria prima para a agroindústria, constituindo uma nova fonte de alimentos e, riqueza para o país (GIACOMETTI, 1992; SOUZA, 2001; LIRA JUNIOR et al., 2005; MORAES et al., 2007).

A zona costeira brasileira abrange diversos efeitos naturais resultantes das interações terra-mar-ar, levando em conta a paisagem físico-ambiental, em função dos acidentes topográficos situados ao longo do litoral, como ilhas, estuários e baías, comportando em sua integridade os processos e interações características das unidades ecossistêmicas (FREITAS, 2004). O Estado do Ceará está localizado na região Nordeste do Brasil, um pouco abaixo da linha do Equador, numa posição nitidamente tropical. A porção terrestre da zona costeira cearense é de 573 km constituindo a Planície Litorânea e o Tabuleiro Litorâneo (IPLANCE, 1992). A vegetação litorânea apresenta uma diversidade fisionômica, expressando uma composição que geralmente mescla espécies próprias do litoral com outras provenientes das matas vizinhas, das caatingas, além de diversas do cerrado. Os

agrupamentos vegetacionais apresentam-se como vegetação das planícies litorâneas, das dunas, dos tabuleiros litorâneos e das planícies flúvio-marinhas, além das macrófitas aquáticas das lagoas. Na faixa litorânea do Ceará, as formações vegetais de maior significado fitoecológico e de representatividade, como conjunto, são a vegetação pioneira, vegetação de dunas e a vegetação marítima de mangue (MATIAS; NUNES, 2000).

Atualmente, o uso inadequado dos espaços litorâneos, através da especulação imobiliária, tem implicado sistematicamente na redução drástica dessa vegetação nativa litorânea, pela poluição dos recursos hídricos e subterrâneos pelo desmatamento e aterro de manguezais levando a um empobrecimento da biodiversidade local (SILVA; SILVA, 2007).

Na fruticultura comercial as espécies nativas constituem uma preciosa fonte de riqueza e de alimentos, pois algumas destas espécies oferecem frutos abundantes, nutritivos e suculentos, cor agradável, aroma e sabor exótico (AGUILLERA et al., 1992), e desempenham um papel importante na nutrição do nordestino, principalmente como fonte de sais minerais e vitaminas, já que são os principais constituintes da culinária local e regional e algumas vezes, se tornam a única fonte alimentícia para os animais nativos (MENDES, 1997; AVIDOS; FERREIRA, 2003; FERREIRA et al., 2005).

Dentre as fruteiras nativas da vegetação litorânea do Ceará, temos o puçazeiro ‘Coroa de Frade’ (*Mouriri elliptica* Mart.), que é uma espécie típica de vegetação de cerrado (SILVA, 2001), cujo fruto tem boa aceitação para consumo in natura, com potencial de uso na agroindústria, mas que com o atual estágio de exploração imobiliária da região costeira pode estar em risco de extinção. Essa espécie pode ser encontrada em feiras-livres, mercados e comércios locais sendo utilizada pelas populações locais na forma in natura ou processada na forma de geléia e segundo Silva, Hiruma-Lima e Lólis (2000) de acordo com várias citações na medicina popular, o chá de suas partes aéreas é útil no tratamento de distúrbios gastrointestinais, como úlceras e gastrites. Moleiro (2007) analisando folhas de *Mouriri elliptica* Mart. concluiu que seu extrato metanólico, assim como suas frações derivadas, apresentaram atividade gastroprotetora frente a indutores de lesões gástricas mais comuns ao homem como etanol e as drogas antiinflamatórias não esteroidais.

O consumo de frutas tropicais aumenta ano após ano devido ao valor nutritivo e aos efeitos terapêuticos. As frutas contêm, além dos nutrientes essenciais e de micronutrientes como minerais e fibras, agentes tais como vitaminas A, C e E, diversos compostos secundários de natureza fenólica (antocianinas, flavonóides, flavonas, etc.), carotenóides, clorofilas, ácidos graxos e folatos (HARBONE; WILLIAMS, 2000; BURNS et al., 2003). Esses agentes podem agir como antioxidantes que são substâncias capazes de restringir a

propagação das reações em cadeia e as lesões induzidas pelos radicais livres (ALVES; BRITO; RUFINO, 2006). contribuindo para a prevenção de doenças degenerativas tais como cardiopatias, aterosclerose, problemas pulmonares além de danos ao DNA, como mutagênese e carcinogênese, cujas etiologias têm sido relacionadas aos danos oxidativos induzidos nas células e tecidos (BIANCHI, 1999).

As espécies nativas da zona costeira cearense constituem uma preciosa fonte de riqueza e de alimentos, necessitando serem preservadas e estudadas, visando sua utilização racional, a valorização de frutas nativas da região e a sua inserção no mercado mundial de frutas (RUFINO, 2004). Roesler et al. (2007), indicou o grande potencial de frações de frutas do bioma cerrado em seqüestrar os radicais livres, confirmando seu poder antioxidante.

Portanto, fazem-se necessárias pesquisas com o puçá 'Coroa de Frade' com a finalidade de gerar conhecimento sobre sua composição, sua atividade antioxidante e consequentemente os benefícios à saúde pelo consumo deste fruto, com o intuito de ampliar o consumo, comercialização e agregar valor ao mesmo, gerando renda para as populações locais além de contribuir para a proteção ambiental.

Mediante o exposto, o presente trabalho teve como objetivos:

I. Avaliar a qualidade de frutos de puçazeiro 'Coroa de Frade', oriundos de diferentes genótipos, através de caracterização física, físico-química e química, selecionando dentre os materiais genéticos aqueles que apresentem qualidade superior;

II. Avaliar a atividade antioxidante total dos extratos fenólicos obtido destes genótipos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Importância do estudo de frutas nativas

O Brasil é um dos principais centros de diversidade genética de espécies frutíferas nativas e naturalizadas (VIEIRA NETO, 2002). Estima-se que 250 mil espécies de plantas já foram descritas em âmbito mundial e o Brasil é considerado o país mais rico, em cerca de 55 a 60 mil espécies, correspondente a 22% do total incluindo-se entre elas cerca de 500 espécies frutíferas, na maioria muito pouco estudadas (ARAGÃO et al., 2002).

Donadio et al. (1998) citam cerca de cinco mil espécies nativas das Américas, distribuídas em 80 famílias, sendo que pelo menos 400 espécies são de origem ou ocorrentes no Brasil.

Há um mercado potencial e crescente para as frutíferas nativas, porém pouco explorado pelos agricultores. Todo o aproveitamento desses frutos tem sido feito de forma extrativista. Várias espécies frutíferas estão sendo estudadas atualmente, e a maioria delas encontra-se no estado silvestre, sem qualquer grau de domesticação (RIBEIRO; RODRIGUES, 2006), o que apresenta forte tendência ao desaparecimento, devido à exploração irracional dos ecossistemas em que ocorrem (SILVA JUNIOR et al., 1998).

A domesticação de espécies silvestres de plantas nos tempos atuais, além de obedecer ao critério de prioridade, constitui um desafio da tecnologia moderna para conhecer as plantas, tanto quanto o homem do neolítico logrou em conhecer, pois contava com conhecimentos adquiridos em milênios de convivência com a natureza (GIACOMETTI, 1992). Uma vez domesticadas e cultivadas em cultivos comerciais, evitar-se-ia o extrativismo predatório, ao mesmo tempo em que elas se conservariam na natureza (RIBEIRO; RODRIGUES, 2006).

O aproveitamento sócio-econômico e a demanda de pesquisas de frutíferas nativas refletem na oferta de novas alternativas de frutas frescas para o consumo *in natura* e matéria-prima para agroindústria, constituindo uma preciosa fonte de alimentos e, riqueza para o país (GARRIDO et al., 2007), que poderá ser atingido com a conservação de recursos genéticos dessas espécies, e cuidados à caracterização, avaliação com etapas iniciais de domesticação nos tempos atuais (GIACOMETTI, 1992).

Para possibilitar o conhecimento da ocorrência localizada das espécies nativas de maior mérito, expressão científica e reconhecido potencial de exploração comercial, Giacometti (1992) propôs a existência de dez centros de diversidade de fruteiras nativas no

Brasil, entre os quais os centros do Nordeste-Caatinga e o da Mata Atlântica. Este último, devido à ação antrópica crescente, já foi muito devastado, podendo ter sofrido perdas irreparáveis e irreversíveis de várias frutíferas nativas e naturalizadas com algum potencial agrônomo.

Contudo, os esforços para assegurar a conservação da biodiversidade e conseqüentemente dos recursos genéticos ainda são insuficientes, principalmente nos trópicos, que detêm cerca de dois terços do total de espécies e 95% da biodiversidade da terra. O Brasil, com sua megadiversidade, está inserido nessa realidade, pois através de sua grande expansão populacional vem devastando os seus habitats naturais quase na mesma velocidade do resto do mundo (ARAGÃO et al., 2002).

## **2.2 Aspectos gerais sobre a vegetação litorânea**

O litoral brasileiro é um sistema natural e econômico de grande importância para o país. As principais capitais e cidades localizam-se na zona costeira e mais de 40% da população reside nessa faixa. Além disso, os mares e oceanos desempenham um importante papel na vida do homem. Servem como fonte de alimentos, via de comunicação entre as diferentes regiões do planeta e contêm inúmeras riquezas minerais. A região litorânea é relevante para o turismo e o lazer, o que justifica a necessidade e a importância de sua conservação (DECICINO, 2008).

O Brasil possui 7.367km de litoral. Se calculados os recortes litorâneos, como reentrâncias, golfões, baías, etc., a extensão fica em 8.500km, com predominância de praias oceânicas pouco sinuosas. O ecossistema litorâneo é todo especial. Nele se encontra uma variedade de habitats e ecossistemas, como restingas, costões, manguezais, ilhas, dunas, praias arenosas, dentre outros, nos quais estão abrigadas inúmeras espécies da flora e da fauna brasileira (FREITAS, 2004). Afonso (1999), explorando o presente assunto e ressaltando a sua importância, pondera que esses ecossistemas desempenham papel fundamental na qualidade de vida, sendo estabilizadores climáticos e hidrográficos e protetores do solo (evitando o assoreamento de rios e controle de inundações), além de serem supridores de matéria-prima para consumo humano.

Além do mais, é na zona costeira que se localizam as maiores presenças residuais de Mata Atlântica. Ali a vegetação possui uma biodiversidade superior no que diz respeito à variedade de espécies vegetais. Também os manguezais, de expressiva ocorrência na zona costeira, cumprem funções essenciais na reprodução biótica da vida marinha. Enfim, os

espaços litorâneos possuem riquezas significativas de recursos naturais e ambientais, mas a intensidade de um processo de ocupação desordenado vem colocando em risco todos os ecossistemas presentes na costa litorânea do Brasil (IBAMA, 2007).

É importante ressaltar que a destruição dos ecossistemas litorâneos é uma ameaça para o próprio homem, uma vez que põe em risco a produção pesqueira, uma rica fonte de alimento e geração de renda e trabalho (RUFINO, 2004).

### **2.3 Aspectos gerais sobre a geografia do Ceará e seu litoral**

O Estado do Ceará está localizado na Região Nordeste do Brasil, um pouco abaixo da linha do Equador, portanto na Zona Tropical. Tem uma área de 146.817 quilômetros quadrados, quase toda encravada no semi-árido, inserida no chamado polígono das secas. A extensão de sua linha costeira tem 573 km sendo formada por uma grande variedade de ambientes, como falésias, campos de dunas fixas (vegetadas) e móveis, lagoas temporárias e permanentes, mata úmida, mata seca, restingas, manguezais, carnaubais, caatinga alta e baixa e cerrado. A temperatura média nas regiões em torno do litoral é 26°C, com índices de precipitação mais elevados e período chuvoso mais prolongado (5 a 6 meses), com manutenção da umidade (IPLANCE, 1992; MATIAS; NUNES, 2000). Os fatores climáticos aliados à grande variedade de vegetação tornam essa região rica em biodiversidade e em recursos genéticos de fruteiras tropicais nativas.

A utilização dos recursos naturais presentes nesta unidade de vegetação é importante para a população local, onde são aproveitados o caju (*Anacardium occidentale* L.), cajuí (*Anacardium* spp.), murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich.), dentre outros. Essas frutas vêm sendo utilizadas pela população por possuírem valor nutritivo na alimentação, propriedades medicinais e potencial de utilização madeireira, porém a maioria das espécies têm sido aproveitadas de maneira extrativista, sem a preocupação com o cultivo comercial, contribuindo para seu desaparecimento (RUFINO, 2004).

### **2.4 Espécies nativas da região Nordeste**

A região Nordeste do Brasil tem uma grande diversidade de ambientes, incluindo parte da floresta amazônica, no oeste do Maranhão; parte do cerrado no Maranhão e no oeste do Piauí e da Bahia; a quase integralidade da caatinga, do Piauí à Bahia, ficando de fora

apenas parte do norte de Minas Gerais; e a mata atlântica, ao longo da costa do Rio Grande do Norte à Bahia (SAMPAIO et al., 2005).

As condições climáticas são favoráveis ao cultivo de diversas espécies frutíferas de clima tropical, o que é evidenciado pela expressiva diversidade de espécies nativas encontradas na região, ao lado de outras, exóticas, induzidas de ecossistemas equivalentes e que se adaptaram bem, comportando-se de modo semelhante ao do material nativo (CARVALHO et al., 2002).

Ferreira et al. (2005) relatam que na região Nordeste do Brasil são conhecidas mais de 100 espécies frutíferas nativas com potencial para exploração econômica ou ecológica e que a sobrevivência da sua riquíssima fauna regional está atrelada à distribuição de muitas fruteiras nativas. De acordo com Aragão et al. (2002), poucas dessas fruteiras já sofreram um processo de domesticação incipiente, como o caju, a mangaba, o maracujá, o jenipapo e o pequi. Entretanto, Carvalho et al. (2002) relatam que a exploração das fruteiras nativas ocorre na maioria das vezes de forma extrativista, em razão da falta de conhecimento de quem as utiliza, pois muitos não têm noção do que são recursos genéticos e da importância da sua conservação. Em algumas espécies a variabilidade é ponderável no porte, na produtividade de frutos, na suculência, no sabor e no tamanho das sementes. As Anacardiaceae, Passifloraceae, Myrtaceae, Sapotaceae e Anonaceae são as mais promissoras, mas as demais famílias também oferecem aos geneticistas, melhoristas e fitotecnistas valioso germoplasma para ser trabalhado.

Algumas espécies nativas têm experimentado, mais recentemente, um grande extrativismo, em função da demanda por polpa, sucos, bebidas lácteas e sorvetes. Essa demanda somente tem sido, em parte, viabilizada pela possibilidade de extração e congelamento da polpa obtida de frutos de plantas em áreas de ocorrência natural ou cultivadas em chácaras de inúmeros recantos da região. A existência de um grande potencial de várias espécies de fruteiras tropicais nativas e exóticas, ainda pouco exploradas, assim como a necessidade urgente de seleção de cultivares mais adaptáveis às condições locais, que atendam melhor às exigências dos consumidores, evidencia a importância da manutenção de um banco de germoplasma dessas espécies para aproveitamento em programas atuais e futuros. São de responsabilidade de toda a sociedade o cuidado e a manutenção do seu patrimônio vegetal. Para isso necessita-se conhecer cada espécie, avaliar o seu potencial e desenvolver tecnologias capazes de estabelecer a domesticação, o cultivo racional, o desenvolvimento de variedades, a conservação e a industrialização de frutas nativas (FERREIRA et al., 2005).

## 2.5 Aspectos gerais do puçazeiro 'Coroa de Frade'

O puçazeiro 'Coroa de Frade' (*Mouriri elliptica* Mart.) é uma espécie frutífera nativa de cerrado, encontrada nos Estados de Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Piauí e Ceará. É conhecido vulgarmente por croadinha, croada, puçá e manipuçá. Classifica-se botanicamente como pertencente à divisão *Magnoliophyta* (*Angiospermae*), classe *Magnoliopsida* (*Dicotyledonae*), subclasse *Rosidae*, super-ordem *Myrtales*, ordem *Myrtales*, família *Melastomataceae*, gênero *Mouriri*, espécie *elliptica* e nome científico *Mouriri elliptica* Mart. (SILVA et al., 2001; ZIPCODEZOO, 2007).

As *Melastomataceae* são plantas herbáceas, arbustivas ou arbóreas compreendendo cerca de 200 gêneros e 4 mil espécies. As folhas são em pares e opostas ou raramente alternadas, sem estípulas. As flores são hermafroditas, de simetria actinomorfa. A corola geralmente tem cinco pétalas distintas. O androceu é formado por dois grupos contendo o número de estames equivalentes ao número de pétalas. Os estames podem ser dimórficos. O gineceu é formado por um único conjunto de pistilo com 4-14 carpelos, um único estigma e um ovário superior ou inferior com 4-14 lóculos e numerosos óvulos. O fruto é uma cápsula ou baga (ZIPCODEZOO, 2007).

A espécie *Mouriri elliptica* Mart, de modo geral, é uma planta arbórea, de 4 a 6 m de altura por 2 a 4 m de diâmetro. Flor de pétalas brancas e creme, estames amarelos, cálice verde, botões florais verdes. O fruto tem mesocarpo alaranjado e doce, 3 a 5 sementes no endocarpo, presentes de 100 a 200 frutos por planta. Quando maduro, possui a casca amarelada. As dimensões do fruto são de 2,5cm a 3,5cm de comprimento por 2,5 a 3,0cm de diâmetro, pesando cerca de 13 a 20g. O peso de 100 sementes é de 150g (SILVA et al., 2001; CENARGEN, 2007) (FIGURA 1).

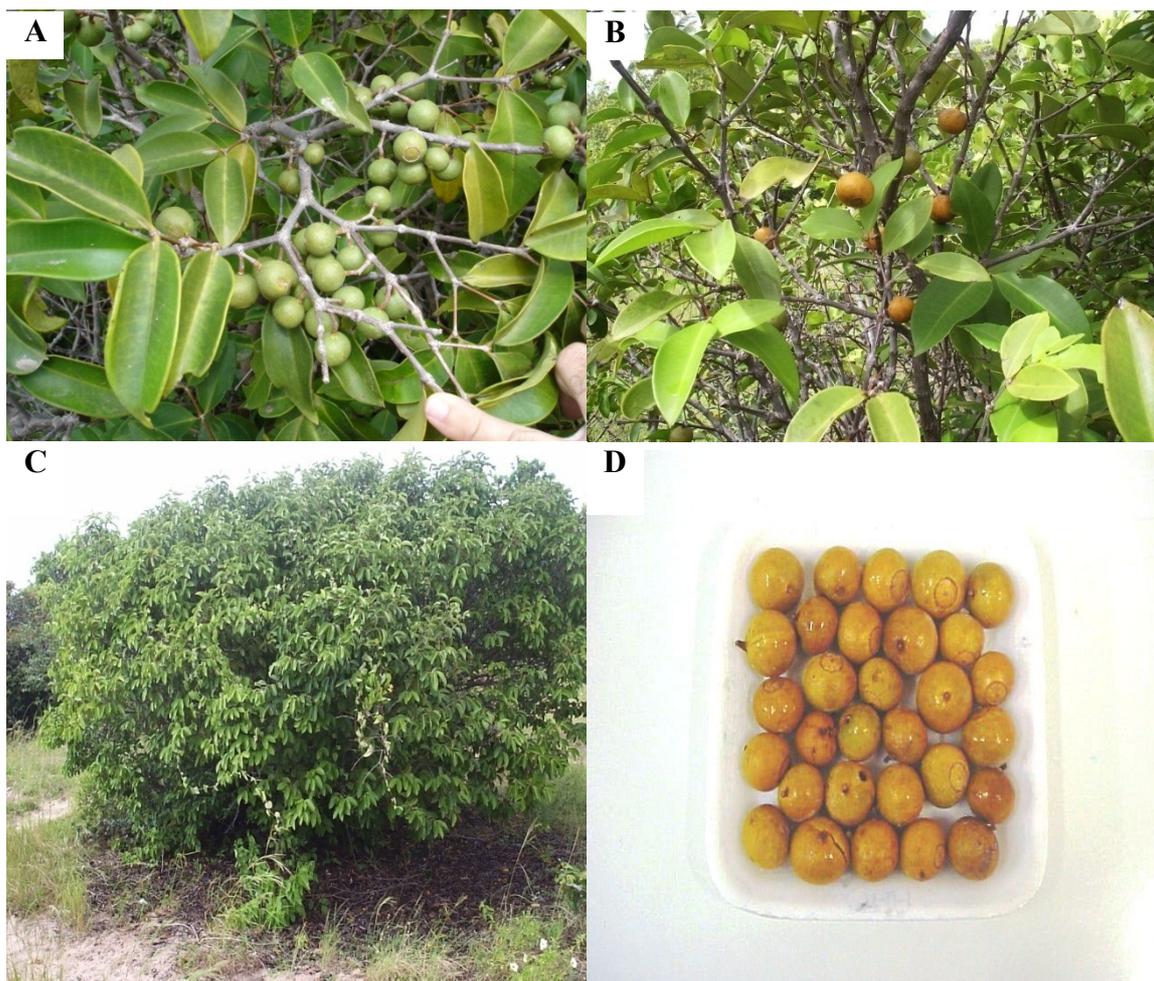


FIGURA 1 – Cachos de frutos verdes e maduros de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ (A e B); árvore de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ (C); frutos maduros de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ (D).

O puçazeiro ‘Coroa de Frade’ desenvolve-se bem em vegetação de cerrado. De acordo com Walter (2006), o cerrado é um ambiente com precipitação média anual de cerca de 1500 mm, clima tropical chuvoso, com duas estações climáticas bem definidas, uma estação chuvosa (outubro a março) e uma estação seca (abril a setembro). De maneira geral a temperatura média mensal para os meses mais quentes varia de 25-30° C, nas margens das florestas, a 30-35° C, próximo às margens dos desertos. Os principais solos são os Latossolos e suas variações, principalmente Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho, onde estão incluídos os solos arenosos e areno-argilosos.

Estudos realizados por Dalponte e Lima (1999) na Chapada dos Guimarães, mostraram que o puçazeiro ‘Coroa de Frade’ teve período de frutificação intermediário, de agosto a dezembro, final da estação seca e início da estação chuvosa naquela região. O puçá ‘Coroa de Frade’ não amadurece se colhido verde, podendo a colheita ser realizada no solo após a queda do fruto através de catação ou na árvore.

## 2.6 Recursos Genéticos

O risco da extinção de espécies biológicas torna-se cada vez mais presente e ameaçador. Embora a extinção seja considerada um processo natural e lento, o homem vem promovendo isso a uma elevada taxa de 100 a 1000 vezes maior. Estima-se que mil espécies sejam extintas por ano no planeta, correspondendo a três por dia. Nesse ritmo, estima-se que até 2015, de 4 a 8% de todas as espécies vivas presentes nas florestas tropicais possam sumir, sem mesmo terem sido catalogadas ou estudadas. Quanto mais permitirmos que as perdas se acumulem, maiores serão os prejuízos futuros à biodiversidade e ao próprio bem-estar do homem (ROSA, 2004).

O Brasil é o país que apresenta a maior diversidade genética vegetal do mundo, com cerca de 55.000 espécies catalogadas e que se destaca pela riqueza em espécies com potencial para uso na agricultura, melhoramento genético e domesticação de frutíferas. As fontes de variabilidade genética disponíveis nas coleções de fruteiras tropicais, no Brasil, são limitadas e estão sujeitas à erosão genética, com eventuais perdas de germoplasma valioso. O aproveitamento da variabilidade genética dessas espécies tem sido modesto em relação ao seu valor estratégico para o desenvolvimento de novos produtos nacionais (ROSA, 2004; ALVES et al., 2005; LUNA; RAMOS JUNIOR, 2005).

A variabilidade genética existente ao nível populacional de espécies nativas, essencial para sobrevivência e adaptação a possíveis mudanças do ambiente, é um dos fatores mais importantes no que se refere à conservação e aproveitamento de recursos genéticos em programas de melhoramento (ALVES et al., 2005; RIBEIRO; RODRIGUES, 2006). A diferenciação das populações em nível intra-específico, causada pelo isolamento genético por várias gerações, é um fator muito relevante para a conservação. A compreensão dos padrões de distribuição da diversidade genética e o nível de diferenciação intra-específico são de fundamental importância para a definição das estratégias de conservação e uso sustentado desses recursos genéticos (RIBEIRO; RODRIGUES, 2006).

A identificação dos padrões de variabilidade genética é extremamente importante e necessária para o desenvolvimento dos seguintes aspectos para conservação de recursos genéticos, tanto *in situ* (conservando as espécies em seu habitat) como *ex situ* (conservando as espécies fora de seu local de origem); como modelo de sistemas de cultivos apropriados às condições ecológicas das regiões tropicais; e como fonte gênica alimentadora dos programas de melhoramento genético (PAIVA, 1998).

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

Um dos maiores problemas dos recursos genéticos é a escassez de informações, principalmente daquelas relacionadas com a documentação e a caracterização gênica, e culmina com a carência de estudos sobre o conhecimento da diversidade genética das espécies com potencial econômico para as regiões (COSTA; OLIVEIRA; MOURA, 2001).

No Brasil a conservação de recursos genéticos é feita *in situ*, e principalmente *ex situ*, cujas principais modalidades de conservação são: coleção de base, coleção ativa, coleção de trabalho, coleção a campo, coleção *in vitro*, coleção em criopreservação, coleção nuclear e banco genômico. No Sistema Embrapa de Planejamento (SEP), a conservação de recursos genéticos de fruteiras tropicais e subtropicais contempla 17 bancos ativos de germoplasma (BAGs), além de existirem diversas coleções ativas e de trabalho que juntos conservam 230 espécies e mais de 9.000 acessos, incluindo as duplicatas (ARAGÃO et al., 2002).

Mesmo com o empenho de empresas de pesquisas na contribuição da conservação do germoplasma e da biodiversidade de plantas nativas, há uma preocupação com a rápida destruição e extinção de algumas fruteiras nativas e exóticas que seriam úteis aos programas de melhoramento (ARAGÃO et al., 2002; LUNA; RAMOS JUNIOR, 2005). Apesar da Embrapa Cerrados descrever o puçazeiro 'Coroa de Frade' em duas de suas publicações, não existe atualmente, conservação *in situ* ou *ex situ* desta fruteira nativa.

## **2.7 Qualidade e potencial de utilização de frutas nativas**

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), representadas principalmente pelas culturas

de laranja, banana, coco, abacaxi, mamão, castanha de caju, caju e castanha do Brasil (OLIVEIRA JUNIOR; MANICA, 2003).

No Brasil são produzidas frutas tropicais e de clima temperado, o que é decorrência da extensão do território, sua posição geográfica e suas condições edafoclimáticas. No Nordeste, onde o clima é semi-árido, graças aos sistemas modernos de irrigação e das altas temperaturas durante o ano todo são cultivadas frutas tropicais, subtropicais e mesmo frutas temperadas, substituindo a dormência pelo frio pela dormência devida à seca. No Norte, o clima tropical úmido permite o desenvolvimento de uma fruticultura exótica e peculiar, com tipos de frutas, muitas delas ainda não bem conhecidas e pouco consumidas, mas com grande potencial de exploração. No Sudeste, o clima mais suave, mas não rigidamente marcado pelas estações do ano, permite a coexistência de muitas frutas. No Sul, o clima temperado é marcante, onde se identifica uma fruticultura sazonal e caracterizada por frutas de clima temperado por excelência (ANDRIGUETO; NASSER; TEIXEIRA, 2008).

A preferência do mercado interno pelas frutas exóticas, tanto de clima temperado aclimatadas, que exercem forte pressão de mercado, quanto por aquelas tropicais e subtropicais já adaptadas, tem inibido o desenvolvimento de espécies alternativas de reconhecidos méritos, como mangaba, araçá, bacuri, cupuaçu, dentre outras (GIACOMETTI, 1992). As limitações para os frutos exóticos atingirem o mercado com qualidade têm sido atribuídas a vários fatores tais como: condições climáticas desfavoráveis, técnicas de produção ineficientes, falta de conhecimento na colheita, técnicas de transporte e manuseio e valor nutritivo (FILGUEIRAS et al., 1999).

Bezerra et al. (2005) relata em que a fruticultura brasileira está se transformando numa atividade bastante rentável, que vem progredindo em função da ampliação da área de produção e do parque industrial, além da capacidade de exportação. Tal atividade aumenta a oferta de frutas nos centros urbanos, tornando esses produtos mais acessíveis à população e desencadeando o processo de desenvolvimento agroindustrial, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

Algumas fruteiras nativas do Cerrado, por exemplo, já têm seus frutos comercializados em feiras e com grande aceitação popular, com sabor *sui generis* e sendo excelentes fontes nutricionais com elevados teores de açúcares, proteínas, vitaminas e sais minerais, podendo ser consumidos *in natura* ou processadas na forma de doces, sorvetes, sucos, compotas, geléias, entre outras. Hoje, existem mais de 58 espécies de frutas nativas dos cerrados conhecidas e utilizadas pela população da região e de outros estados (AVIDOS;

FERREIRA, 2003). A Região Amazônica, com extraordinária diversidade e potencialidade dos frutos regionais, vêm despertando muita atenção para os frutos tropicais, principalmente por parte dos países europeus. Tal fato sugere perspectivas muito otimistas para a comercialização das frutas *in natura* e para o desenvolvimento industrial das mesmas (BEZERRA et al. 2005).

Atualmente, há uma tendência do mercado em exigir produtos naturais e saudáveis, isentos de conservantes, o que tem contribuído para o crescimento do comércio de polpa e sucos congelados, embora exista um forte segmento cuja linha de produção é os sucos com aditivos químicos (FRANZÃO; MELO, 2008).

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

## 2.8 Atributos de Qualidade

A produção de frutos de qualidade visando atender o crescente consumo de produtos frescos para mercados cada vez mais exigentes, tem sido o grande desafio para a fruticultura brasileira (BISCEGLI et al., 2003).

Os aspectos de qualidade são, naturalmente, os mais importantes para determinar a aceitabilidade comercial das frutas (DUCH, 2001). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a qualidade não é um atributo único bem definido e sim, um conjunto de muitas propriedades ou características peculiares de cada produto. Engloba propriedades sensoriais (aparência, firmeza, aroma e sabor), valor nutritivo e multifuncional decorrente dos componentes químicos, propriedades mecânicas, bem como a ausência ou a presença de defeitos do produto.

Contudo, tais atributos são fortemente influenciados pela variedade, clima, estágio de maturação, solo, técnicas de cultivo e outros. O conhecimento destes atributos assume uma grande importância, uma vez que podem ser utilizadas técnicas para a sua preservação e seleção de variedades (LEITE, 2008).

Duch (2001) cita uma questão de grande importância que influi no êxito comercial, que é ensinar aos consumidores potenciais as características de qualidade dos frutos para seu consumo (cor, textura, aroma, sabor), a forma de consumi-la (in natura, minimamente processada, etc.) e a qualidade nutricional de sua composição.

A qualidade “ótima” de um produto hortícola pode ser considerada como aquela atingida num determinado grau de desenvolvimento e/ou amadurecimento, em que a combinação de atributos físicos e componentes químicos tem o máximo de aceitação pelo consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

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

## **2.9 Físicos**

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

Prudente e Vieira Neto (2002) informa que fruteiras nativas do cerrado, por se encontrarem em estado silvestre, apresentam grandes variações dentro da mesma espécie, mostrando diferentes formas, tamanho e cor de frutos, altura da planta, de acordo com o local de ocorrência. Porém, variações nas características morfológicas ou fisiológicas podem ocorrer em qualquer planta como resultado dos efeitos das diversidades climáticas, edáficas e de cultivo, não constituindo em novas variedades. Essas variações poderão facilitar a identificação e a seleção de diversas cultivares, tanto para o consumo de fruta fresca quanto para a agroindústria, desde que diferenciadas por meio de critérios científicos.

### **2.9.1 Peso Total**

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o peso correlaciona-se 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.

Em populações naturais conhecidas de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), segundo Barros (1988), o peso dos pedúnculos de cajueiro variou de 20 a 160g, enquanto que as castanhas de 3 a 10g, denotando grande variabilidade genética para a característica peso.

O mesmo aconteceu com frutos de murici, avaliados por Gusmão, Vieira e Fonseca Júnior (2006), onde houve uma variação de 0,27 a 2,34 g no peso, estando essa diferença associada às diferenças fenotípicas determinadas pelas variações ambientais em função das diferentes localidades geográficas das plantas.

Segundo Oliveira e Fernandes (2001) estudando a repetibilidade de caracteres do cacho de açazeiro nas condições de Belém-PA, afirmaram que utilizando-se o peso médio do fruto como parâmetro de seleção fenotípica simples, podem-se obter bons ganhos genéticos.

Não existem relatos na literatura para peso total de puçá 'Coroa de Frade'.

### 2.9.2 Tamanho

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

Segundo Rogez (2000), em frutos de açazeiro o tamanho é um dos principais fatores que afetam o rendimento, sendo o diâmetro um parâmetro relevante na seleção de açazeiros desejáveis para frutos.

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

O diâmetro longitudinal (ou comprimento) e o transversal representam, em conjunto, o tamanho, e a sua relação dá idéia da forma do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Viégas, Melo e Neto (2002) citam a carambola (*Averrhoa carambola* L.) como de forma oblongo-oval, com dimensões variando entre 50 a 250 mm de comprimento e 30 a 100 mm de diâmetro. Silva (2002) cita a jaca (*Artocarpus heterophyllus*) como a maior fruta do mundo, com 70 cm de comprimento e 40 cm de diâmetro, com forma oval ou alongada.

Não existem relatos na literatura para tamanho de puçá 'Coroa de Frade'.

### 2.9.3 Rendimento

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

Carvalho e Müller (2005) determinaram o rendimento percentual de polpa de 50 frutas nativas da Amazônia, com ênfase a espécies pouco conhecidas, e constataram que 14% das espécies de frutas enquadram-se no grupo de frutas com rendimento de polpa muito baixo, ou seja, igual ou inferior a 20%, o caso do bacuri (*Platonia insignis*), com semelhante resultado encontrado por Teixeira, Durigan e Alves (2000), o pequiá (*Caryocar villosum*) e o bacuripari (*Reedia macrophylla*). O grupo com rendimento de polpa baixo (21% a 40%) englobou 28% das espécies. O açaí (*Euterpe oleraceae*), que se constitui na fruta nativa mais consumida na Amazônia, foi incluído neste grupo, além do buriti (*Mauritia flexuosa*). Souza (2007) encontrou valores de 27,16% a 32,60% para progênies de açaizeiros de Paraipaba, CE, enquanto que Villachica (1996) e Donadio et al. (2002) relataram rendimento de 17% da parte comestível de fruto de açaizeiro.

Os grupos com médio (41% a 60%) e alto (61% a 80%) rendimento de polpa foram representados por 22% e 30% das espécies de frutas, respectivamente. O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) está incluído no primeiro e algumas espécies de frutas consumidas basicamente como fruta fresca, entre as quais o abiu (*Pouteria caimito*) e o abricó (*Mammea americana*) fazem parte do segundo grupo. O grupo de frutas com rendimento de polpa muito alto está representado por 6% das espécies. Nesse grupo, somente o Araçá-boi (*Eugenia stipitata*) tem alguma expressão econômica. Apesar do baixo rendimento percentual de polpa de algumas frutas como o açaí (*Euterpe oleraceae*) e o bacuri (*Platonia insignis*), o consumo in natura ou aproveitamento industrial não se inviabilizam devido a grande aceitação dessas frutas na Amazônia e mercado consolidado em outras regiões do Brasil (CARVALHO; MÜLLER, 2005).

Não existem relatos na literatura para rendimento de puçá 'Coroa de Frade'.

#### 2.9.4 Cor

A coloração é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor, e que, conscientemente ou não, afeta a vida diária das pessoas, tendo um efeito estimulante ou inibidor do apetite. Varia intensamente com as espécies e mesmo entre cultivares. Os produtos de cor forte e brilhante são os preferidos, embora a cor, na maioria dos casos, não contribua para um aumento efetivo do valor nutritivo ou da qualidade comestível do produto (COLLINS; PLUMBLY, 1995; CHITARRA; CHITARRA, 2005;).

Embora nem todos os frutos mudem de cor durante o amadurecimento, esta é uma das características mais associadas ao ponto de colheita e maturidade para consumo. A época, a velocidade e a intensidade da mudança variam entre espécies e entre cultivares de uma mesma espécie (LUCENA, 2006).

As cores das frutas se devem aos pigmentos naturais existentes. Três tipos de pigmentos ocorrem nos vegetais, sendo eles: a clorofila, os carotenóides e as antocianinas. A coloração das frutas e das hortaliças é resultante dos pigmentos clorofila e carotenóides presentes nos cloroplastos e nos cromoplastos, bem como dos pigmentos fenólicos (antocianinas, flavonóis e proantocianinas) presentes nos vacúolos (SOUZA, 2007).

As alterações mais representativas ocorrem em nível de degradação da clorofila com perda da cor verde. Esse processo é causado por mais de um fator que pode atuar em conjunto ou isoladamente. São eles: alteração do pH, atividade de enzimas (clorofilase), presença de sistemas oxidantes (enzimáticos ou químicos). O íon de  $Mg^{+2}$  nas clorofilas é facilmente eliminado por reação com ácidos orgânicos provenientes do vacúolo, resultando dessa reação a feofitina de cor verde-oliva. Enzimas presentes no vegetal, como a clorofilase, separam o grupo fitol da profirina, formando a clorofilida, verde, mais solúvel em água do que a clorofila. O fitol também pode ser removido facilmente por álcalis. Os produtos resultantes da perda do grupo fitol e do  $Mg^{+2}$ , os feofórbios, têm cor verde-castanha. A feofitina, a clorofilida e o feofórbio sofrem, possivelmente, transformações oxidativas que dão origem a produtos de degradação incolores (JACOMINO et al., 2006).

Simultaneamente à degradação da clorofila, podem ser sintetizados ou tornam-se visíveis outros pigmentos tais como carotenóides (carotenos, licopeno e xantofilas) e pigmentos fenólicos (antocianinas, flavonóis e proantocianinas) presentes nos vacúolos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Essa variável pode ser determinada através da extração por solventes orgânicos e correlacionada com o uso de componentes da cor pelo colorímetro, onde são considerados parâmetros como claridade ou brilho representado pela luminosidade (I), ângulo Hue ( $^{\circ}$ Hue) e cromaticidade ou intensidade de cor (c) (MOURA, 2004; SOUZA, 2007).

Não existem na literatura comentários sobre a cor do puçá 'Coroa de Frade'.

## **2.10 Físico-Químicos e Químicos**

### **2.10.1 Sólidos Solúveis (SS)**

Os sólidos solúveis (SS), expressos em  $^{\circ}$ Brix, representam os compostos que são solúveis em água. Sua determinação normalmente é feita com o objetivo de se ter uma estimativa da quantidade de açúcares presentes, embora, medidos em refratômetro, inclua principalmente açúcares solúveis, além das pectinas, fenólicos, vitaminas, sais, ácidos e aminoácidos. Os SS aumentam nos frutos com o amadurecimento, os quais são constituídos principalmente pelos açúcares solúveis (COCCOZA, 2003; LUCENA, 2006).

### **2.10.2 Acidez Total Titulável (ATT) e pH**

Os dois métodos mais comumente usados para medir a acidez de frutos são a acidez total titulável e o potencial hidrogeniônico (pH), sendo que o primeiro representa todos os grupamentos ácidos encontrados (ácidos orgânicos livres, na forma de sais e compostos fenólicos), enquanto que o segundo determina a concentração hidrogeniônica da solução (LUCENA, 2006).

Os ácidos orgânicos encontram-se dissolvidos nos vacúolos de forma livre ou combinados, como sais, ésteres, glicosídeos ou outros compostos. Os mais abundantes são os ácidos cítricos e málico (numa grande variedade de frutos), o tartárico (uvas e abacate) e o oxálico (espinafre) (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O conteúdo de ácidos orgânicos diminui com o amadurecimento na maioria dos frutos tropicais, devido à utilização desses ácidos no ciclo de Krebs ou sua transformação em açúcares, durante o processo respiratório. Uma vez que a concentração de ácidos orgânicos totais tende a declinar, o pH sofreria, por consequência, uma elevação (MOURA, 2004; LUCENA, 2006).

A acidez é geralmente determinada por titulometria, ou por potenciometria (ABREU, 2007).

### 2.10.3 Relação SS/ATT

A relação SS/ATT é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois dá uma boa idéia do equilíbrio entre esses dois componentes. Quanto maior for essa relação maior será o grau de doçura (CHITARRA; CHITARRA, 2005). De acordo com Bleinroth (1989), os sólidos solúveis (SS) têm tendência de aumento com o avanço da maturação, enquanto a acidez total titulável (ATT) diminui com o amadurecimento. No caso do pedúnculo do cajueiro, segundo Alves, Bezerra e Abreu (1999), o máximo de qualidade comestível ocorre quando o pedúnculo está completamente maduro, coincidindo com a alta relação SS/ATT, ocasião em que é colhido.

### 2.10.4 Açúcares

Os açúcares pertencem a um grupo de extrema importância no que se refere à qualidade do produto vegetal (RUFINO, 2004). Os açúcares solúveis presentes nas frutas de 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. Os açúcares simples como glicose, frutose e sacarose são considerados excelentes fontes energéticas e encontram-se em grande disponibilidade, principalmente em frutas. (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O avanço da maturação promove um aumento no conteúdo de açúcares, atribuído principalmente, à hidrólise de carboidratos de reserva acumulados durante o crescimento do fruto na planta, resultando na produção de açúcares solúveis totais (AST) (KAYS, 1991; SIGRIST, 1992; WILLS et al., 1998).

Os principais AST presentes nos frutos são frutose, glicose e sacarose. Os principais açúcares redutores (AR) são a glicose e a frutose, havendo na maioria dos frutos, predomínio do primeiro. A proporção entre os diferentes tipos de açúcares é um importante atributo de qualidade uma vez que diferem em grau de doçura, sendo assim, a frutose possui grau de doçura maior que a sacarose e esta por sua vez maior que a glicose (LUCENA, 2006).

### 2.10.5 Amido

A reserva de carbono mais importante nas plantas é o amido. Ele consiste de dois tipos de polímeros: a amilose com longas cadeias não ramificadas de unidades de  $\alpha$ -D-glucose com ligações glicosídicas  $\alpha$ -1, 4, que conferem à molécula uma estrutura helicoidal e a amilopectina, uma macromolécula menos hidrossolúvel que a amilose que é uma rede ramificada por ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,6 conectando cadeias de  $\alpha$ -1,4- D-glucanas (LUCENA, 2006; LEONEL, 2007).

O amido que se acumula durante o crescimento do fruto é rapidamente degradado durante o amadurecimento, uma vez que, esta diminuição se evidencia no cloroplasto, onde os grânulos de amido se tornam menores e praticamente desaparecem do fruto maduro. Em muitos frutos, a degradação do amido é um evento característico do amadurecimento (JOHN; DEY, 1986; TUCKER, 1993), que promove a palatabilidade (KAYS, 1991).

O avanço da maturação promove um aumento no conteúdo de açúcares, atribuído principalmente, à hidrólise de carboidratos de reserva acumulados durante o crescimento do fruto na planta, resultando na produção de açúcares solúveis totais (AST) (LUCENA, 2006).

Souza (2007) cita o açaí maduro com um alto teor de amido encontrado em sua polpa (5,97 % a 10,35 %) tornando-o um dos frutos mais ricos em valor energético.

Teixeira, Durigan e Alves (2000) encontraram 1,13% de amido em bacuri, o que poderia dificultar sua industrialização, principalmente pelo processo de filtração.

### 2.10.6 Pectinas

As pectinas são complexos coloidais de polissacarídeos que são encontrados na lamela média da parede celular dos vegetais (KASHIAP et al., 2001). São classificadas em protopectina, ácido péctico, ácido pectínico e pectina, de acordo com a proporção de grupos carboxílicos das cadeias poligalacturônicas esterificadas por grupamentos metil-éster, com a presença de cadeias laterais glicosídicas e com a solubilidade (SAKAI et al., 1993).

A protopectina é uma substância péctica que forma a matriz, insolúvel em água e presente nos tecidos de plantas que, por hidrólise parcial, fornecem pectina; a hidrólise mais completa produz ácido péctico, ácido galacturônico e álcool metílico. Quando os grupos carboxílicos ácidos encontram-se ligados ao cálcio, formam o pectato de cálcio que é insolúvel e também designado como protopectina, predominante em frutas imaturas. Com o amadurecimento, há liberação de cálcio e solubilização de protopectina das paredes celulares,

por ação enzimática. Há então modificação da textura, que se torna gradualmente macia. Essas transformações ocorrem não só durante o amadurecimento, como também no armazenamento de frutos e hortaliças. Então, as pectinas são os principais componentes químicos dos tecidos responsáveis pelas mudanças de textura dos frutos e hortaliças (ANTUNES; GONÇALVES; TREVISAN, 2006).

As pectinas possuem grande capacidade para formar géis e são utilizadas, na indústria de alimentos, como geleificantes. A capacidade de geleificação é fortemente influenciada pelo grau de metoxilação (SOUZA, 2007). As pectinas podem ser classificadas como de baixo teor de metoxilação, quando for inferior a 7 % ou seja, menos de 50 % de esterificação e como de alto teor de metoxilação, quando superar os 7 %, ou mais de 50 % de esterificação. As pectinas de baixa metoxilação não são solúveis em água e não possuem capacidade de formar gel, enquanto as de alta metoxilação são solúveis em água e capazes de formar gel (LUCENA, 2006).

Para a geleificação de algumas frutas o emprego de pectina não é necessário, já para outras a quantidade de pectina adicionada depende de fatores como a qualidade e quantidade da pectina contida na própria fruta, e do conteúdo de sólidos solúveis requeridos no produto final. As maçãs, uvas, limões e limas são exemplos de frutas que contêm alto teor de pectina, e as cerejas, figos, melões, pêras e pinhas são os que contêm baixo teor (BALDASSO et al., 2007).

A pectina presente na polpa de açaí, em torno de 0,67 %, confere uma consistência especial e característica, para que o açaí seja consumido fresco como uma espécie de papa ou mingau (SOUSA et al., 2007).

Outra fruta que pode ser considerada rica em pectina é o bacuri, com percentual médio determinado por Aguiar (2006) de 1,32% de pectina total e 0,81% de pectina solúvel.

## **2.11 Compostos com propriedades funcionais**

Em todo o mundo tem-se destacado o consumo de frutas tropicais. A diversidade de frutas no mercado é cada vez maior e, a cada dia, se introduz uma nova fruta tropical, cujas propriedades e características ainda não foram totalmente estudadas (KUSKOSKI et al., 2005). O Brasil possui um grande número de espécies frutíferas tropicais nativas (estima-se que em torno de 500) assim como as exóticas adaptadas, em sua grande maioria, pouco estudadas do ponto de vista do valor nutritivo. Esta grande diversidade de espécies associada à diversidade de composição possibilita um leque de opções tanto do ponto de vista da dieta

quanto dos potenciais benefícios para a saúde. Algumas espécies de frutos tropicais apresentam grande perspectiva quanto à prospecção de compostos com propriedades funcionais e alta atividade antioxidante (ALVES; BRITO; RUFINO, 2006).

Lajolo (2006) relata que alimentos funcionais, ou alimentos com alegações de funcionais ou de saúde, podem ser descritos como alimento semelhante em aparência ao alimento convencional, consumidos como parte da dieta usual, capazes de produzir efeitos metabólicos ou fisiológicos úteis na manutenção de uma boa saúde física e mental, além de suas funções nutricionais básicas.

A cada dia se publicam novas pesquisas, associando o consumo de frutas com os efeitos benéficos à saúde humana. O alto consumo de frutas e vegetais tem sido associado com a baixa incidência de doenças degenerativas, incluindo o câncer, doenças cardíacas, inflamações, artrites, baixa do sistema imune, disfunção do cérebro e catarata (LEONG; SHUI, 2002). Esses efeitos protetores são relacionados principalmente a presença de substâncias fisiologicamente ativas, tais como: pigmentos carotenóides, vitaminas, compostos fenólicos e minerais (MORAES; COLLA, 2006).

Entre os principais mecanismos de ação dos vegetais e frutas na prevenção e tratamento de doenças podemos citar a atividade antioxidante, que se define pela capacidade para capturar radicais livres e seqüestrantes de carcinógenos e de seus metabólitos, exercendo ação protetora contra a evolução dos processos degenerativos que conduzem às doenças e ao envelhecimento precoce (FREI, 1995; SLAGA, 1995).

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

### 2.11.1 Vitamina C

Os ácidos orgânicos possuem grande importância para os frutos, sendo o ácido ascórbico um dos mais importantes para os vegetais. Ele está presente nos tecidos das plantas, principalmente, na forma reduzida, mas pode ser oxidado para ácido dehidroascórbico pela ação da enzima ácido ascórbico oxidase (MOURA, 2004). É uma substância cristalina, com sabor ácido. É insolúvel na maior parte dos solventes orgânicos e solúveis em água. O calor, a exposição ao ar e ao meio alcalino aceleram a oxidação desta vitamina, especialmente quando o alimento está em contato com o cobre, o ferro ou enzimas oxidativas (SOUZA, 2007).

A vitamina C não é sintetizada pelo organismo humano, sendo indispensável a sua ingestão mediante a dieta (AGUIAR, 2001).

A vitamina C é essencial à saúde. Desempenha papel fundamental no desenvolvimento e regeneração dos músculos, pele, dentes e ossos, na formação do colágeno, na regulação da temperatura corporal, na produção de diversos hormônios e no metabolismo em geral. A falta dessa vitamina no organismo aumenta a propensão a doenças. A carência severa torna o organismo vulnerável a doenças mais graves, como por exemplo, o escorbuto. Entretanto, consumida em altas doses, pode provocar efeitos colaterais, tais como: diarreia, dor abdominal e cálculos renais em pessoas geneticamente predispostas. A necessidade diária de vitamina C varia conforme idade e condições de saúde (ANDRADE et al., 2002).

A vitamina C é um antioxidante solúvel na água, com papel vital na proteção do dano oxidativo. Neutraliza reações potencialmente prejudiciais nas partes aquosas do corpo, tais como o sangue, mas não é capaz de agir nos compartimentos lipofílicos para inibir a peroxidação lipídica, então pode atuar como antioxidante sinergista com a vitamina E, que é lipossolúvel. Em função de sua estrutura molecular pode atuar como doador de hidrogênios, seqüestrador de hidrogênio singlete e quelante de metais. Como comportamento paradoxal, pode atuar como pró-oxidante reduzindo metais catalíticos como  $Fe^{+3}$  e  $Cu^{+2}$  a  $Fe^{+2}$  e  $Cu^{+}$ , respectivamente, gerando radicais livres  $H_2O_2$  e  $OH\cdot$ . Porém esses metais estão presentes em quantidades muito limitadas (ODIN, 1997; MANCINI; MANCINI-FILHO, 2005; VANNUCCHI; JORDÃO JUNIOR, 2005).

Entre os frutos considerados ricos em vitamina C, destaca-se o caju pois 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). Abreu (2007) encontrou para pedúnculos maduros de cajueiro a média geral de 209,14 mg/100g de ácido ascórbico/100g de polpa. Alves et al. (2000) relataram valor mais elevado de 2016,04 mg/100g para camu-camu maduro.

### 2.11.2 Carotenóides

Os carotenóides formam um dos grupos de pigmentos naturais mais largamente encontrados na natureza. São frequentemente responsáveis pela cor vermelha, amarela e laranja de frutas e vegetais e também são encontrados em muitos vegetais verdes escuros (SASS-KISS et al., 2005). Ocorrem invariavelmente nos cloroplastos de plantas superiores ainda que neste tecido fotossintético sua cor seja mascarada pela clorofila (RODRIGUEZ-

AMAYA, 1989). Atualmente são conhecidos, aproximadamente, 600 tipos de carotenóides que ocorrem naturalmente, sendo usados como aditivos (corantes) alimentares. Entretanto, é na nutrição que os carotenóides ganham maior importância (ALVES et al., 2005).

Os carotenóides mais abundantes na dieta são beta-caroteno, alfa-caroteno, gama-caroteno, licopeno, luteína, beta-criptoxantina, zeaxantina e astaxantina (SASS-KISS et al., 2005). A estrutura básica dos carotenóides é um tetra terpeno de 40 átomos de carbono, simétrico e linear formado a partir de oito unidades de isoprenóides de cinco carbonos, unidas de tal maneira que a ordem se inverte no centro (RODRIGUEZ-AMAYA, 1989). Em grande parte, são moléculas hidrofóbicas e conseqüentemente interagem com a parte lipofílica da célula. Os carotenóides hidrocarbonados se solubilizam nos lipídios das membranas. Sendo moléculas rígidas, elas se dispõem paralelamente a superfície da membrana. Os oxocarotenóides (xantofilos) como a luteína e zeaxantina expõem seus grupos hidroxila na superfície da membrana. Eles podem se dispor perpendicularmente a superfície e servir como agente transmembrana (BETA CAROTENO, 2007).

Beta-caroteno, alfa-caroteno e beta-criptoxantina são carotenóides que são convertidos em vitamina A ou retinol (a forma ativa da vitamina A) no corpo (na parede intestinal e no fígado). O beta-caroteno é a provitamina A mais importante, principalmente pela sua prevalência nos alimentos vegetais e por ter maior atividade entre as provitaminas A (SASS-KISS et al., 2005).

Os pigmentos carotenóides exercem importante função na fotossíntese e fotoproteção nos tecidos das plantas. A função de fotoproteção se origina de sua habilidade de inativar espécies reativas de oxigênio tais como oxigênio singlete formado da exposição ao ar e luz. Esta função de fotoproteção está também associada com sua atividade antioxidante na saúde humana (LIU, 2006). Segundo Olson (1999), os carotenóides sequestram o oxigênio singlete, removem os radicais peróxidos, modulam o metabolismo carcinogênico, inibem a proliferação celular, estimulam a comunicação entre células, e elevam a resposta imune.

O beta-caroteno, licopeno, zeaxantina e luteína, exercem funções antioxidantes em fases lipídicas, bloqueando os radicais livres que danificam as membranas lipoprotéicas (SOUZA, 2007).

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

### 2.11.3 Compostos fenólicos

Compostos fenólicos são produtos secundários do metabolismo das plantas, exercendo função essencial na reprodução e crescimento das plantas, agindo como mecanismo de defesa contra patógenos, parasitas e predadores, além de contribuir para coloração das plantas. Em adição a sua função nas plantas, os compostos fenólicos na dieta podem trazer benefícios à saúde associados ao risco reduzido de doenças crônicas. Possuem um ou mais anéis aromáticos com um ou mais grupos hidroxilas, destacando-se entre os principais, os ácidos fenólicos, flavonóides, cumarinas e taninos (LIU, 2005).

Há mais de 8.000 compostos fenólicos no reino vegetal, que variam amplamente em complexidade, sendo agrupados em flavonóides (polifenóis) e não flavonóides (ácidos fenólicos e cumarinas). Exemplos de fenólicos não flavonóides são o resveratrol, encontrado em vinho, o ácido elágico, encontrado no caqui e na romã, e o ácido clorogênico, encontrado no café, kiwi, maçã e berry fruits (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

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

De acordo com Moura (1998), os taninos se encontram em alta concentração nos pedúnculos de cajueiro, desempenhando papel importante na determinação do sabor.

Estudos concluíram que polpas de frutas tropicais comercializadas no Brasil possuem elevada capacidade antioxidante, destacando-se frutos de aceroleira e mangueira, atribuindo esta capacidade ao elevado conteúdo de compostos fenólicos. Foram encontrados valores para fenólicos totais em polpa de acerola e polpa de manga de 580,1 mg/100g e 544,9 mg/100g, respectivamente (KUSKOSKI et al., 2006).

### 2.11.4 Flavonóides amarelos

Flavonóides são grupos de compostos fenólicos com atividade antioxidante que têm sido identificados em frutas, hortaliças e outros alimentos vegetais, funcionando como

pigmentos das plantas, como as antocianinas, sendo associados à redução do risco das principais doenças crônicas (LIU, 2006).

Foram identificados mais de 4.000 diferentes flavonóides. Sua estrutura consiste de dois anéis aromáticos ligados por três carbonos em um terceiro anel heterocíclico oxigenado. Diferenças no anel heterocíclico classificam os flavonóides em flavonóis (quercetina), flavonóides (catequina), flavonas (luteolina), flavononas (miricetina) e antocianidinas (antocianinas, malvidinas) (LIU, 2006; ABREU, 2007).

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

Os flavonóides exibem várias atividades biológicas, como antialérgico, antiviral, ação antiinflamatória, anticancerígena e atividade antioxidante que dependem principalmente do número e posição de grupos de hidroxilas dentro de sua estrutura (SOUZA, 2007).

## **2.12 Atividade Antioxidante**

No organismo humano, durante a atividade metabólica normal, há produção constante de radicais livres. Estas moléculas, geradas *in vivo*, reagem com o DNA, RNA, proteínas e outras substâncias oxidáveis, promovendo danos que podem contribuir para o envelhecimento e a instalação de doenças degenerativas, como câncer, aterosclerose, artrite reumática, entre outras (MELO et al., 2006).

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

O radical livre é um átomo ou molécula que contém um ou mais elétrons não pareados. A presença deste elétron não pareado altera a reatividade química do átomo ou molécula tornando-o mais reativo que as espécies não radiculares (com os elétrons pareados). O radical hidrogênio ( $H^\bullet$ ), que contém um próton e um elétron, é o mais simples de todos os radicais. As reações em cadeia dos radicais livres são então iniciadas pela remoção do  $H^\bullet$  de outras moléculas, como, por exemplo, durante a peroxidação lipídica (VANNUCCHI; JORDÃO JUNIOR, 2005).

Os radicais livres do oxigênio, com seus elétrons não-pareados, podem atacar e danificar, praticamente, qualquer molécula encontrada no organismo. São tão ativos que, uma

vez formados, ligam-se a diferentes compostos em frações de segundo, podendo entregar seu elétron não-pareado ou capturar um elétron de outra molécula atacada, em si, transformando-se em um radical, iniciando uma reação em cadeia (YOUNGSON, 1995).

As espécies reativas do oxigênio são: radicais do oxigênio ou espécies reativas do oxigênio: íon superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ ), hidroxila ( $OH^{\cdot}$ ), peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), alcoxila ( $RO^{\cdot}$ ), peroxila ( $ROO^{\cdot}$ ), peridroxila ( $HOO^{\cdot}$ ), oxigênio singlete ( $1O^2$ ); complexos de metais de transição:  $Fe^{+3}/Fe^{+2}$ ,  $Cu^{+2}/Cu^{+}$ ; radicais de carbono: triclorometil ( $CCl_3^{\cdot}$ ); radicais de enxofre: tiol ( $RS^{\cdot}$ ); radicais de nitrogênio: fenildiazina ( $C_6H_5N = N^{\cdot}$ ), Óxido nítrico ( $NO^{\cdot}$ ) (SOARES, 2002).

O stress oxidativo tem sido associado ao desenvolvimento de muitas doenças crônicas e degenerativas, incluindo o câncer, doenças cardíacas, doenças degenerativas como Alzheimer, bem como está envolvido no processo de envelhecimento (ROESLER et al., 2007).

Antioxidante é uma substância capaz de inibir a oxidação, ou então é qualquer substância que mesmo presente em baixa concentração, comparada ao seu extrato oxidável, diminui ou inibe a oxidação daquele substrato. Do ponto de vista biológico podemos definir antioxidantes como aqueles compostos que protegem os sistemas biológicos contra os efeitos deletérios dos processos ou das reações que levam à oxidação de macromoléculas ou estruturas celulares (VANNUCCHI; JORDÃO JUNIOR, 2005).

Resultados de estudos epidemiológicos indicam que a ingestão de quantidades fisiológicas de antioxidantes, tais como as vitaminas C, E e os carotenóides, pode retardar ou prevenir o aparecimento de câncer. Assim, o consumo de uma dieta rica em frutas e hortaliças, contendo quantidades dessas substâncias próximas às recomendadas nutricionalmente, contribui com a defesa antioxidante do organismo, inibindo danos oxidativos em macromoléculas (SILVA; NAVES, 2001). A importância do estudo de agentes antioxidantes está relacionada à freqüente associação entre danos teciduais e liberação de radicais livres (COSTA et al., 2000).

### **2.13 Métodos para avaliação da atividade antioxidante**

Diversos métodos têm sido utilizados para determinar a atividade antioxidante *in vitro*, de forma a permitir uma rápida seleção de substâncias e/ou misturas potencialmente interessantes, na prevenção de doenças crônico-degenerativas (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006). Estes ensaios envolvem diferentes mecanismos do sistema de defesa antioxidante,

desde a quelação de íons metálicos até a medida da prevenção do dano oxidativo a biomoléculas. (GIADA; MANCINI-FILHO, 2004).

Dentre os métodos mais utilizados para determinação destes compostos antioxidantes em frutas e hortaliças estão: DPPH, FRAP, Sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico e o ABTS (ABREU, 2007).

### **Método DPPH**

O radical estável 2,2-Diphenyl-1-picrylhidrazil (DPPH●) (Brand-Williams, Cuvelier e Berset, 1995) tem sido amplamente utilizado para avaliar a capacidade de antioxidantes naturais em seqüestrar radicais livres (ROESLER et al., 2007). O método é baseado na captura do radical DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhidrazil) de antioxidantes, o qual produz um decréscimo da absorbância a 515 nm. Este método foi modificado por Sánchez-Moreno, Larrauri e Saura-Calixto 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; BRITO; RUFINO, 2006).

### **Método FRAP**

Uma das técnicas mais utilizadas é o FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), sendo o único que não é baseado na capacidade de captura do radical livre e sim na capacidade de redução (BENZIE; STRAIN, 1996). Em meio ácido, o complexo férrico tripiridiltriazina é reduzido ao ferroso, mudando sua coloração para azul na presença de um antioxidante, causando um aumento da absorbância (ALVES; BRITO; RUFINO, 2006).

De acordo com Benzie e Strain (1996), no método original, a absorbância 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 absorbância alcançada em um ponto fixo é interpolada em uma curva de calibração e os resultados são expressos em capacidade antioxidante equivalente a 1mM FeSO<sub>4</sub> (ALVES; BRITO; RUFINO, 2006).

### **Método Sistema $\beta$ -caroteno/ácido linoléico**

O sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico desenvolvido por Marco (1968) e modificado por Miller (1971), emprega ácido linoléico, Tween e  $\beta$ -caroteno para avaliar 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  $\beta$ -caroteno induzida pelos produtos da degradação oxidativa do ácido linoléico (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999).

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; BORGES; FERREIRA, 1999). A co-oxidação do  $\beta$ -caroteno é normalmente efetuada no meio emulsionado, o que origina muitas vezes falta de reprodutibilidade dos valores de absorvância medidos. Além da dificuldade de interpretação dos resultados devido à interação do  $\beta$ -caroteno com o oxigênio (BERSET; CUVELIER, 1996; VAN GADOW; JOUBERT; HANSMANN, 1997).

Esta metodologia, apesar dos inconvenientes citados, é amplamente usada, uma vez que a execução da mesma não recorre a altas temperaturas, permitindo, a determinação do poder antioxidante de compostos termo-sensíveis e a avaliação qualitativa da eficácia antioxidante de extratos vegetais (SOUZA, 2007).

### **Método ABTS**

Um dos métodos mais utilizados é o ABTS (2,2-azino-bis(ácido etilbenzo-tiazoline-6-sulfônico) diammonium salt) ou TEAC (capacidade antioxidante equivalente de trolox), o qual foi utilizado para determinar a atividade antioxidante dos genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ deste estudo.

O método é baseado na habilidade dos antioxidantes de capturar a longo prazo o cátion ABTS<sup>•+</sup> (FIGURA 2). Esta captura provoca um decréscimo na absorvância, que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante em diferentes tempos sendo representadas graficamente (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2006).

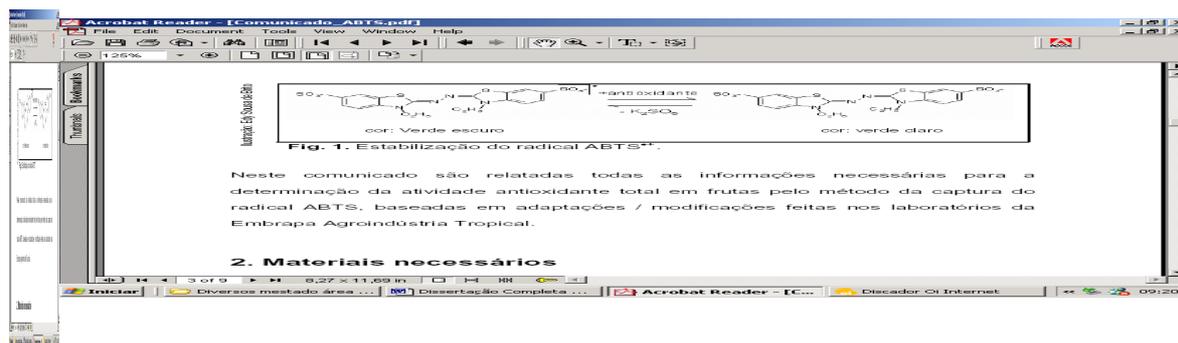


FIGURA 2 – Estabilização do radical de  $ABTS^{\bullet+}$

O método avalia espectrofotometricamente a habilidade relativa das substâncias antioxidantes em capturar o cátion radical 2,2-azino-bis (ácido etilbenzo-tiazoline-6-sulfônico) 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  $1 \mu M$  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).

A curva gerada pela inibição da absorbância é calculada, sendo que os resultados são interpolados na curva padrão de calibração e expressos em atividade antioxidante equivalente a  $1 \mu M$  de trolox (TEAC) (ALVES; BRITO; RUFINO, 2006).

Kuskoski et al. (2005) e Toit, Volstedt e Apostolides (2001) citaram 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. Estes autores comentam também sobre outras unidades usadas para medir essa atividade antioxidante, como equivalente de vitamina A, equivalente de vitamina E, dentre outras unidades.

Dentre as vantagens apresentadas pelo método ABTS destaca-se 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). É um método bastante rápido, onde o tempo de reação é de apenas seis minutos, quando comparados com métodos que também têm sido frequentemente utilizados, como o DPPH, que necessita 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 (ABREU, 2007).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Material**

#### **3.2 Origem e Localização do Pomar**

O trabalho foi realizado com frutos de quinze genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ nativos da Vegetação Litorânea do Ceará, provenientes do município de Beberibe, CE.

Inicialmente foram escolhidos e georreferenciados vinte genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ localizados em uma propriedade particular e na vegetação nativa na região de Beberibe. Esses genótipos foram identificados com a numeração de 1 a 20 e dois genótipos localizados numa estrada denominados E1 e E2. De alguns genótipos não foram obtidos frutos suficientes para compor a amostra de no mínimo um quilo de fruto por genótipo, ocasionado pela baixa produção ou mesmo pela derrubada das plantas para construção imobiliária durante o período de colheita. Então, foram selecionados somente os genótipos denominados 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, E1 e E2 para serem avaliados neste experimento. A colheita foi iniciada em janeiro de 2006 e se estendeu até o mês de julho de 2007 com colheitas periódicas. Na TABELA 1, encontram-se os dados pluviométricos do ano anterior ao período da colheita para região de Beberibe-CE.

TABELA 1 – Pluviosidade ocorrida no período de janeiro de 2005 a agosto de 2006 na região de Beberibe, Ceará.

Meses/Anos	Pluviosidade (mm)				Dias com Chuvas
	Mensal	Acumulada/Mês	Média Diária	Máxima/Mês	
Janeiro/05	0	0	0	0	0
Fevereiro/05	88	88	29,3	50	3
Março/05	343,6	431,6	28,6	95	12
Abril/05	90,2	521,8	10,0	33	9
Maio/05	192,2	714	17,4	49	11
Junho/05	140,4	854,4	11,7	61	12
Julho/05	0	854,4	0	0	0
Agosto/05	0	854,4	0	0	0
Setembro/05	0	854,4	0	0	0
Outubro/05	-	-	-	-	-
Novembro/05	0	854,4	0	0	0
Dezembro/05	0	854,40	0	0	0
Janeiro/06	4,4	858,8	1,4	3	3
Fevereiro/06	83,4	942,2	9,2	28	9
Março/06	216,4	1158,6	12,0	43	18
Abril/06	354,8	1513,4	15,4	82	23
Maio/06	368,6	1882,0	33,5	163	11
Junho/06	256,4	2138,4	25,6	73	10
Julho/06	25,8	2164,2	8,6	20,6	3
Agosto/06	12	2176,2	6	9	2
Total	2176,2	2176,2	208,7	709,6	126

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

### 3.2 Preparo das Amostras e Condução do Experimento

Os frutos foram colhidos manualmente pela manhã, no estágio ideal de colheita, sendo o indicativo de maturidade a cor laranja da casca. Em seguida, foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, localizado em Fortaleza-CE.

Os frutos foram caracterizados fisicamente quanto à coloração, massa total, diâmetro, comprimento, número de sementes e rendimento da polpa + casca. Após esta caracterização física inicial, os frutos foram mantidos congelados em freezer doméstico a aproximadamente  $-20^{\circ}\text{C}$  até o momento do despulpamento. Essa despulpa se realizou manualmente, que através do auxílio de faca foram retiradas as partes comestíveis (polpa +

cascas) do fruto além do endocarpo que cobria as sementes (FIGURA 3). As polpas obtidas foram acondicionadas em potes plásticos escuros e mantidas sob congelamento em freezer doméstico a aproximadamente  $-20^{\circ}\text{C}$  para posterior avaliação das características físico-químicas e químicas.



FIGURA 3 – Corte longitudinal em frutos maduros de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ (A); despolpa manual de puçá ‘Coroa de Frade’ (C e D); frutos maduros de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ antes e depois da despolpa (C).

## 3.2 Avaliações

### 3.2.1 Físicas

#### 3.2.1.1 Peso total

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

#### 3.2.1.2 Comprimento e Diâmetro

Foram medidos comprimento e diâmetro de cada fruto com auxílio de um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em milímetros (mm).

#### 3.2.1.3 Rendimento

O rendimento da casca + polpa foi obtido pela diferença entre o peso total do fruto (g) e o peso da semente (g), dividindo-se pelo peso total do fruto (g). O resultado multiplicado por 100 foi expresso em porcentagem.

Os percentuais da casca e da semente foram obtidos pela relação entre o peso da casca (g) e o peso total do fruto (g) ou o peso das sementes (g) e o peso total do fruto (g) multiplicado por 100 sendo, expresso em porcentagem.

#### 3.2.1.4 Cor do Fruto

Determinada na casca por reflectância utilizando-se um colorímetro. Foram efetuadas duas leituras diretamente na casca realizando uma média das mesmas. As leituras foram feitas a partir dos três parâmetros que, segundo a CIE (Commission Internationale de L'Eclairage), definem a cor: l, que corresponde a luminosidade (brilho, claridade ou reflectância; 0-escuro/opaco e 100-branco); c, o croma (saturação ou intensidade da cor; 0-cor impura e 60-cor pura); e h, o ângulo Hue (tonalidade; 0°-vermelha; 90°-amarelo; 180°-verde; 270°-azul e 360°-negro).

### 3.2.2 Físico-Químicas e Químicas

#### 3.2.2.1 Sólidos solúveis - SS

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

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

Determinados pelo método de antrona segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954). Utilizou-se 0,5g de polpa, que foi diluída em etanol a 80% (devido à presença de amido) em balão volumétrico de 50mL deixando em repouso durante 15 minutos. Em seguida foi filtrada em papel de filtro qualitativo e realizada uma nova diluição retirando uma alíquota de 10mL diluindo em água destilada em um balão volumétrico de 50mL. Em tubos contendo alíquota de 0,1mL do filtrado diluído, adicionou-se 0,9mL de água destilada e fez-se reagir com 2mL de antrona a 0,1% para depois de agitados, colocados em banho-maria a 100 °C por 8 minutos e imediatamente resfriados em banho de gelo. Em seguida, efetuou-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda a 620nm e o resultado expresso em %.

#### 3.2.2.3 Açúcares Redutores (AR)

A análise dos açúcares redutores foi determinada segundo Miller (1959). O extrato foi feito a partir de 0,5 g da amostra de polpa, diluída para 100mL em água destilada e filtrada em papel de filtro qualitativo. Tomou-se uma alíquota de 0,6mL, completou-se para 1,5 com água destilada e adicionou-se 1 mL de ácido dinitrosalicílico (DNS) a 1%, procedendo-se a reação em banho-maria, a 100°C por 5 minutos. Após resfriadas em banho de gelo, o volume das amostras foi completado para 10 mL com água destilada. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 540nm. Os resultados foram expressos em percentagem (%) da massa fresca.

#### 3.2.2.4 pH

Determinou-se diretamente na polpa, utilizando-se um potenciômetro com membrana de vidro (AOAC, 1992).

#### 3.2.2.5 Acidez Total Titulável (ATT)

Determinou-se por titulometria através da diluição de 1g de polpa para 50 ml de água destilada titulando-se com solução de NaOH (0,1 N) até pH 8,1 em titulador potenciométrico. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico, conforme BRASIL (2005).

#### 3.2.2.6 Relação SS/ATT

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

#### 3.2.2.7 Amido (AM)

A extração foi feita por hidrólise ácida, conforme método descrito pela AOAC (1992), com algumas adaptações. Amostra de 2,5 g de polpa foi diluída em 30 mL de água destilada e centrifugada, durante 10 min, por três vezes, a 10.000 rpm, com o descarte do sobrenadante. Ao resíduo, foram adicionados 50 mL de água destilada e 2,5 mL de ácido clorídrico 37% P.A. O preparo foi deixado em fervura durante 2 h, sob refluxo. Em seguida, foi resfriado e neutralizado com solução de carbonato de sódio a 20%. Filtrou-se e o volume que foi completado para 100 ml, com água destilada em balão volumétrico. A partir do filtrado diluído, determinaram-se os açúcares redutores pelo método do DNS (ácido dinitrosalicílico), obedecendo-se à metodologia de Miller (1959). Transferiu-se alíquota de 0,75 mL do filtrado diluído para tubo de ensaio, 0,75 mL de água destilada e 1 mL de solução de ácido dinitrosalicílico (DNS) a 1%, seguido da agitação, procedendo-se a reação em banho-maria, a 100 °C por cinco minutos e imediatamente resfriados em banho de gelo. O volume das amostras foi completado para 10 mL. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 540 nm. Os resultados obtidos foram multiplicados pelo fator 0,90 para a determinação do amido em percentagem.

### 3.2.2.8 Pectina Total (PT)

A extração foi realizada segundo procedimento descrito por McCready e McComb (1952) e a determinação pelo método do m-hidroxidifenil segundo Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973). Foram pesados 2,5 g de polpa, adicionou-se 12,5 mL de etanol 95 % e homogeneizou-se em homogeneizador mecânico (Turrax), deixando em repouso por 30 minutos em geladeira e após efetuando a centrifugação. Em seguida, o resíduo foi lavado duas vezes com  $\pm$  5 mL de etanol 75% cada vez, desprezando-se o filtrado. Transferiu-se o resíduo para um béquer com água destilada ( $\pm$  40 mL), acertando o pH para 11,50 com NaOH 1,0 N e logo após foi deixado em repouso em geladeira por 30 minutos. Após foi ajustado o pH para 5,0 - 5,5 com ácido acético glacial diluído (15 mL / 50 mL). Foi adicionado a amostra 0,1 g de pectinase de *Aspergillus niger* 1,1 U/mg e agitou-se em Shaker por uma hora. Filtrou-se a vácuo e diluiu-se o sobrenadante para 50 mL com água destilada em um balão volumétrico. Tomou-se uma alíquota de 0,1 mL desse filtrado, completou-se para 1 mL de água destilada para reação com 3,6 mL de solução de ácido sulfúrico/tetraborato de sódio (0,0125 M). Os tubos de ensaio contendo a amostra foram colocados em banho de gelo e após receberem o reativo, foram agitados e colocados em banho-maria a 100 °C por cinco minutos e imediatamente devolvidos ao banho de gelo. Em seguida, adicionou-se 0,06 mL de m-hidroxidifenil (0,15%) para desenvolvimento de cor. Manteve-se em repouso por exatamente 10 minutos e após esse tempo realizou-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 520 nm e o resultado expresso em % .

### 3.2.2.9 Pectina Solúvel (PS)

A extração foi realizada segundo procedimento descrito por McCready e McComb (1952) e a determinação pelo método do m-hidroxidifenil segundo Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973). Foram utilizados 2,5 g de polpa, adicionando 12,5 mL de etanol 95 % e homogeneizando em homogeneizador mecânico (Turrax), deixando em repouso por 30 minutos em geladeira e logo após foram centrifugados. Em seguida, o resíduo foi lavado duas vezes com  $\pm$  5 mL de etanol 75 % cada vez, desprezando-se o filtrado. Transferiu-se o resíduo para um erlenmeyer de 125 mL com água destilada ( $\pm$  40 mL), agitando-se em Shaker por uma hora. Filtrou-se a vácuo e diluiu-se o sobrenadante para 100 mL com água destilada em um balão volumétrico. Tomou-se uma alíquota do filtrado de 0,15 mL, completou-se para 1 mL com água destilada para reação com 3,6 mL solução de ácido sulfúrico/tetraborato de

sódio (0,0125 M). Os tubos de ensaio contendo a amostra foram colocados em banho de gelo e após receberem o reativo, foram agitados e colocados em banho-maria a 100 °C por cinco minutos e imediatamente devolvidos ao banho de gelo. Em seguida, adicionou-se 0,06 mL de m-hidroxidifenil (0,15%) para desenvolvimento de cor. Manteve-se em repouso por 10 minutos e após esse tempo, realizou-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 520 nm e o resultado expresso em %.

#### 3.2.2.10 Vitamina C (Vit 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.

#### 3.2.2.11 Carotenóides (C)

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

$A_{450}$  = absorvância; L = largura da cubeta em cm e W = quociente entre a massa da amostra original em gramas e o volume final da diluição em mL.

#### 3.2.2.12 Flavonóides Amarelos (FL)

As determinações seguiram a metodologia de Francis (1982). Tomou-se 1 g da polpa de puçá 'Coroa de Frade' em recipiente de aço inox, adicionando-se aproximadamente 30 mL de solução extratora de etanol 95 % mais HCl 1,5 N na proporção de 85:15 (v/v)

respectivamente. A amostra foi triturada em homogeneizador mecânico tipo “turrax” por dois minutos e transferida para o balão volumétrico (cor âmbar) de 50 mL, sendo o volume completado com solução extratora. Deixou-se descansando por uma noite na geladeira sob ausência de luz. Em seguida filtrou-se para um becker, envolto em alumínio. Imediatamente, procedeu-se a leitura no espectrofotômetro a 374 nm, calculado através da fórmula: fator de diluição x absorvância/76,6. Os resultados para as análises foram expressos em mg/100 g de polpa.

### 3.2.2.13 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, Rupérez e Saura-Calixto (1997). Tomou-se em um bécker 10,0 g da polpa de puçá ‘Coroa de Frade’, adicionou-se 40 mL de metanol 50 % e deixou-se em repouso por 1h. Em seguida, foram centrifugados a 15.000 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 100 mL. O resíduo foi transferido para um bécker adicionando-se 40 mL de acetona 70%, deixando-se em repouso por 1h. Em seguida foi repetida a centrifugação e o sobrenadante foi filtrado e adicionado juntamente ao balão volumétrico que já continha o sobrenadante da primeira extração, completando-se o volume para 100mL com água destilada. Em ambiente escuro, colocou-se em tubos de ensaio uma alíquota de 0,07 mL de extrato, 0,930 mL de água destilada, acrescentou-se 1,0 mL de Folin Ciocalteu, 2,0 mL de carbonato de sódio 20% e 2,0 mL de água destilada. Agitou-se e depois de 30 minutos foi realizada leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda a 700 nm, usando uma curva padrão de ácido gálico, sendo os resultados expressos em mg de ácido gálico/100g de polpa.

### 3.2.2.14 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 88µL 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. e feita a leitura da absorvância até se obter um valor de 0,70 a um comprimento de onda de 734 nm. Em tubo de ensaio foi adicionado uma alíquota de 30 µL do

extrato, adicionaram-se 3 mL da solução radical ABTS + etanol P.A cuja absorvância foi recém ajustada para 0,70, na ausência de luz. O decréscimo de absorvância a 734 nm foi medido depois de seis 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 $\mu$ M de Trolox, sendo os resultados expressos como TEAC (Atividade Antioxidante Equivalente ao Trolox) em  $\mu$ M de Trolox/ g de polpa fresca (descrita por RE et al., 1999 e adaptada por RUFINO et. al, 2006).

#### 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 Rupérez e Saura-Calixto (1997).

#### Determinação da Atividade Antioxidante Total (AAT)

A partir do extrato foram preparadas no mínimo três concentrações diferentes e com três repetições, variando entre 10.000 e 100.000mg/ L que variaram de acordo com o genótipo analisado. A tubos de ensaio adicionaram-se alíquotas de 3 $\mu$ L, 9 $\mu$ L, 15  $\mu$ L, 24  $\mu$ L e 30  $\mu$ L do extrato, correspondendo a concentrações de 10.000, 30.000, 50.000, 80.000 e 100.000ppm. Completou-se com água para um volume final de 30  $\mu$ L (extrato e água). Em ambiente escuro, adicionaram-se a tubos de ensaio 3 mL da solução (radical ABTS<sup>•+</sup> + etanol P.A.), que já tenha sua absorvância previamente ajustada para 0,70, na ausência de luz, sendo os tubos agitados, logo em seguida. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 734 nm, sendo realizadas seis minutos após a adição do radical. Usou-se álcool etílico P.A. como branco.

A partir da absorvância e da concentração das amostras obtidas foram construídos gráficos, ficando a absorvância 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 absorvância equivalente a 1000  $\mu$ M Trolox, obtida a partir da curva padrão, onde  $y = ax + b$ , sendo  $y =$  absorvância correspondente a 1000  $\mu$ M de Trolox e  $x =$  concentração da amostra (g/L) equivalente a 1000  $\mu$ M de Trolox. Os resultados foram expressos em  $\mu$ M Trolox/ g de polpa de puçá ‘Coroa de frade’.

### 3. Análise Estatística

As características físicas foram determinadas com 20 medições, correspondendo a avaliação individual de 20 frutos. Para as avaliações físico-químicas e químicas foram utilizadas três medições, constituídas da polpa obtida de amostras com no mínimo 1 kg de frutos. Foram avaliados 15 genótipos neste experimento.

A disposição geográfica das plantas avaliadas não permite o estabelecimento de um desenho experimental convencional, tais como: inteiramente casualizado, blocos ao acaso, látice, grupos de experimentos, dentre outros. Portanto, não foi possível o uso da Análise de Variância neste trabalho, todavia, foram adotadas outras análises estatísticas para o estudo do potencial dos genótipos de puçazeiro 'Coroa de Frade' avaliadas.

Deste modo, foi estimado o coeficiente de repetibilidade e o número de medições necessárias em indivíduos, para se predizer o valor real (teórico) dos caracteres dos mesmos, com certo grau de probabilidade. De modo que ao se selecionar um indivíduo espera-se que sua superioridade de início seja continuada indefinidamente. A veracidade dessa expectativa pode ser avaliada pelo coeficiente de repetibilidade da característica.

O coeficiente de repetibilidade é obtido quando a medição de um determinado caráter é realizada repetidas vezes, em um mesmo indivíduo, no tempo ou no espaço. De modo geral, este coeficiente também é útil, por permitir avaliar o número de medições necessárias para se ter uma boa predição do valor real do indivíduo. Neste caso, os dados dos genótipos são previamente classificados, dentro de cada medição. E é a partir desta classificação que se obtém os dados, os quais são submetidos ao processamento para o cálculo do coeficiente de repetibilidade (CRUZ; REGAZZI, 1994).

As estatísticas estimadas foram: estimativas da variância experimental (ambiental) e da variância genética (entre plantas), coeficiente de variação, coeficiente de repetibilidade, coeficiente de determinação e o número de medições necessárias para obtenção dos níveis de certeza de 95 e 99%.

Adicionalmente, foram estimadas as correlações fenotípicas entre todas as variáveis, tanto para as características físicas quanto para as características físico-químicas e químicas. Posteriormente, foi aplicado o teste t para determinar as significâncias das correlações estimadas. Adicionalmente, foram realizadas análises multivariadas, tais como: formação de grupos de genótipos por meio da otimização de Tocher, análise de componentes principais e a análise da dissimilaridade dos genótipos, expressa em um dendograma, com base no método do vizinho mais próximo. Estas estimativas foram calculadas utilizando a

matriz de distância euclidiana média. Segundo Cruz e Regazzi (1994) a análise de agrupamento tem por finalidade reunir e classificar os genótipos em vários grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro e heterogeneidade entre grupos formados.

Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa GENES (CRUZ, 2001) seguindo modelos genéticos ilustrados por Cruz e Regazzi (1994).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliações Físicas

A análise das características físicas dos genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ apresentou alta variação ( $cv > 20\%$ ) para as características peso total, % de sementes e número de sementes. As características % casca e cor c apresentaram moderada variação ( $10\% < cv < 20\%$ ) e as demais características apresentaram pouca variação ( $cv < 10\%$ ) entre os genótipos de acordo com a TABELA 2.

TABELA 2. Quadro geral de médias, amplitude e coeficiente de variação das características físicas avaliadas.

Genótipos	Comp.	Diâm.	Peso	% casca	% sem.	Nº sem.	% P+C	cor l	cor c	° Hue
2	19.80	22.12	6.45	36.47	18.67	3.30	80.56	58.00	52.92	66.69
3	20.59	22.94	6.92	27.30	16.25	3.70	84.20	58.92	53.15	68.91
4	21.96	24.57	8.67	28.57	23.39	4.00	81.49	58.21	53.62	67.16
5	24.15	26.96	9.96	29.23	27.69	3.60	81.43	59.20	54.73	67.15
6	20.19	23.73	6.89	38.95	23.82	4.35	76.91	60.70	53.46	67.89
8	18.69	20.91	5.07	43.25	11.61	2.10	85.15	49.30	28.43	52.60
11	23.32	25.83	9.55	27.53	21.84	3.55	84.84	52.01	47.60	67.69
12	19.45	22.30	5.72	31.33	17.39	3.90	79.72	54.80	51.35	69.25
13	20.66	22.31	6.82	29.79	25.20	4.30	75.10	54.41	51.31	69.44
14	21.50	23.92	7.82	30.16	21.00	3.75	82.45	56.97	50.65	71.49
15	19.35	21.93	5.98	23.79	15.66	2.65	82.56	47.56	43.66	68.07
16	20.32	23.64	7.27	30.27	22.07	4.50	80.01	46.00	40.66	68.75
17	20.02	23.81	7.27	28.78	19.29	4.15	82.42	47.51	41.56	71.03
E1	19.80	22.21	5.85	35.28	21.09	3.95	75.91	54.30	48.50	64.81
E2	19.59	22.23	6.22	25.87	19.36	3.70	79.28	56.67	50.51	64.54
Mínimo	16.06	16.50	2.93	21.08	5.13	1.00	58.32	41.13	22.07	43.70
Máximo	26.93	30.46	15.08	52.13	53.00	6.00	90.86	64.40	59.46	81.46
Média	20.6 3	23.29	7.10	32.70	20.29	3.70	80.80	54.30	48.14	67.03
CV (%)	9.8 1	9.75	27.6 3	17,24	34.65	27.83	6.35	9.70	15.6 7	8.47

Comp= comprimento (mm); Diâm.=diâmetro (mm); Peso (g); % casca= percentual de casca; % sem.= percentual de sementes; % P+C= rendimento de polpa + casca (g)

Devido a não existência de dados na literatura sobre as características físicas do puçá ‘Coroa de Frade’, foram utilizados outros frutos, principalmente nativos, para fins de comparação dos parâmetros utilizados.

#### 4.1.1 Comprimento e Diâmetro

Com relação a variável comprimento, pode-se observar (FIGURA 4) amplitude dos valores de 16,06 mm a 26,93 mm, com média geral de 20,63 mm, confirmando com o coeficiente de variação de 9,81 %, uma pequena variação entre os genótipos.

Os genótipos 5 e 11 apresentaram as maiores médias com valores de 24,15 mm e 23,32 mm, respectivamente, se destacando da média geral. O genótipo 8 apresentou menor valor médio de 18,69 mm de comprimento.

Não foram encontrados trabalhos sobre avaliação desse parâmetro em frutos de puçá ‘Coroa de Frade’, mas em frutos de aparência semelhante, como a pitomba-do-norte (*Talisia esculenta*), Donadio et al. (2002) relataram valor de 30 mm de comprimento.

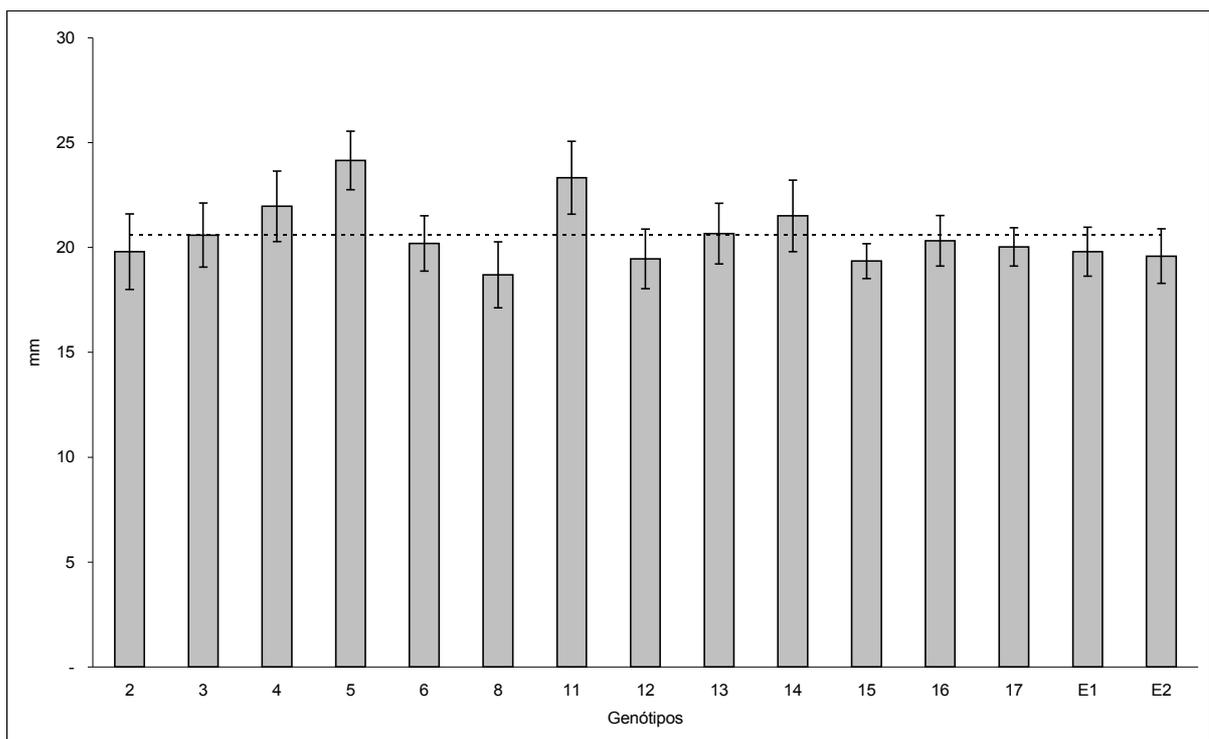


FIGURA 4 – Comprimento de frutos (mm) de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Carvalho e Müller (2005) pesquisando frutos nativos da Amazônia encontraram valores superiores e inferiores de comprimento para frutos de mangabeira e muricizeiro, de 38 mm e 18 mm, respectivamente. Enquanto que Gusmão et al. (2006) encontraram valores inferiores de comprimento de 10,6 mm e 12,8 mm para frutos de murici da região de cerrado

nativo de Minas Gerais. Frutos dessa espécie também estavam presentes na área litorânea de coleta de puçá ‘Coroa de Frade’ do presente estudo.

Para variável diâmetro, de acordo com a FIGURA 5, verificou-se que houve uma pequena variação entre os genótipos estudados, com amplitude mínima de 16,50 mm e máxima de 30,46 mm. Em geral, o diâmetro médio dos genótipos foi de 23,29 mm. As plantas 5 e 11 foram, dentre os genótipos estudados, os que apresentaram maior diâmetro, com valores de 26,96 mm e 25,83 mm, respectivamente, enquanto que o genótipo 8 apresentou o menor valor de 20,91 mm.

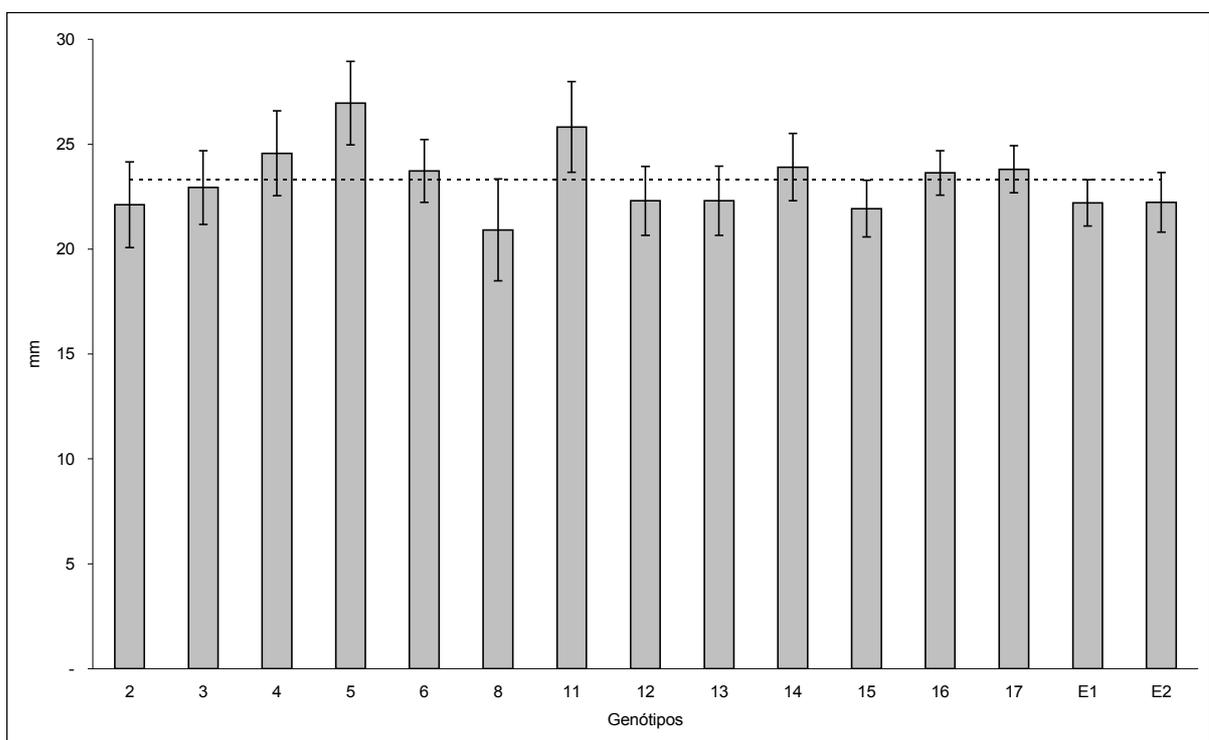


FIGURA 5 – Diâmetro de frutos (mm) de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Não foram encontrados trabalhos sobre avaliação de diâmetro em frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’, mas em frutos de aparência semelhante, como a pitomba-do-norte (*Talisia esculenta*), Donadio et al. (2002) relataram valor de 25 mm de comprimento, que associado ao comprimento dão uma forma subglobosa a ovalada ao fruto.

Comparando-se o tamanho dos frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ pelas características comprimento e diâmetro com valores encontrados na literatura para as espécies de frutas como muricizeiro e mangabeira (mesma espécie que se encontravam no ambiente de coleta deste estudo), o puçá ‘Coroa de Frade’ se destacou por sua superioridade já que valores

de diâmetro de 9,2 mm e 10,7 mm foram encontrados para frutos de murici por Gusmão et al. (2006) e Carvalho e Müller (2005) encontraram valores de 31 mm e 18 mm para frutos de mangaba e murici, respectivamente.

Pode-se observar que os genótipos 5 e 11 se destacaram dos demais tanto no parâmetro comprimento quanto no diâmetro, caracterizando-os como os maiores frutos, enquanto que o genótipo 8 foi o menor fruto.

Segundo Gusmão et al. (2006), a maior diferença encontrada em características físicas pode estar associada às influências climáticas e edáficas. Mesmo pertencendo a uma só espécie, em cada localidade as plantas estão sujeitas a variação de temperatura, comprimento do dia, índice de pluviosidade e outros índices de variantes que acabam por ressaltar certos aspectos de sua composição genética.

Chitarra e Chitarra (2005) relatam que a relação entre o comprimento e diâmetro determina a forma do fruto. Quando a relação for menor que a unidade, o comprimento for menor que o diâmetro, o fruto apresentará forma globosa ou elipsóide. Pode-se verificar que os genótipos estudados apresentaram esse comportamento. Portanto, os frutos de puçá ‘Coroa de Frade’ possuem forma globosa, como mencionado na literatura.

#### 4.1.2 Peso Total

Pode-se verificar, através da FIGURA 6, que houve uma alta variação para peso total dos frutos entre os genótipos avaliados, com coeficiente de variação de 27,63 %, apresentando amplitude entre 2,93 g e 15,08 g, com média geral de 7,10 g.

Os genótipos 5 e 11 apresentaram os maiores pesos médios totais de 9,96 g e 9,55, respectivamente, com valores bem acima da média geral (7,10 g). O genótipo 8 apresentou o menor peso total médio de 5,07 g.

Não foram encontrados trabalhos sobre peso total em frutos de puçá ‘Coroa de Frade’, mas relacionando os valores médios do peso total dos frutos desse estudo com valores obtidos de pesquisas realizadas com frutas da Amazônia, foram encontrados valores superiores e inferiores no peso médio de mangaba, murici e pitomba de 20,5 g, 3,2 g e 5,3 g, respectivamente (CARVALHO; MÜLLER, 2005). E para açaí, Souza (2007) encontrou valor médio inferior de 1,81 g.

Sabe-se que o peso médio de frutos é uma característica importante para o mercado de frutas frescas, uma vez que os frutos mais pesados são também os de maiores tamanhos, tornando-se mais atrativos para os consumidores (LIRA JÚNIOR et al, 2005). Os

genótipos 5 e 11 de puçá ‘Coroa de Frade’ que apresentaram maior peso, também apresentaram maiores dimensões, concordando com a literatura.

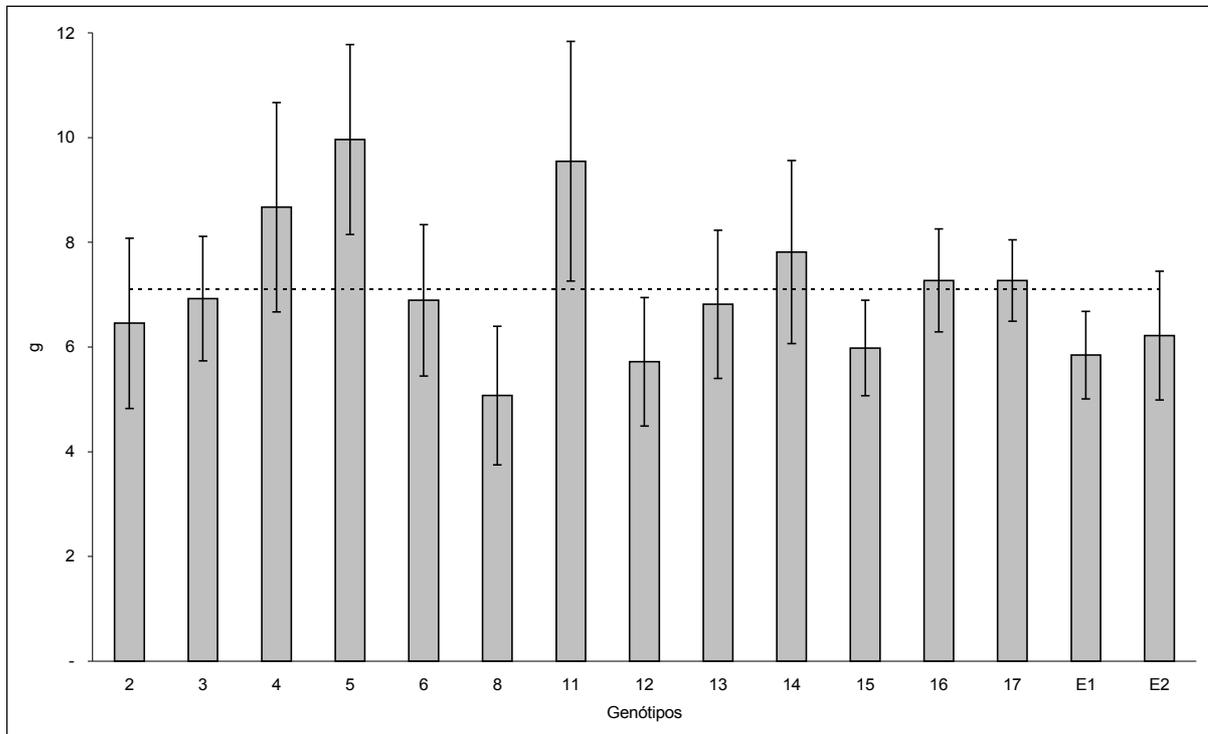


FIGURA 6 - Peso Total de frutos (g) de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

#### 4.1.3 Percentual de casca, percentual de semente e número de sementes

Com relação ao percentual de casca, houve grande variação entre os genótipos, que pode se observar na FIGURA 7, com amplitude de 21,08 % a 52,13 %, valor médio geral de 32,70 % e coeficiente de variação de 17,24 %. O genótipo 8 apresentou o maior valor médio de 43,25% e o genótipo 15 apresentou menor valor médio de 23,79 %.

Como não foram encontrados relatos na literatura sobre esse parâmetro para puçá ‘Coroa de Frade’, os seus dados foram relacionados com os de outros frutos nativos. Alves et al. (2000) citou valores mais baixos em frutos maduros de cirigüeleira (13,79 %) e sapotizeiro (10,36 %) e valores mais altos em bacuri (67,50 %) e cacau (50,50 %).

Em puçá ‘Coroa de frade’, a casca, apesar de ser separada da polpa, é considerada como componente da porção comestível, já que em alguns casos, como na região de Beberibe-Ce, durante o processamento artesanal para fabricação de geléia a casca é inclusa,

além de ser apreciada in natura por alguns consumidores. Seu peso contribui para o valor de percentual da parte comestível do fruto.

Em pesquisas realizadas com frutas da Amazônia, Carvalho e Müller (2005), somente são incluídas na polpa as cascas de açaí, bacabinha e o bacabi, já que sua porção da casca é inseparável.

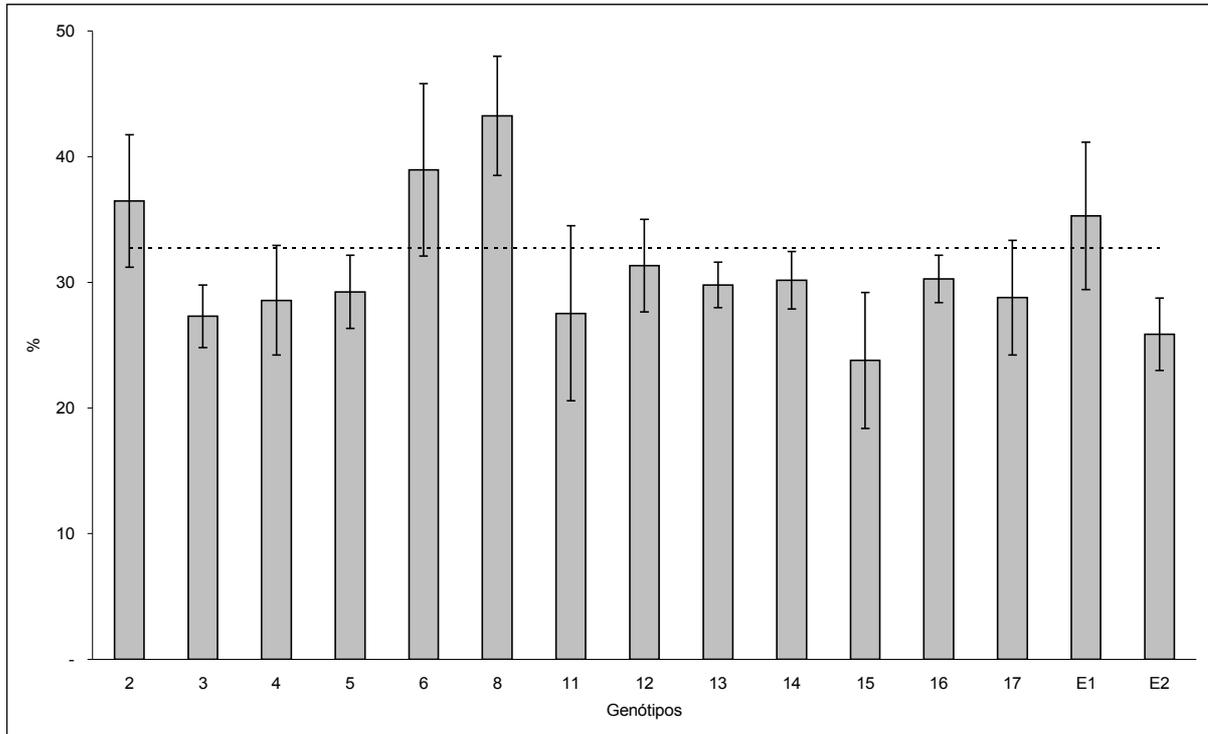


FIGURA 7 – Percentual de casca de frutos (%) de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Com relação ao percentual de sementes, pode-se observar (FIGURA 8) que o genótipo 5 apresentou o maior valor médio com 27,69 %, o genótipo 8 apresentou o menor com 11,61 % e a média geral foi de 20,29 %. A amplitude foi de 5,13 % a 53,00 % com alta variação de 34,65 %. Seus valores mostram que o percentual de sementes tem uma boa contribuição no peso total dos frutos, já que os genótipo 5 e 8 apresentaram também o maior e menor valor para variável peso total, respectivamente.

Segundo Alves et al. (2000), em estudos com fruteiras da América latina foi observado que frutos de pinha e bacuri apresentaram menores valores para percentagem de sementes, de 11,03 % e 13,13 %, respectivamente, enquanto que frutos de cacau e cupuaçu apresentaram valores maiores que os apresentados pelo puçá ‘Coroa de Frade’, neste estudo, com valores de 23,10 % e 25,70 %, respectivamente, porém as dimensões são bem maiores que o fruto desse estudo, não sendo um bom comparativo. Na literatura, ainda não há dados de percentual de sementes para frutos de puçá ‘Coroa de Frade’.

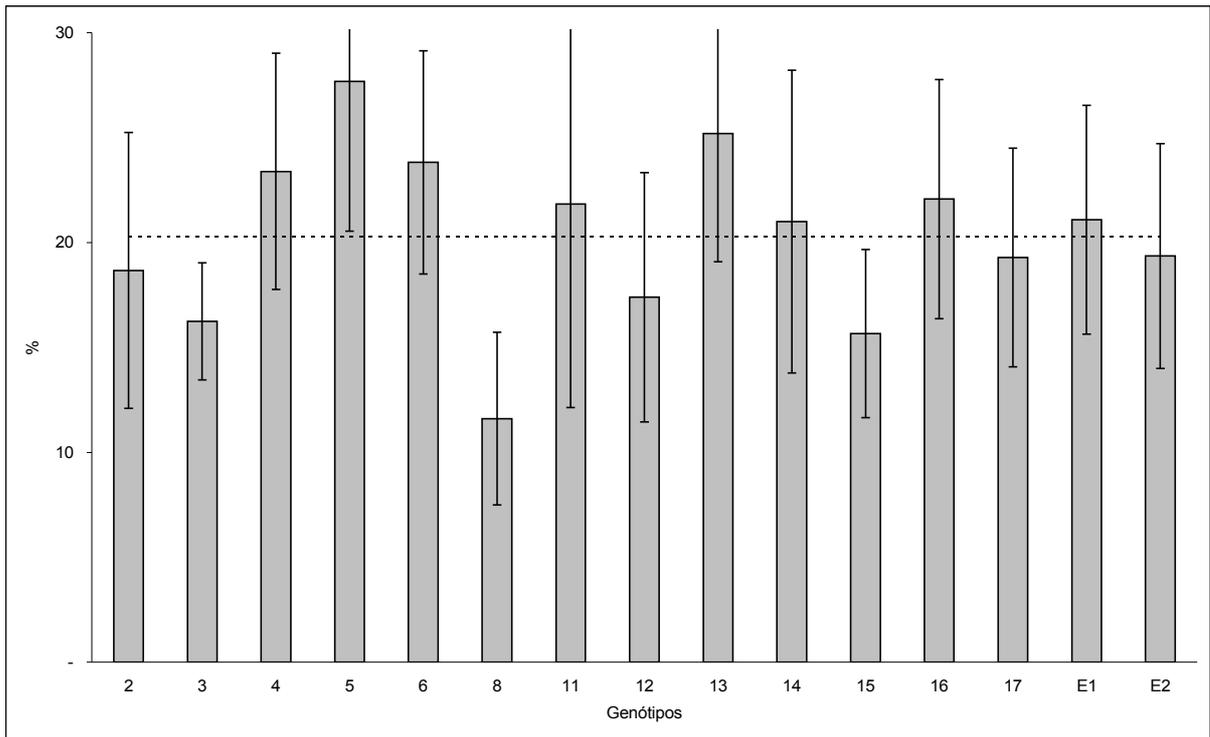


FIGURA 8 – Percentual de sementes de frutos (%) de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Pode-se verificar que houve alta variação entre os genótipos para o número de sementes dos frutos, com coeficiente de variação de 27,83 %, apresentando amplitude de 1 a 6 sementes por fruto, com média geral de 3,70.

O genótipo 16 apresentou o maior valor médio de 4,50 sementes por fruto, enquanto que o genótipo 8 apresentou valor médio de 2,10 sementes por fruto (FIGURA 9). Essa característica é muito irregular entre os genótipos estudados, podendo contribuir para uma variação entre outras características avaliadas como peso total, peso das sementes e porcentagem de polpa.

Na espécie deste estudo, a casca foi considerada como componente da polpas sendo, portanto, coerente se o genótipo 8 apresentar o maior rendimento, já que este apresentou o maior peso da casca, o menor percentual de sementes e o menor número de sementes por fruto.

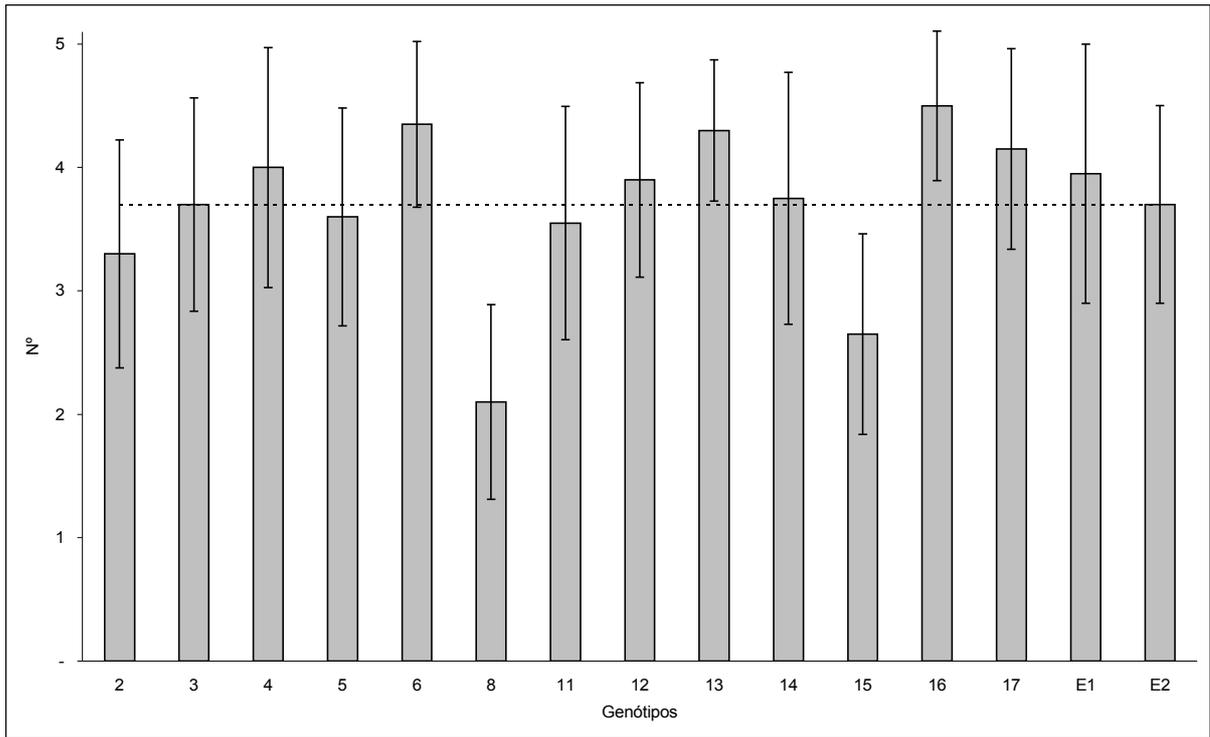


FIGURA 9 – Número de sementes de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

#### 4.1.4 Rendimento (% polpa + casca)

O rendimento de polpa + casca apresentou pequena diferença entre os genótipos (FIGURA 10). Pode-se observar para esta variável uma faixa de variação entre 58,32 % e 90,86 %, com média geral de 80,80 %.

Os genótipos 8 e 11 apresentaram maior rendimento, com 85,15 % e 84,84 %, respectivamente, diferindo pouco dos outros genótipos, podendo ser visualizado pelo coeficiente de variância de 6,35 %, apresentando assim, grande potencial industrial. Esses genótipos também apresentaram maiores valores para as variáveis: peso total, comprimento do fruto e diâmetro do fruto.

Segundo Souza (2007), o tamanho do fruto foi um indicativo de maior rendimento em frutos de açazeiro de Paraipaba – CE, com média geral de 29,23 %, em que uma das progênes estudadas apresentou maior rendimento, com 32,60 %, que diferia estatisticamente das demais, e apresentando maiores valores de peso total e comprimento do fruto.

Não há na literatura, dados sobre o rendimento de puçá ‘Coroa de Frade’.

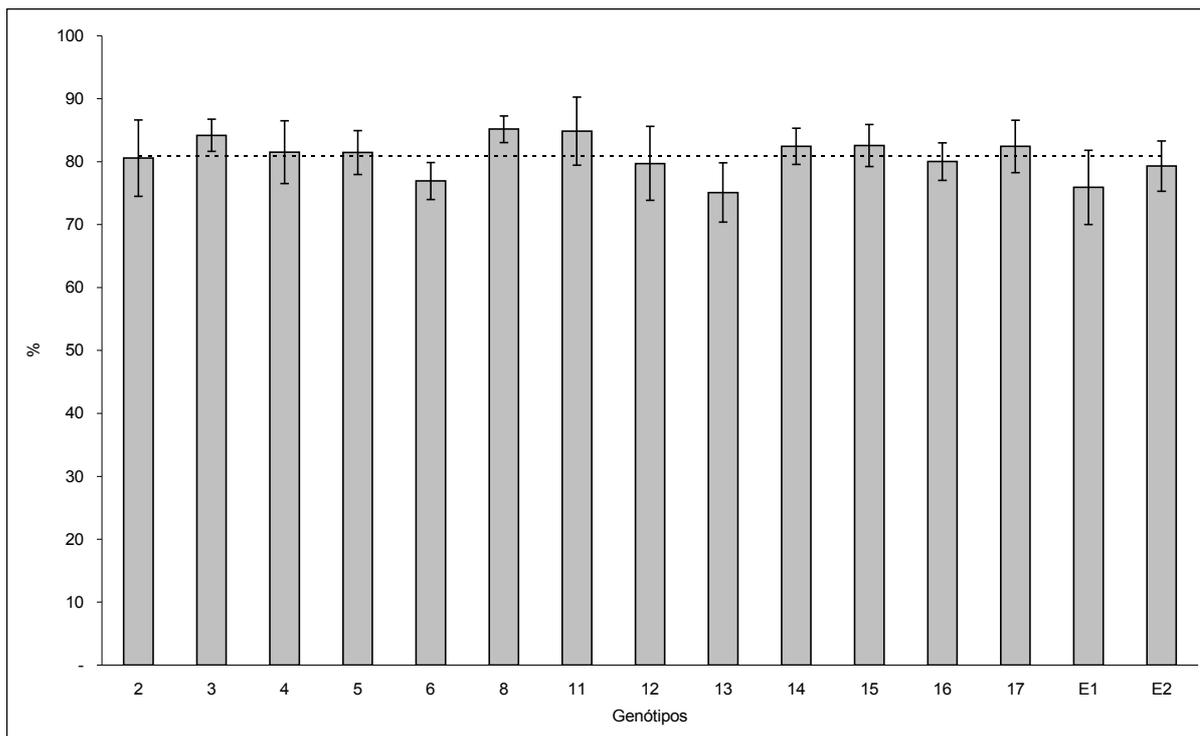


FIGURA 10 - Rendimento (% polpa+casca) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Carvalho e Müller (2005) pesquisando o rendimento de polpa de 50 frutas nativas da Amazônia constataram que 14% delas apresentaram rendimento de polpa muito baixo, ou seja, inferior a 20 %. Estão incluídas frutas bastante populares na Amazônia Brasileira, como o bacuri e o pequiá. O grupo com rendimento de polpa baixo (21 % a 40 %) englobou 28 % das espécies, dentre elas o açaí, buriti, a pitomba e o ingá-cipó. Frutos como o cupuaçu, abiu e abricó apresentaram rendimento de polpa médio de 41 % a 60 %. O grupo de frutos com rendimento de polpa muito alto está representado por 6 % das espécies, e o araçá-boi foi o único com expressão econômica. Dentre as espécies estudadas somente o açaí, a bacabinha e o bacabi incluíram a casca como componente da polpa.

Lima et al. (2002) relataram que a determinação física do umbu-cajá em estádios avançados de maturação demonstrou condições adequadas para comercialização por apresentar rendimento em polpa acima de 50 %.

Gusmão et al. (2006) citaram a quantidade de polpa como uma característica importante dos frutos de muricizeiro, refletindo na grande valorização do extrativismo dos frutos, no período de safra. Enquanto Carvalho e Müller (2005) não consideraram o baixo rendimento em polpa como uma característica que inviabilize a utilização de determinadas espécies nativas da Amazônia, como fruta fresca ou para aproveitamento industrial, já que

algumas frutas têm mercado consolidado tanto na Amazônia como em outras regiões do Brasil.

#### 4.1.5 Cor da casca

##### Luminosidade

A luminosidade representa o brilho da superfície. Na casca de frutos de puçá ‘Coroa de Frade’ houve pequena variação entre as amostras, com coeficiente de variação de 9,70 % (FIGURA 11). O valor médio obtido foi de 54,30, com valor de amplitude mínima de 41,13 e máxima de 64,40. Em uma escala que vai de 0 (cores escuras e opacas) a 100 (cores brancas ou de brilho máximo), os frutos de cor alaranjada possuem mais claridade ou brilho, o que é confirmado por seus valores situados no meio da escala.

Os genótipos 6 (60,70) e 5 (59,20) apresentaram os maiores valores de luminosidade, enquanto os que apresentaram menores valores foram os genótipos 15 (47,56), 17 (47,51) e 16 (46,00), conseqüentemente possuindo menos brilho que os demais.

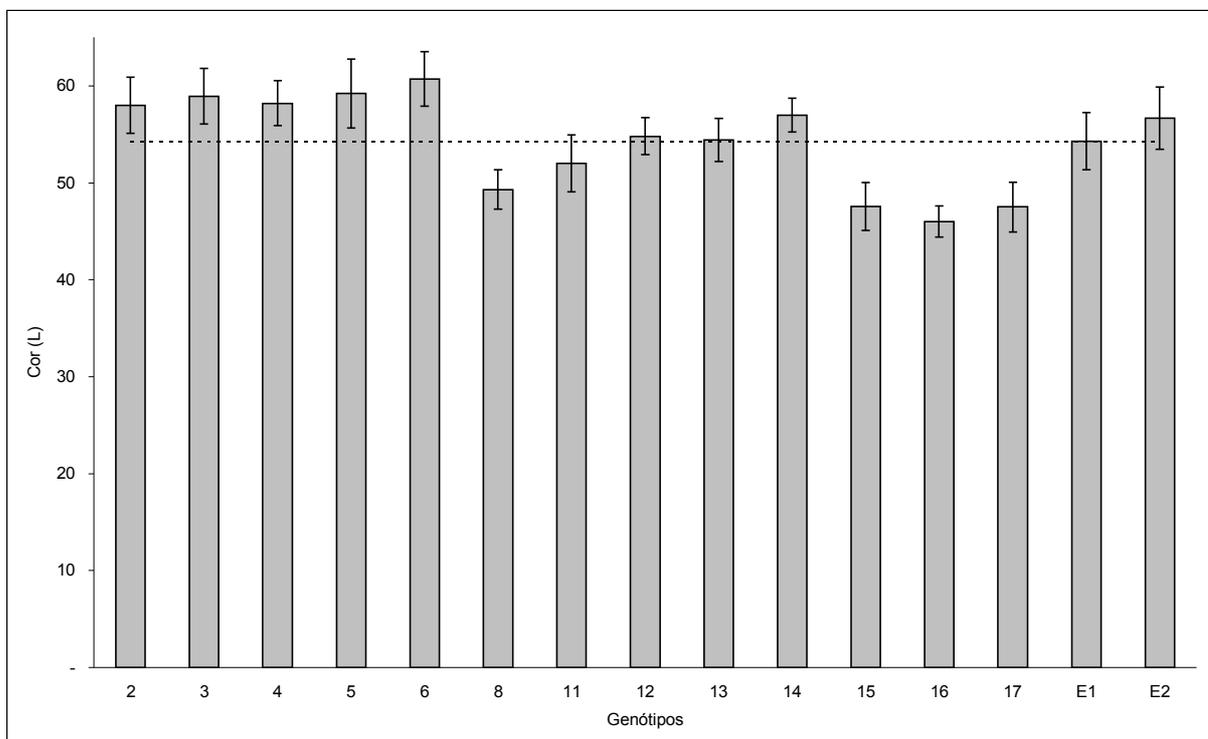


FIGURA 11 – Luminosidade da casca (cor l) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

## Cromaticidade

A cromaticidade (c) representa a intensidade da cor, variando de cores impuras (acinzentadas), com baixos valores, a cores puras, com altos valores. De acordo com a FIGURA 12, pode-se observar uma variação no cromatismo de 22,07 a 59,46, com média geral de 48,14.

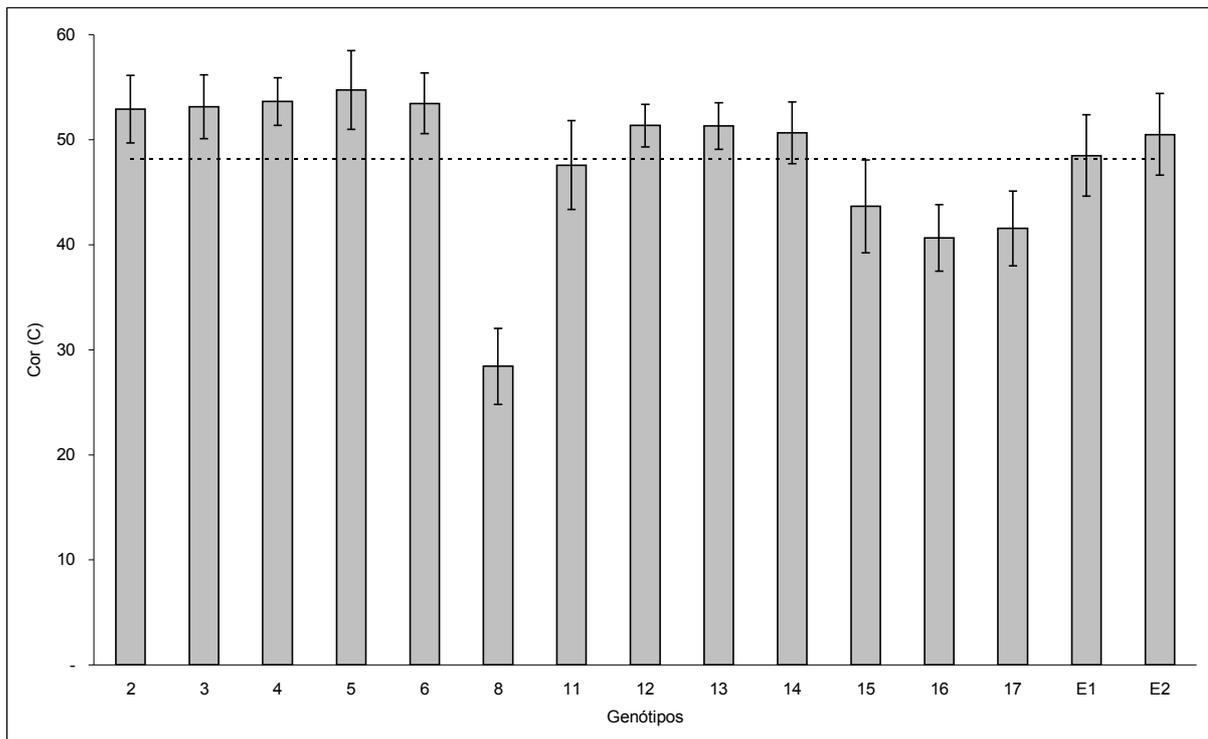


FIGURA 12 – Cromaticidade da casca (cor c) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

O genótipo 5 (54,73) apresentou maior intensidade na coloração da casca do fruto, porém verificou-se pequena variação quando comparado com os genótipos 4 (53,62), 6 (53,46), 3 (53,15) e 2 (52,92). O genótipo 8 apresentou um menor valor de cromatismo de 28,43.

Não há na literatura dados de puçá ‘Coroa de Frade’ sobre esse parâmetro para fins de comparação.

## Ângulo Hue

No presente estudo, de acordo com a FIGURA 13, observa-se que houve uma pequena diferença entre os genótipos estudados, com coeficiente de variação de 8,47 %. Os

genótipos apresentaram média geral de 67,03, com valor de amplitude de ângulo hue variando entre o mínimo de 43,70 ao máximo de 81,46.

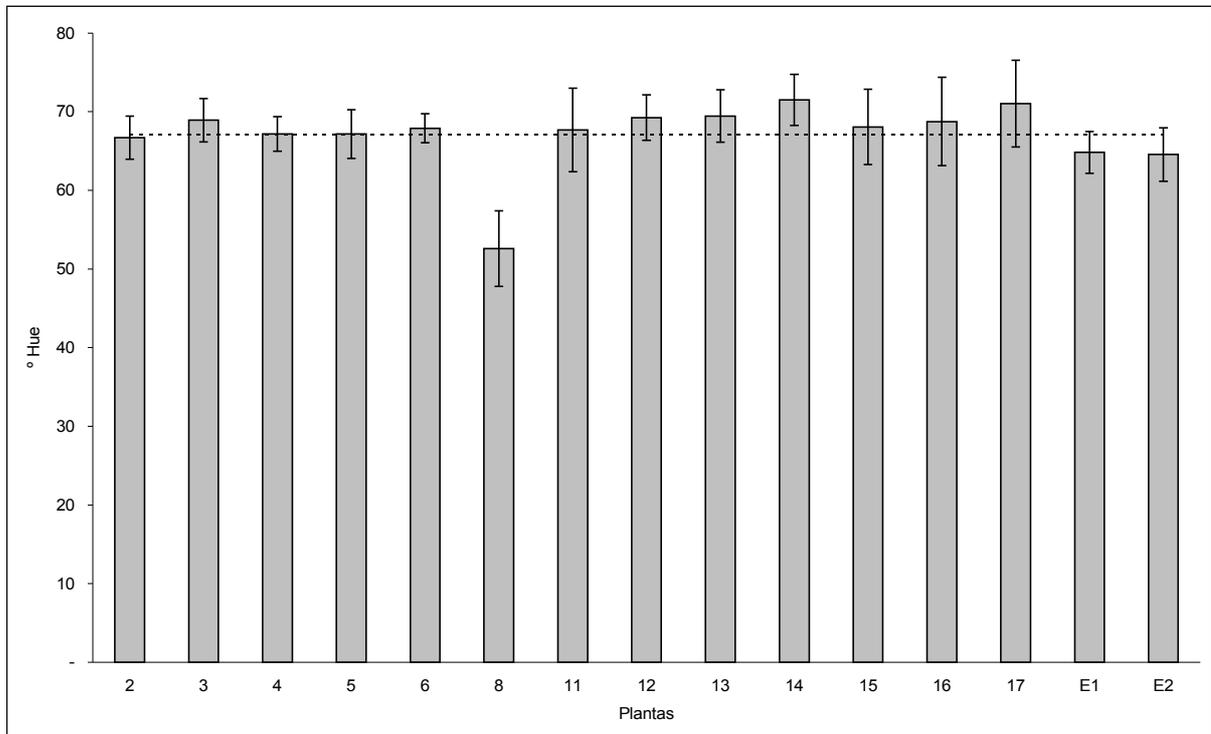


FIGURA 13 – Ângulo Hue (°Hue) da casca de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

O ângulo de tonalidade (°Hue) varia de 0° a 360°, sendo que o ângulo 0° corresponde à cor vermelha, 90° cor amarela, 180° ou - 90° cor verde, 270° ou - 180° cor azul, e passa de vermelho a negro em 360° (MORAIS et al., 2002) (FIGURA 14).

De acordo com o ângulo hue, os frutos mostraram coloração tendenciando de alaranjado à amarelada, que associada a luminosidade e a intensidade com valores consideráveis, constituem uma qualidade atrativa para o consumidor, pois esse prefere produtos de cores fortes e brilhantes (ABREU, 2007).

Segundo Abreu (2007) esse parâmetro é de grande importância para pedúnculos de cajueiro, cuja película variando da tonalidade laranja à tonalidade avermelhada, torna-os apreciados tanto para o consumo in natura como para indústria, pois, a coloração é um dos importantes atributos de qualidade nos produtos destinados ao processamento, pois 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.

Não há na literatura dados sobre esse parâmetro para frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’.

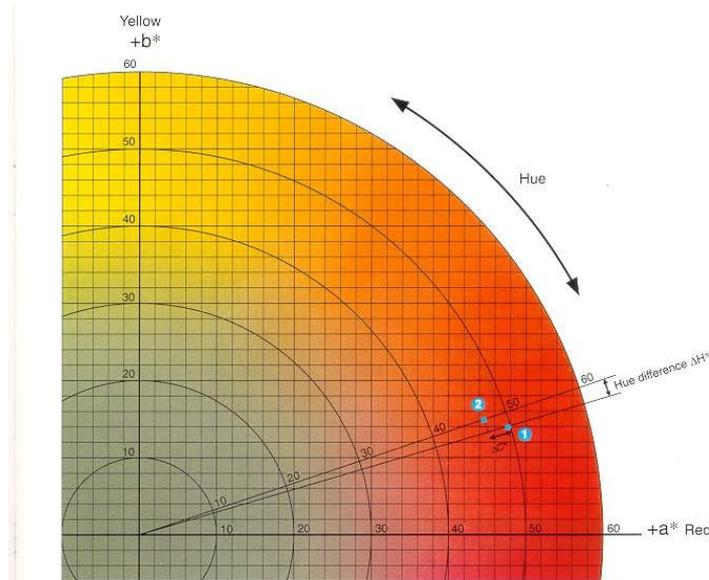


FIGURA 14 – Globo colorimétrico

(diagrama ângulo Hue)

#### 4.1.6 Repetibilidade

Ao se escolher um genótipo espera-se tanto que seu potencial genético perca pela vida toda, como que suas características superiores se manifestem em certas estruturas ou partes integrantes do vegetal. Então a repetibilidade expressa a proporção de variância total, que é explicada pelas variações proporcionadas pelo genótipo e pelas alterações permanentes atribuídas ao ambiente comum. Este coeficiente pode ser estimado quando a medição de um caráter é feita repetidas vezes num mesmo indivíduo (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Neste estudo, de acordo com a TABELA 3, os coeficientes de repetibilidade variaram de baixo a alto, com mínimo de 0,33 em percentual de sementes e valor máximo de 0,82 para cor c. Entre os dez parâmetros avaliados, houve uma ação significativa do ambiente em rendimento (polpa + casca), cor c e °Hue, porém em cor c e °Hue foram obtidos valores maiores ainda em variância genética, revelando uma influência tanto genética como ambiental nesses parâmetros avaliados. Em 50% dos parâmetros avaliados houve superioridade dos valores de variâncias genéticas (entre plantas) e nos outros 50% houve superioridade dos valores de variância residual (dentro plantas).

Os coeficientes de determinação variaram de 90,94% (percentual de semente) a 98,94% (cor c) e, portanto podem ser classificados como altos, indicando uma alta precisão nos dados, com maior proximidade dos valores com a média populacional, independente das estimativas do coeficiente de repetibilidade. Provavelmente, os valores estimados para os coeficientes de determinação tenham sido elevados pelo número de medições adotado para cada parâmetro que foi de 20. Porém, observando-se a variação das estimativas do coeficiente de repetibilidade, os valores mais baixos indicam que não houve regularidade na repetição do desempenho dos genótipos para determinada característica, sendo então necessárias mais medições para um mesmo nível de certeza, e vice-versa, quanto maior for o valor estimado do coeficiente de repetibilidade, menor o número de medições.

TABELA 3. Estimativas da variância residual, variância genética, coeficiente de repetibilidade, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do número de medições necessárias para obtenção dos níveis de certeza de 95 e 99%, para as características físicas dos frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’.

Parâmetros*	Variância Residual (dentro de plantas)	Variância Genética (entre de plantas)	Coeficiente de Repetibilidade	Coeficiente de Determinação ( $R^2$ )	Número <sup>#</sup> de medições para $R^2$	
					0,95	0,99
Comp	2,040	2,191	0,53	95,81	17	87
Diâm.	2,899	2,411	0,49	95,02	20	104
Peso	2,110	1,853	0,51	95,33	19	97
% casca	0,189	0,100	0,38	92,52	31	160
% semente	0,016	0,066	0,33	90,94	38	197
Nº semente	0,714	0,370	0,37	92,02	33	171
% P+C	18,402	8,498	0,37	92,06	33	171
Cor l	6,732	22,440	0,78	98,61	5	28
Cor c	11,232	48,741	0,82	98,94	4	21
°Hue	14,515	18,915	0,59	96,62	13	69

#/ valores absolutos.

Comp.=comprimento (mm); Diâm.=diâmetro (mm); % sem.= percentual de semente ; % P+C = rendimento de polpa + casca.

#### 4.1.7 Correlações entre os parâmetros físicos estudados

Os coeficientes de correlação linear determinados com o intuito de medir o grau de associação entre os parâmetros físicos estudados encontram-se na TABELA 4. Dentre os coeficientes de correlação linear estimados, para todas as combinações possíveis, apenas para o rendimento de polpa + casca foi observada correlação negativa e significativa quando correlacionada com o número de sementes. Essa relação inversa pôde ser confirmada quando observados os valores médios desses parâmetros para os genótipos estudados, indicando que quanto maior o número de sementes, menor o rendimento de polpa + casca nos frutos em

estudo, considerando que os frutos com maior número de sementes não apresentaram maiores pesos, possuindo então, maior espaço ocupado pelas sementes, influenciando na menor quantidade de polpa. As outras correlações negativas não foram significativas.

Houve correlação positiva e significativa entre a variável peso tanto com comprimento (0,97\*\*), diâmetro (0,97\*\*), percentual de semente (0,71\*\*) quanto com o percentual de casca (0,85\*\*), podendo afirmar-se que todas essas variáveis estão estreitamente relacionadas com a variável peso. O comprimento e o diâmetro apresentaram correlação positiva e significativa entre si (0,94\*\*) e ambos com o percentual de casca e o percentual de semente. Chitarra e Chitarra (2005) relatam que a relação entre o comprimento e diâmetro determina a forma do fruto, que em puçá ‘Coroa de Frade’ é elipsóide. A correlação sugere uniformidade nas dimensões dos frutos entre os genótipos.

TABELA 4. Correlações fenotípicas entre as características físicas avaliadas nos fruto de puçazeiro ‘Coroa de Frade’.

Parâmetros	° Hue	Cor c	Cor l	% P+C	Nº semente	% semente	% casca	Peso	Diâm.
Comp.	0.34 <sup>ns</sup>	0.46 <sup>ns</sup>	0.34 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>ns</sup>	0.71**	0.80**	0.97**	0.94**
Diâm.	0.42 <sup>ns</sup>	0.41 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	0.36 <sup>ns</sup>	0.72**	0.87**	0.97**	
Peso	0.41 <sup>ns</sup>	0.42 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	0.71**	0.85**		
% casca	0.21 <sup>ns</sup>	0.23 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.29 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.53*			
% semente	0.50 <sup>ns</sup>	0.62*	0.40 <sup>ns</sup>	-0.51 <sup>ns</sup>	0.69**				
Nº semente	0.69**	0.52*	0.22 <sup>ns</sup>	-0.60*					
% P+C	-0.23 <sup>ns</sup>	-0.40 <sup>ns</sup>	-0.25 <sup>ns</sup>						
Cor l	0.15 <sup>ns</sup>	0.81**							
Cor c	0.63*								

\*\* significativo a 1% , \* significativo a 5%, pelo teste T.

<sup>ns</sup>Não - significativo. Comp.= comprimento; Diâm.= diâmetro; % semente = percentual de semente; % casca = percentual de casca; % P+C= rendimento de polpa + casca.

#### 4.1.8 Análises Multivariadas

O método de agrupamento por otimização ou método de Tocher, constitui um método de agrupamento simultâneo, o qual realiza a separação dos genótipos em grupos de uma só vez. Esse método utiliza um único critério de agrupamento e possui a peculiaridade de apresentar a distância Euclidiana média dentro dos grupos sempre menor que a distância média entre os grupos apresentados (CRUZ ; REGAZZI, 1994).

A análise de agrupamento, por meio da Otimização de Tocher utilizando a Distância Euclidiana Média, permitiu a formação de cinco grupos, sendo que três grupos compreenderam apenas um genótipo, outro agrupou dois genótipos, enquanto que os demais

genótipos concentraram-se em apenas um grupo (TABELA 5). De acordo com Cruz e Regazzi (1994), a formação de muitos grupos permite a estruturação de mais populações segregantes, concorrendo para a obtenção de genótipos superiores, no que diz respeito às características de interesse econômico.

TABELA 5. Formação de grupos de genótipos com base na análise de agrupamento feito por meio da otimização de Tocher, com base na distância Euclidiana média, a partir das características físicas.

<b>Grupo</b>	<b>Indivíduos</b>
<b>1</b>	16 17 14 4 3 E2 2 12 6 E1
<b>2</b>	5 11
<b>3</b>	13
<b>4</b>	15
<b>5</b>	8

A dispersão gráfica da análise de componentes principais (FIGURA 15), envolvendo os dois principais componentes, os quais respondem por 85,54% da variação total entre os genótipos foi coerente com a formação de grupos (TABELA 5), confirmando o destaque dos genótipos 8, 15 e 13 como distintos entre si e dos demais genótipos.

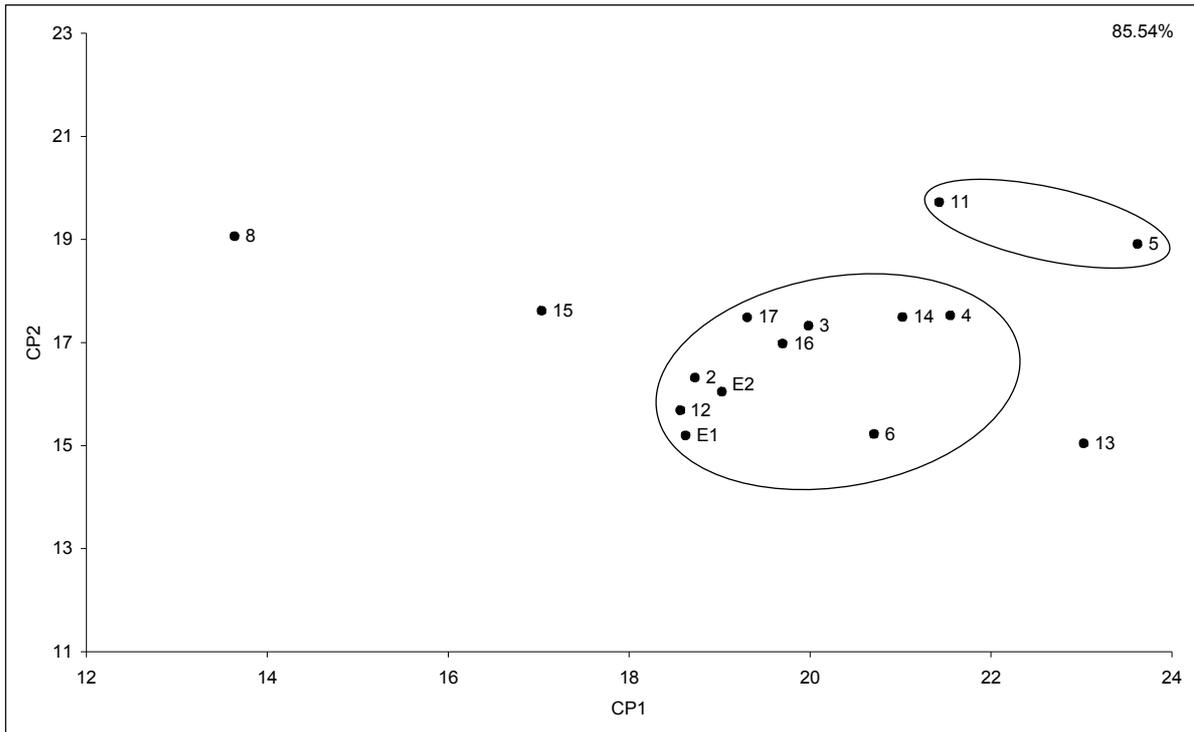


FIGURA 15. Visualização gráfica da análise de Componentes Principais com a variação total explicada (85,54%) e os grupos de acordo com o método de Tocher.

Utilizando-se o método hierárquico do vizinho mais próximo na formação do dendrograma de dissimilaridade dos genótipos (FIGURA 16), novamente foi possível observar a formação de um grupo isolado com o genótipo 8 e 15 e formação de outro grupo maior, diferindo um pouco com o método de otimização de Tocher e pela análise de componentes principais.

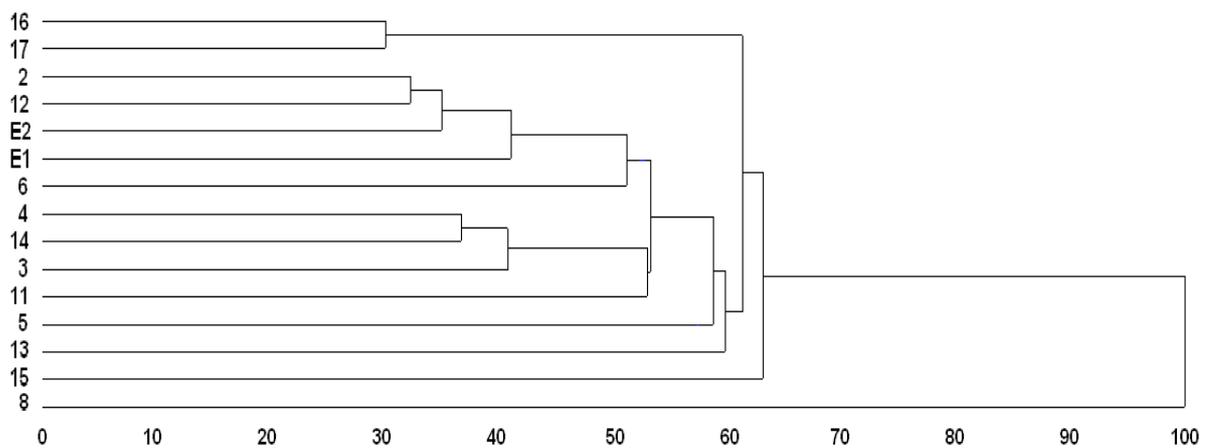


FIGURA 16. Dendrograma de dissimilaridade genética entre os genótipos por meio do método de agrupamento do vizinho mais próximo envolvendo todas as características físicas avaliadas.

## 4.2 Avaliações Físico-Químicas e Químicas

Os genótipos de puçá ‘Coroa de Frade’ apresentaram elevada variação ( $cv > 15\%$ ) para a característica pectina solúvel, ATT e AAT, baixa variação ( $cv < 10\%$ ) para SS e pH. Todos os outros parâmetros apresentaram moderada variação ( $10\% < cv < 15\%$ ) demonstrando pouca uniformidade para esses parâmetros (TABELA 6).

TABELA 6. Quadro geral de médias, intervalo de confiança, amplitude e coeficiente de variação das características físico-químicas avaliadas.

Planta	SS	PH	ATT	SS/ATT	AR	AST	AM	PT	PS	FL	PET	Vit C	C	AAT
2	25,13	4,58	0,47	54,69	17,99	20,40	1,89	0,61	0,63	6,25	169,91	35,72	1,48	26,49
3	25,77	4,53	0,51	50,78	16,33	19,74	3,39	0,59	0,35	8,74	132,52	30,92	2,55	13,50
4	21,90	4,49	0,40	56,22	16,69	17,30	1,79	0,53	0,57	7,83	92,21	32,75	0,93	9,42
5	26,27	4,69	0,40	65,91	14,15	17,18	2,82	0,86	0,26	7,24	160,94	37,00	1,67	18,15
6	23,43	4,59	0,58	40,70	12,43	14,74	1,21	0,81	0,56	9,88	116,89	31,06	1,01	12,80
8	25,20	4,69	0,27	95,05	17,62	18,32	1,50	0,82	0,42	10,22	160,89	37,58	0,64	18,46
11	23,07	4,47	0,46	49,71	10,48	11,95	3,21	0,68	0,22	9,67	175,20	55,58	0,74	15,61
12	26,33	4,60	0,43	62,23	18,06	18,59	1,52	0,65	0,24	5,33	110,03	29,64	2,17	16,09
13	29,73	4,66	0,35	85,23	17,46	22,18	2,39	0,46	0,25	5,67	153,95	29,08	1,22	18,05
14	28,67	4,65	0,32	90,26	21,30	21,95	1,86	0,65	0,38	8,31	71,35	32,32	0,87	12,07
15	24,50	4,78	0,49	50,45	14,42	16,10	3,32	0,73	0,38	8,94	89,10	29,11	1,50	12,51
16	24,77	4,37	0,48	52,03	13,77	16,11	3,23	0,69	0,27	10,10	141,71	33,18	1,31	13,26
17	24,13	4,29	0,57	42,27	13,27	15,47	4,59	0,71	0,26	11,93	180,45	29,54	1,17	17,14
E1	29,00	4,35	0,39	75,23	19,90	22,17	3,43	0,52	0,18	8,01	119,30	30,83	1,18	9,10
E2	27,90	4,27	0,35	81,04	19,95	21,22	2,45	0,48	0,31	7,93	179,95	37,56	2,08	15,88
Mínimo	31,00	4,98	0,74	102,43	22,09	25,36	4,94	0,98	0,74	12,30	192,20	56,10	2,72	28,76
Máximo	20,40	4,15	0,24	37,65	8,66	11,13	1,01	0,35	0,13	4,55	69,38	22,89	0,54	7,38
Média	25,72	4,53	0,43	63,45	16,25	18,23	2,57	0,65	0,35	8,40	136,96	34,12	1,37	15,24
IC (±)	0,80	0,06	0,03	5,60	1,01	1,02	0,29	0,04	0,05	0,57	11,15	2,31	0,17	1,39
CV (%)	6,78	3,51	15,30	13,26	11,12	10,83	10,45	13,55	24,74	10,10	11,32	14,44	11,61	15,31

SS=sólidos solúveis (°BRIX); ATT=acidez total titulável (%); AR=açúcares redutores (%); AST=açúcares solúveis totais (%); AM.=amido (%); PT=pectina total (%); PS= pectina solúvel (%); FL=flavonóides amarelos (mg/100g); PET=polifenóis extraíveis totais (mg/100g); Vit C=vitamina C (mg/100g); C=carotenóides (mg/100g); AAT=atividade antioxidante total ( $\mu\text{M}$  Trolox/g).

Segundo Prudente e Vieira Neto (2002), frente à inexistência de estudo científico, a grande variabilidade genética para caracteres físicos ou químicos, dentro da mesma espécie de algumas fruteiras nativas, que se encontram em diferentes locais no estado silvestre, ocorre quando as plantas são propagadas por semente, sem constituírem diferentes variedades.

Também os efeitos das diversidades climáticas, edáficas e de cultivo poderão resultar em variação das características morfológicas ou fisiológicas. Não obstante, essa variabilidade poderá facilitar a identificação e a seleção de diversas cultivares, tanto para o consumo de fruta fresca quanto para a agroindústria, desde que diferenciadas por meio de critérios científicos.

#### 4.2.1 Sólidos solúveis (SS)

De acordo com a FIGURA 17, os genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ apresentaram pequena variação para sólidos solúveis (SS), com coeficiente de variação de 6,78% com amplitude de 20,40 °Brix a 31,00 °Brix, apresentando valor médio de 25,72 °Brix.

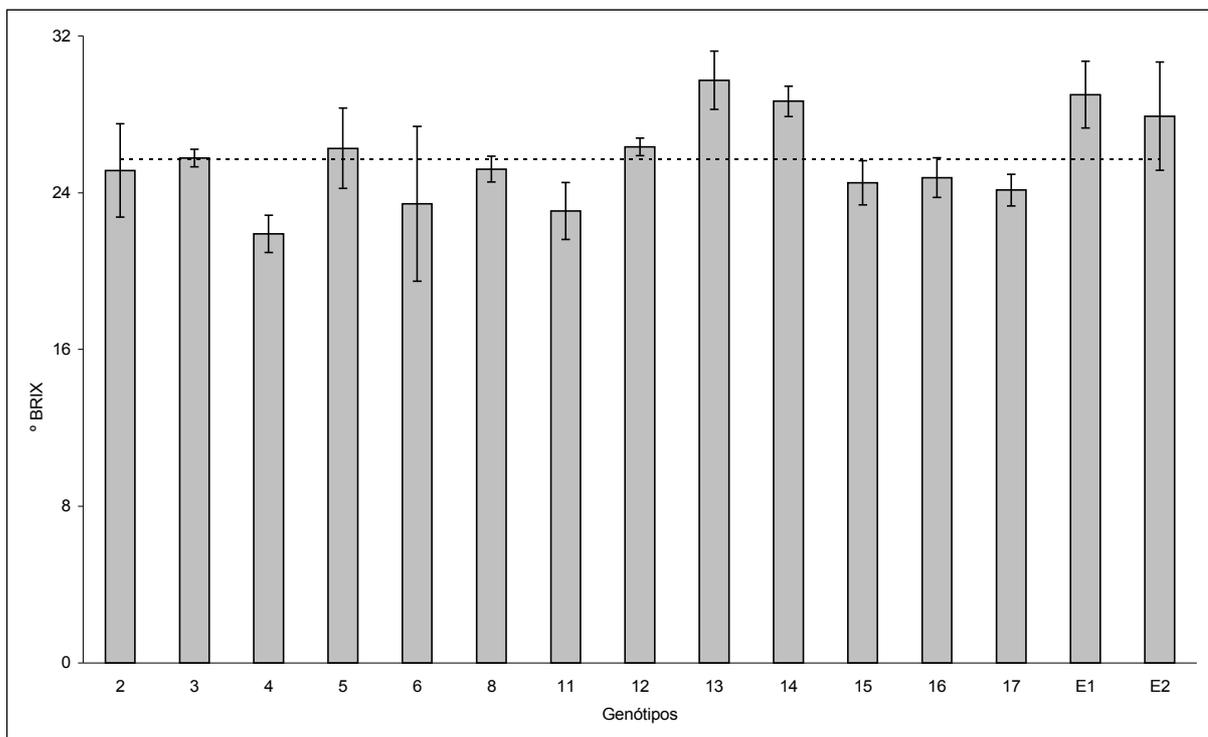


FIGURA 17 – Sólidos Solúveis da polpa (°Brix) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Os genótipos 13, 14, E1 e E2 se destacaram dos demais pelos maiores valores médios de SS de 29,73 °Brix, 28,67 °Brix, 29,00 °Brix e 27,90 °Brix, respectivamente, enquanto o genótipo 4 obteve o menor valor médio de 21,90 °Brix.

Como não existem dados na literatura sobre SS do fruto em estudo, foram relacionados para comparação outros frutos nativos. Valores inferiores foram encontrados por

Bezerra et al. (2005) que destacaram os SS como o maior constituinte dos frutos de bacurizeiro, podendo alcançar valores iguais a 19,10 °Brix e Lira Júnior et al. (2005) que apresentaram valores de 12,95 a 16,07 °Brix para frutos de cajá-umbuzeiro. Souza (2007) também encontrou valores inferiores de 7,20 a 10,89 °Brix em frutos de açazeiro. Alves et al. (2000) relataram valores mais aproximados do fruto em estudo, de 21,25 °Brix para cirigüela madura, 25,98 °Brix para sapoti, 27,00 °Brix para pinha.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) existe uma relação direta entre a quantidade de sólidos solúveis e a concentração de açúcares solúveis totais (AST). Possivelmente, frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ com maiores teores de sólidos solúveis terão açúcares solúveis totais (AST) mais elevados em relação aos demais, favorecendo o alto grau de doçura.

De acordo com Lucena (2006), em frutos de mangueira, os valores de SS são utilizados como indicador de maturidade, com aumento do seu teor, fator atribuído principalmente à hidrólise dos carboidratos de reserva acumulados durante o crescimento do fruto na planta.

O puçá ‘Coroa de Frade’ destaca-se entre outros frutos nativos e tropicais relatados acima em valores elevados de SS. Os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de cajá estabelecem valor mínimo de SS de 8 °Brix e de 10 °Brix para polpa de caju (BRASIL, 2008). Portanto, o puçá ‘Coroa de Frade’, cuja polpa, embora sem legislação específica, possui valores de SS superiores a 8 °Brix e 10 °Brix, pode ser propício à produção de suco, podendo então destinar-se a esse fim tecnológico.

### 5.2.2 pH e Acidez total titulável (ATT)

De acordo com a FIGURA 18, pode-se verificar uma variação muito pequena entre os genótipos para o potencial hidrogeniônico (pH), com coeficiente de variação de 3,51 %, sendo verificada uma homogeneidade entre os frutos do puçazeiro ‘Coroa de Frade’ estudados.

Todos os genótipos desse estudo apresentaram valores médios de pH de 4,53, e variação de 4,15 a 4,98, sendo os mesmos considerados pouco ácidos e 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.

Como não existem dados na literatura sobre pH do fruto em estudo, foram relacionados para comparação outros frutos nativos. Valores de pH abaixo do valor de 4,53

encontrado para os genótipos de puçá ‘Coroa de Frade’ foram mencionados por Alves et al. (2000) em maracujá-roxo (2,88), cupuaçu (3,30), cirigüela (3,44), bacuri (3,37), cajá (3,17) e camu-camu (2,54) e Garrido et al. (2007) em quixaba (4,35). Porém, valores acima dessa média geral foram encontrados por Souza (2007) em açaí (5,45) e em sapoti (5,37) e pinha (5,23) por Alves et al. (2000).

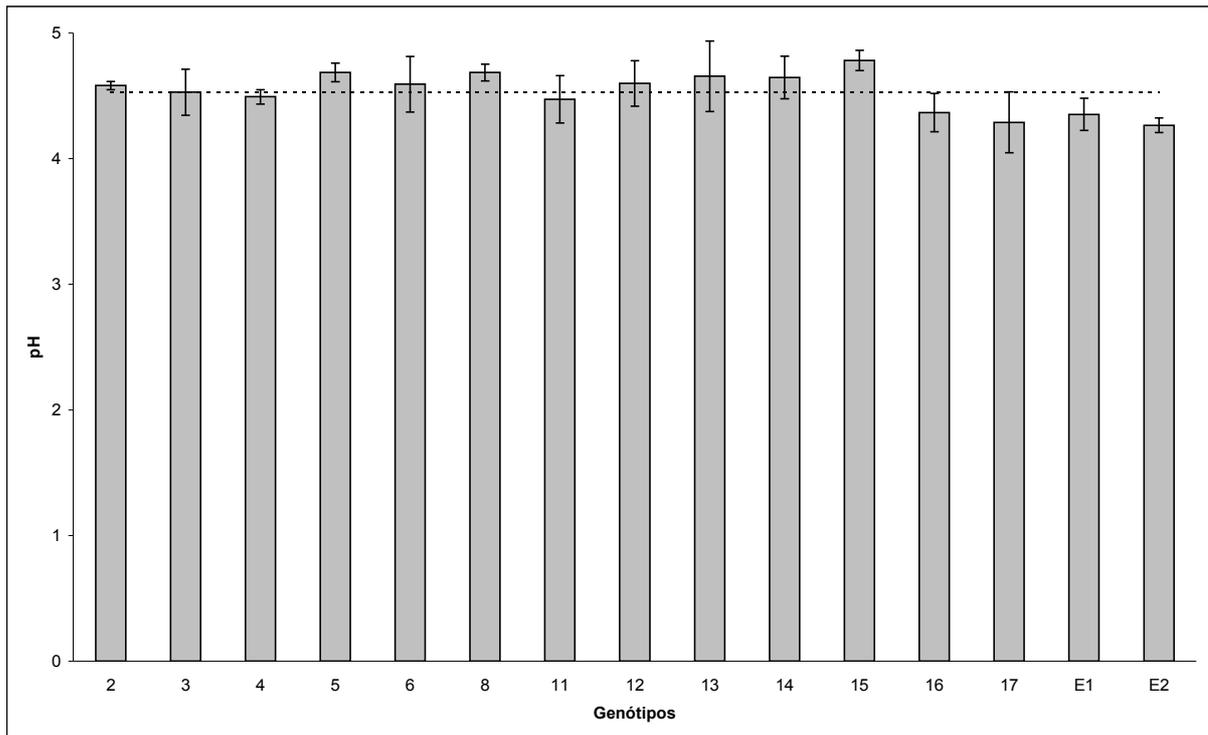


FIGURA 18 – pH da polpa de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

A amplitude de variação da ATT foi de 0,24 a 0,74 % de ácido cítrico, sendo a média geral de 0,43 % (FIGURA 19).

Os genótipos que apresentaram os maiores valores de acidez total titulável foram o 6 e 17, sendo os resultados respectivamente, 0,58 e 0,57% de ácido cítrico. Os demais genótipos mostraram valores mais baixos de ATT, apresentando, porém, muita variação entre si, com coeficiente de variação de 15,30 %, onde o genótipo 8 apresentou o menor teor, que foi de 0,27 %. De acordo com o estudo, 60% dos genótipos estudados mostraram os valores mais elevados de acidez para os frutos (0,40 a 0,58 %) e os 40% restante apresentaram os valores mais baixos de acidez total titulável (0,27 a 39%).

Na literatura não existem dados sobre ATT do fruto em estudo, então foram relacionados para comparação outros frutos nativos. Valores próximos à média geral para

ATT de puçá ‘Coroa de Frade’ (4,53) foram encontrados por Souza (2007) em açaí (0,37%), Garrido et al. (2007) em quixaba (0,40 %) e por Alves et al. (2000) em bacuri (0,32 %) e pinha (0,34 %), que também relataram valores bem mais elevados em mangaba (1,77%), cupuaçu (2,22%) e cajá (1,03%).

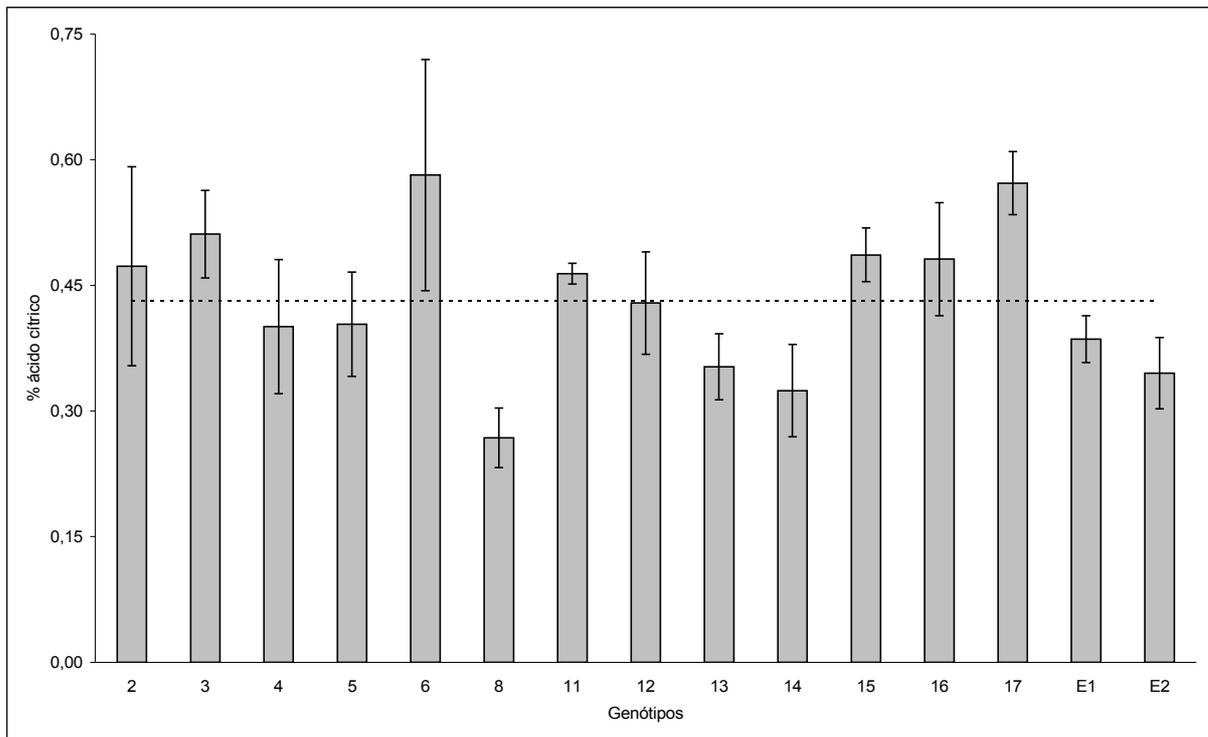


FIGURA 19 – Acidez Total Titulável da polpa (%) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Lucena (2006) relatou em seus estudos com manga ‘Tommy Atkins’ que ocorreu uma diminuição na ATT e aumento no pH com o avanço da maturação, podendo ser decorrente do consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares.

Para fins tecnológicos, os frutos do puçazeiro ‘Coroa de Frade’ oferecem padrões de acidez e pH adequados, como por exemplo, na geléia, que de acordo com Lago, Gomes e Silva (2006), é exigido um pH máximo de 3,4 e acidez varia de 0,3 % a 0,8 %.

#### 4.2.3 Relação SS/ATT

A relação SS/ATT apresentou moderada diferença para os genótipos estudados (FIGURA 20), demonstrando uma heterogeneidade considerável entre os genótipos, com

amplitude de 37,65 a 102,43, sendo a média geral de 63,45. Os genótipos 8 (95,05), 13 (85,23) e 14 (90,26) apresentaram as maiores médias encontradas e os genótipos 6 (40,70) e 17 (42,27) apresentaram as menores médias.

A relação SS/ATT é mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois essa relação além de dar uma boa idéia do equilíbrio entre esses dois componentes, indica o sabor dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). 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. O genótipo 8 caracterizou-se com alto teor de doçura e pouca acidez, apresentando maior grau de doçura em relação aos demais estudados, porém seu SS não foi o maior, mas apresentou um valor menor de ATT, teores esses que contribuíram significativamente para esse valor tão alto da relação SS/ATT.

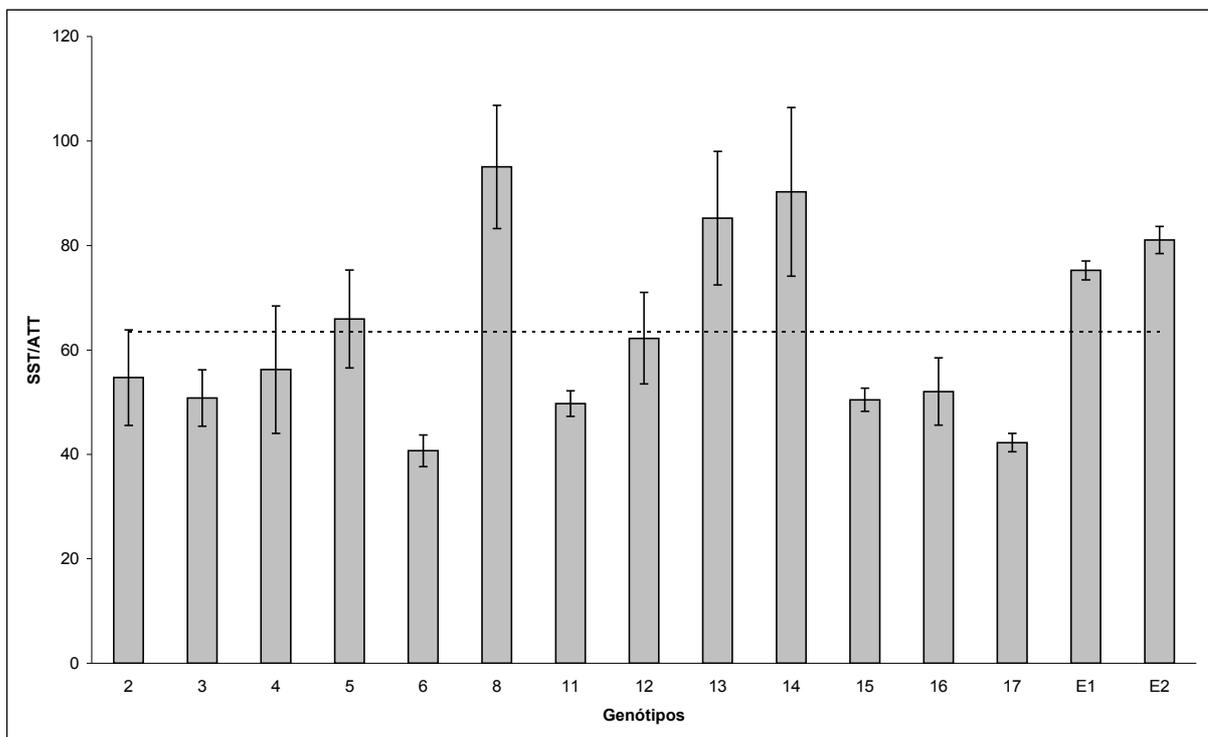


FIGURA 20 – SS/ATT da polpa de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Como não existem dados na literatura sobre a relação SS/ATT do fruto em estudo, foram relacionados para comparação outros frutos nativos. Valores mais elevados foram encontrados em sapoti (216,10) e pinha (80,14) de acordo com Alves et al. (2000), que são frutos considerados de elevada doçura.

Lima et al. (2002) encontraram valor de SS/ATT de 6,29 para umbu-cajá maduro e Abreu (2007) mostrou que o clone de cajueiro BRS 265 que apresentou o mais alto valor entre os clones estudados, obteve 74,32 de relação SS/ATT.

Lucena (2006) também descreveu um aumento da relação SS/ATT durante o desenvolvimento de manga ‘Tommy Atkins’, como consequência principalmente da redução na ATT, recomendando como ponto de colheita um valor de 10,00 a 12,30 para essa relação, visando à obtenção de um sabor aceitável.

#### 5.2.4 Açúcares redutores (AR)

Os açúcares redutores (AR) expressos em percentagem apresentaram moderada variação entre os genótipos (FIGURA 21) com amplitude de 8,66 a 22,09 %. A média geral obtida entre os frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ estudados foi de 16,25 %.

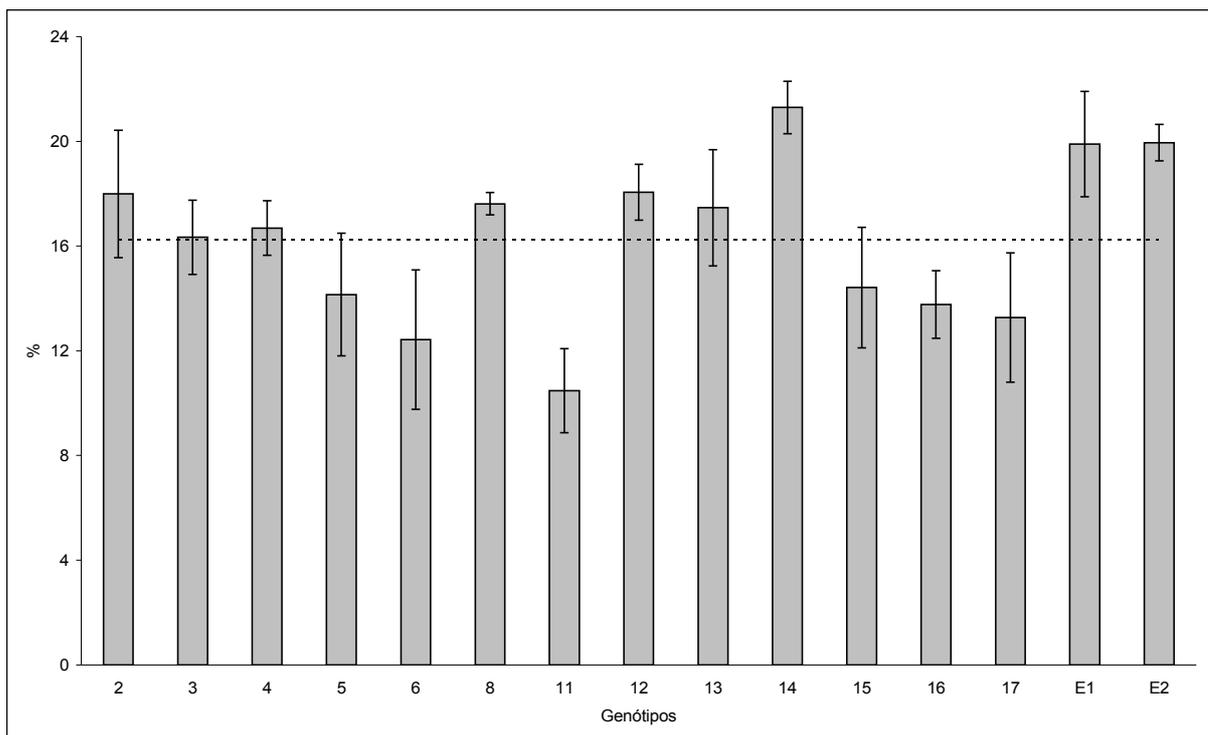


FIGURA 21 – Açúcares Redutores da polpa (%) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

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

seqüência glicose: sacarose: frutose (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O genótipo de maior valor médio de açúcares redutores foi o 14 com 21,30 %, que também obteve um alto valor de açúcares totais de 21,95 %, contribuindo então, para uma maior doçura nos seus frutos, já que a glicose e a frutose juntas possuem um poder adoçante maior que o da sacarose.

Noronha et al. (2000) encontraram valores médios inferiores de 6,77 e 7,70 % em umbu-cajá. Alves et al. (2000) relatam valores bem inferiores ao puçá ‘Coroa de Frade’ em açai (1,84 %), em cajá maduro (7,65 %), em cirigüela madura (6,70 %), porém com valores aproximados em sapoti (15,26 %) e pinha (15,96%).

Não existem na literatura dados sobre o parâmetro analisado para frutos de puçá ‘Coroa de Frade’.

#### 4.2.5 Açúcares Solúveis Totais (AST)

De acordo com a FIGURA 22, os valores de AST, expressos em percentagem, apresentaram diferença entre os genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’, com valor médio de 18,23 % e amplitude de 11,13 a 25,36 %. Os genótipos 13 (22,18 %), E1 (22,17 %), 14 (21,95 %) e E2 (21,22 %) apresentaram os maiores teores de AST e o genótipo 11 (11,95 %) o menor teor.

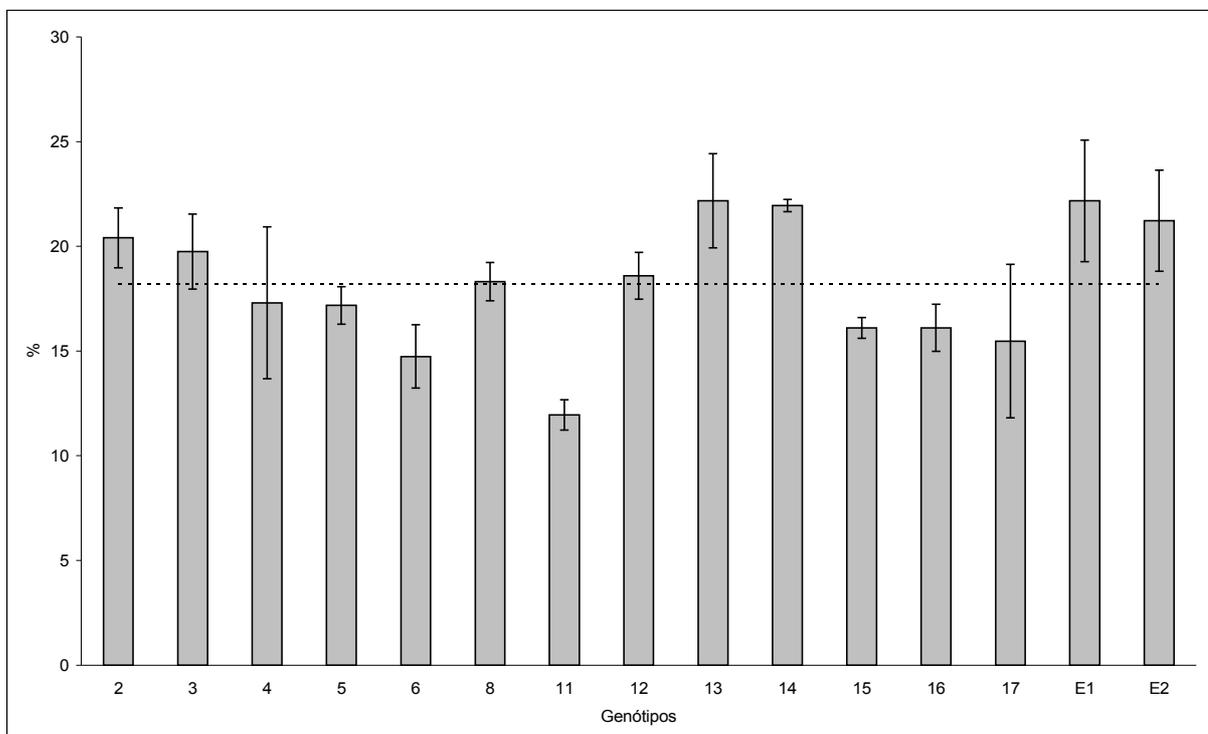


FIGURA 22 – Açúcares Solúveis Totais da polpa (%) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Valores inferiores ao fruto em estudo foram encontrados por Abreu (2007) com pedúnculos de três clones de cajueiro analisados em estudo, CCP 1001, o CCP 09 e o BRS 226, que em geral, apresentaram teores de AST de 10,51, 10,29 e 9,62 %, respectivamente, que foram considerados elevados para estes frutos, sendo 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.

Segundo Souza (2007), frutos de açazeiro de Paraipaba - CE apresentaram valor médio de 1,33 % de AST, também inferiores ao puçá 'Coroa de Frade'. Alves et al. (2000) relataram valores parecidos de 22,46 % em sapoti, 19,23 % em pinha, 12,98 % em mangaba, 18,68 % em cirigüela madura e 11,27 % em bacuri amarelo.

Segundo Rogez (2000), o teor em açúcares assimiláveis é geralmente elevado nos frutos, com a sacarose, glicose e frutose constituindo as formas mais comumente encontradas. Não foram encontrados na literatura dados para açúcares totais em puçá 'Coroa de Frade', porém, os resultados aqui encontrados para puçá 'Coroa de Frade' foram superiores aos apresentados em outros frutos nativos ou tropicais, demonstrando sua riqueza em açúcares simples.

#### 4.2.6 Amido (AM)

O teor de amido apresentou variação de 10,45% entre os genótipos de puçazeiro 'Coroa de Frade' analisados (FIGURA 23), verificando-se uma amplitude de 1,01 a 4,94 % e apresentando um percentual máximo maior que o quádruplo do mínimo.

Entre os genótipos estudados, o E1 e o 17 apresentaram os maiores percentuais de amido, 3,43 e 4,59 %, respectivamente. Enquanto que o genótipo 6 obteve o menor valor percentual (1,21 %).

A média geral obtida neste trabalho foi de 2,57%. Em relação às outras frutas nativas, já que não foi encontrado para o fruto em estudo, dados na literatura para esse parâmetro, o puçá 'Coroa de frade apresenta teor de amido inferior ao sapoti (5,18) (ALVES et al, 2000) e ao açaí (7,57 %) maduros (SOUZA, 2007).

Lucena (2006) pesquisando manga 'Tommy Atkins', encontrou teores crescentes de amido durante o desenvolvimento, partindo de 2,11% para 4,48 %, concluindo que há

acúmulo de amido durante a permanência da manga na planta, e após a colheita esse amido é totalmente hidrolizado em 8 dias.

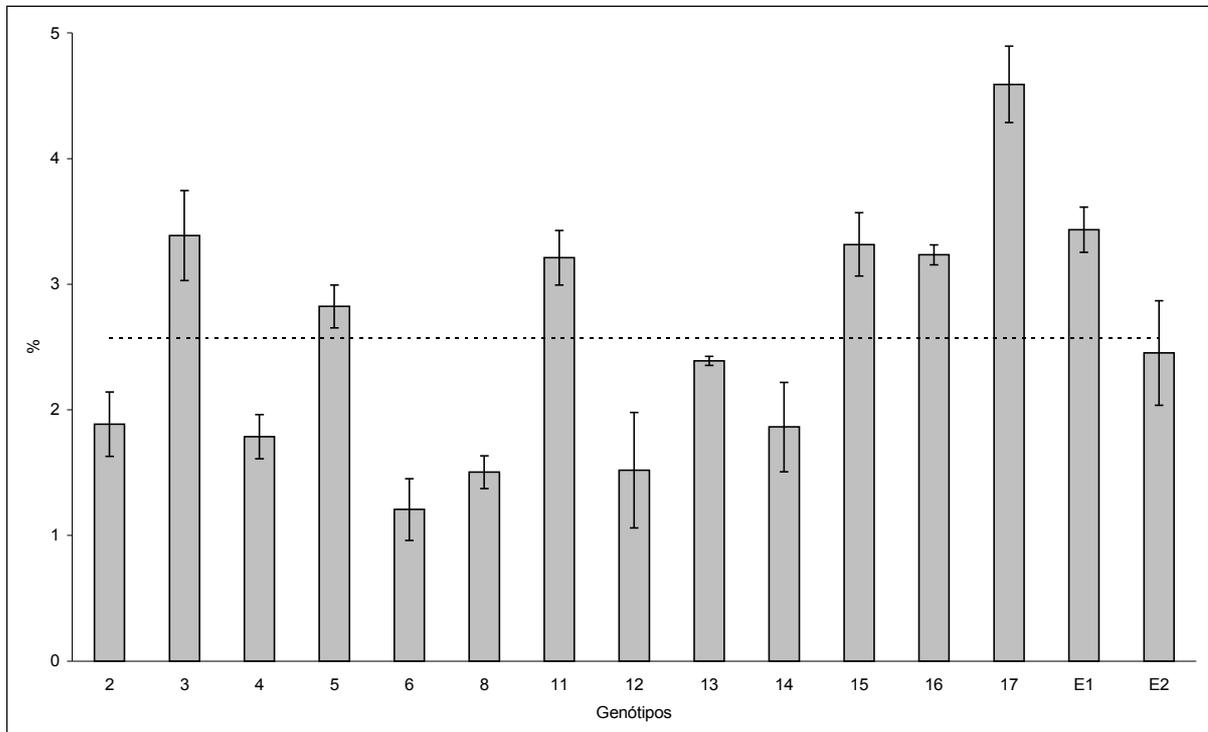


FIGURA 23 – Amido da polpa (%) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

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

Já que todos os genótipos avaliados nesse experimento apresentaram valores para amido acima de 1%, para fins tecnológicos, como no preparo de sucos, de acordo com Canilha et al. (2006) seria necessário o emprego de enzimas como amilases para despolimerizar o amido e assim aumentar o rendimento em suco, liquefazer a fruta para a máxima utilização da matéria-prima e melhorar a cor e o sabor.

#### 4.2.7 Pectina Total (PT) e Solúvel (PS)

Os resultados obtidos para pectina total apresentaram moderada variação entre os genótipos estudados (FIGURA 24), com coeficiente de variação de 13,55%, e amplitude de 0,35% a 0,98%, com média geral de 0,65%.

Entre os genótipos estudados o 5 (0,86%), o 8 (0,82%) e 6 (0,81%) apresentaram o maior percentual de pectina total e os genótipos 13 (0,46%) e E2 (0,48%) apresentaram o menor percentual.

Comparando os resultados encontrados nessa pesquisa com os de outras frutas, as tidas como ricas em pectinas apresentam teores um pouco superior ou abaixo da média deste estudo, tais como: uva (0,81 %), maçã (0,71 %), amora (0,59 %) e groselha vermelha (0,58 %) (PROCESSO DE GELEIFICAÇÃO EM ALIMENTOS, 2007).

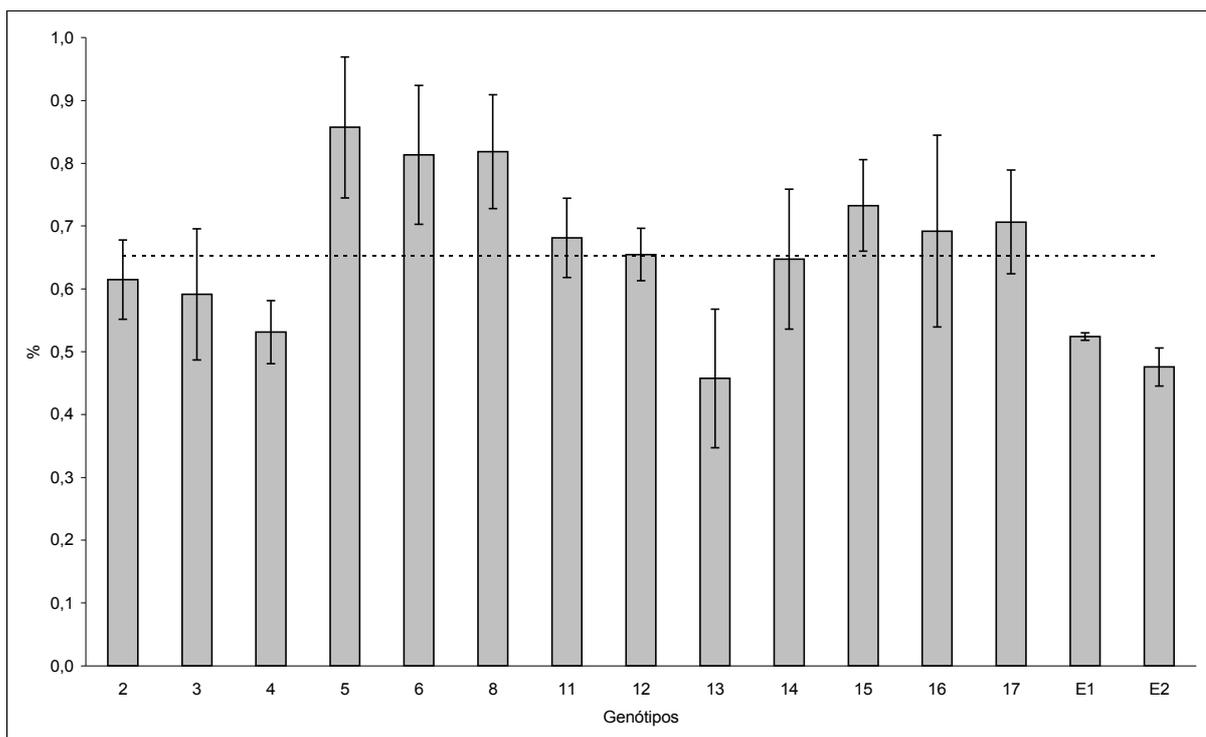


FIGURA 24 – Pectina Total da polpa (%) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Em açai, Souza (2007) encontrou valores mais altos com média geral de 0,94%. Alves et al. (2000) relataram valores mais altos que a média geral do puçá ‘Coroa de Frade’, em sapoti de 0,74 %, em pinha de 0,66 % e mais baixos em mangaba de 0,54% e em cupuaçu de 0,43%.

De acordo com Antunes et al. (2006) os índices maiores de pectina total são importantes para a conservação de fruta pós-colheita, visto que as pectinas influenciam a textura dos frutos e sua conservação, sendo importante matéria prima destinada à indústria, principalmente para elaboração de geléias e doces em massa, diminuindo o custo de processamento industrial, devido à menor necessidade de adição de pectina comercial e redução do tempo de fabricação e também são responsáveis por conferir ao produto aspecto agradável e palatabilidade.

Com relação ao teor de pectina solúvel, pode-se verificar (FIGURA 25) amplitude de 0,13% a 0,74%, com média geral de 0,35% e coeficiente de variação de 24,74%, denotando uma elevada variação entre os genótipos para esse parâmetro.

O genótipo E1 apresentou o menor valor de pectina solúvel de 0,18%. Já o genótipo 2 apresentou o maior valor de 0,63%.

O puçá ‘Coroa de Frade’ apresenta valores de pectina solúvel superiores em relação às outras frutas como pinha, mangaba, bacuri e cajá, citadas por Alves et al. (2000), que apresentam teores em frutos maduros (0,31 %) (0,24 %), (0,19 %) e (0,07 %), respectivamente, enquanto que o sapoti apresenta valor superior de 0,60 %. Não existem dados sobre o fruto em estudo para pectina solúvel.

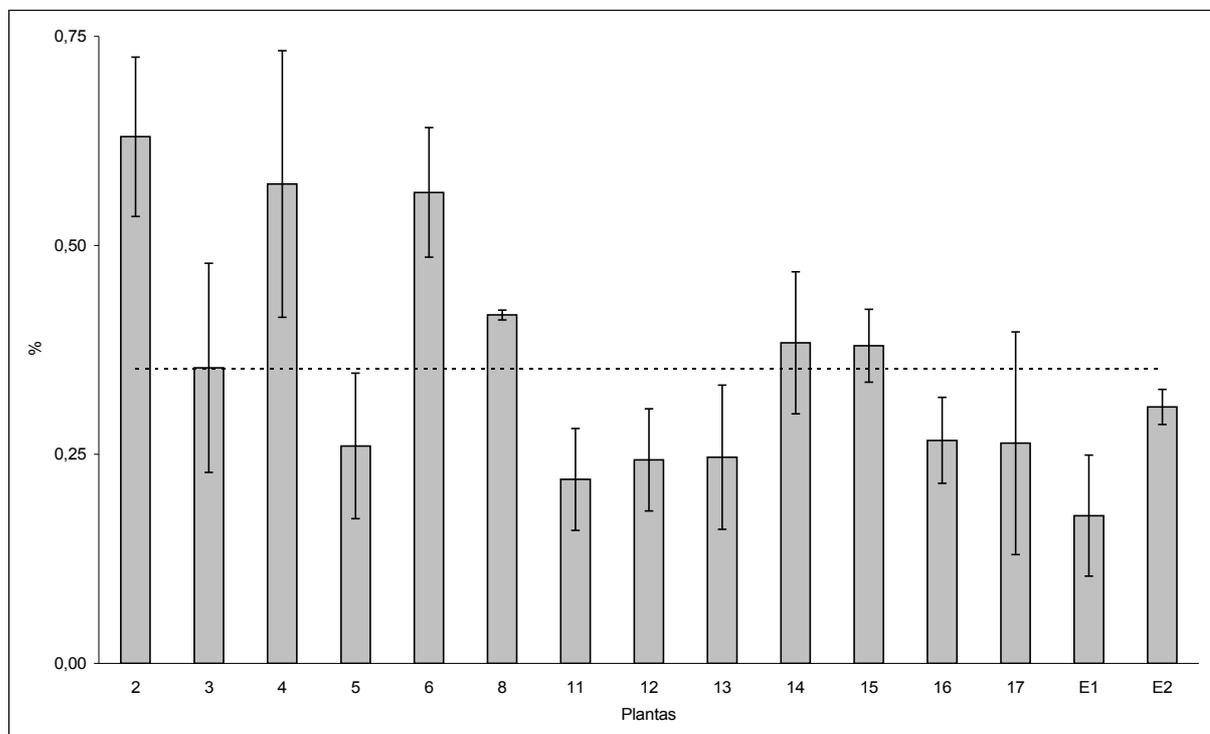


FIGURA 25 – Pectina Solúvel da polpa (%) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

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

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

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

Durante o amadurecimento a solubilidade da pectina pode aumentar como resultado de clivagem das ligações entre pectinas e hemiceluloses, geralmente como resultado de degradação enzimática. Porém, a conformação estrutural da molécula, unida, pelo menos parcialmente, por interações não-covalentes, reforça a possibilidade de degradação não-enzimática (LUCENA, 2006).

#### 4.2.8 Flavonóides Amarelos (FL)

De acordo com a FIGURA 26, pode-se observar que os teores médios de flavonóides amarelos das amostras apresentaram variação entre os genótipos com coeficiente de variação de 10,10%, oscilando entre valor mínimo de 4,55mg/100 g e máximo de 12,30mg/100 g, com média geral de 8,40mg/100 g.

Os genótipos 12 e 13 obtiveram as menores médias de 5,33mg/100 g e 5,67 mg/100g, respectivamente, e o genótipo 17 obteve maior média de 11,93mg/100g.

Nesse estudo, os teores de flavonóides amarelos obtidos foram inferiores aos encontrados por Abreu (2007) com pedúnculos de cajueiro, que obteve variação de 30,14 mg/100g a 75,19 mg/100g e média de 46,51 mg/100g e por Souza (2007) em açaí que apresentou média geral de 121,40 mg/100g desse composto. Vale ressaltar que esses resultados em pedúnculos de cajueiro foram determinados na película, enquanto no açaí e no puçá 'Coroa de Frade' os flavonóides amarelos estão presentes na polpa.

Os flavonóis (quercetina) e as flavonas (luteolina) são os grupos de flavonóides responsáveis pela cor amarela que sempre acompanham as antocianinas em frutos, provavelmente porque apresentam caminhos de biossíntese semelhantes (HARBORNE, 1967; FENNEMA, 1993). Estes pigmentos pertencem ao grupo dos flavonóides que têm sido relatados como compostos que possuem capacidade antioxidante (PIETTA, 2000).

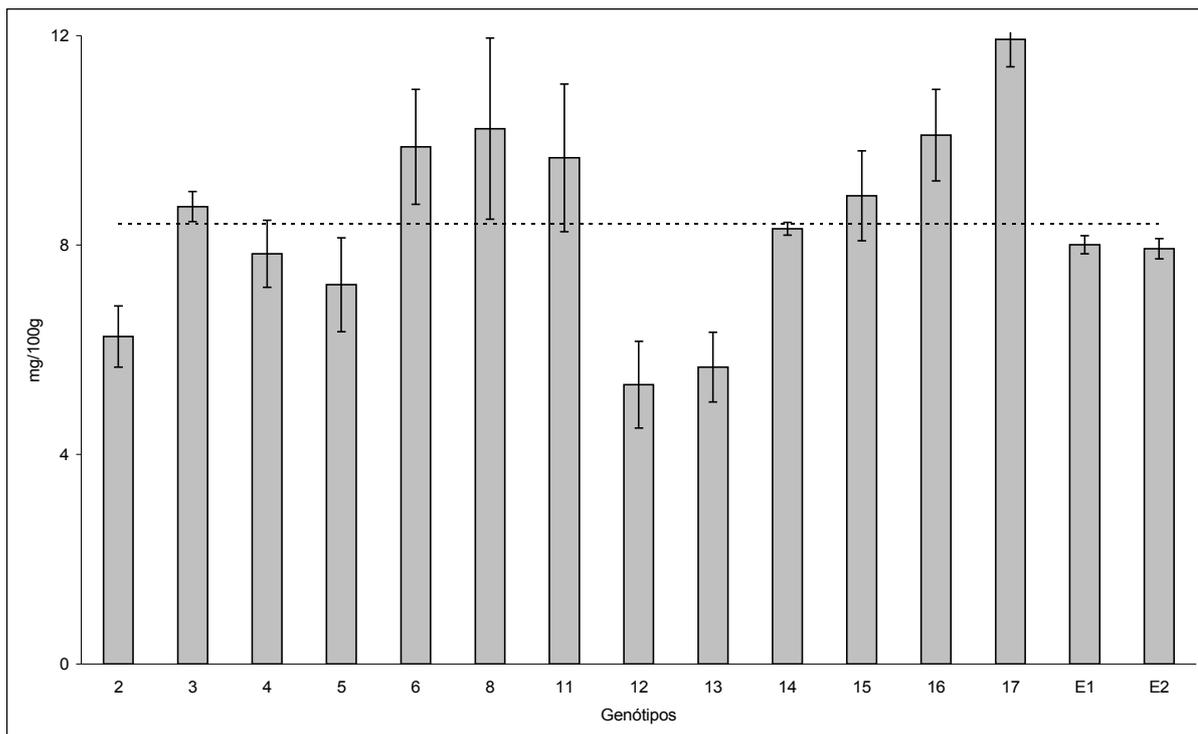


FIGURA 26 – Flavonóides Amarelos da polpa (mg/100g) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Moleiro (2007), em estudo com folhas de *Mouriri elliptica* Mart., relacionou a presença de flavonóides à atividade gastroprotetora. Andreo et al. (2007), também em estudo das folhas de *Mouriri pusa* Gard. (Melastomataceae) relataram a presença, além da quercetina, de outros seis derivados glicosilados da quercetina, que possuem em sua estrutura o grupo catecol, conferindo boa ação antioxidante correlacionada à atividade antiulcerogênica por interferir na síntese de prostaglandinas e/ou por proteger os grupos sulfidrilas não protéicos presentes no muco do ataque de radicais livres.

Neste estudo, os frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’, apresentaram pequena quantidade desses compostos na polpa, porém os estudos acima relatados foram realizados em folhas.

#### 4.2.9 Polifenóis Extraíveis Totais (PET)

Com relação aos polifenóis extraíveis totais, verifica-se que os teores médios das amostras apresentaram variação entre os genótipos de 11,32%, oscilando entre valor mínimo de 69,38mg/100g e máximo de 192,20mg/100g com média geral de 136,96mg/100g.

Pode-se verificar que o genótipo 14 obteve a menor média (71,35mg/100g) e os genótipos 17 e E2 obtiveram os maiores valores médios de 180,45mg/100g e 179,95mg/100g, respectivamente (FIGURA 27).

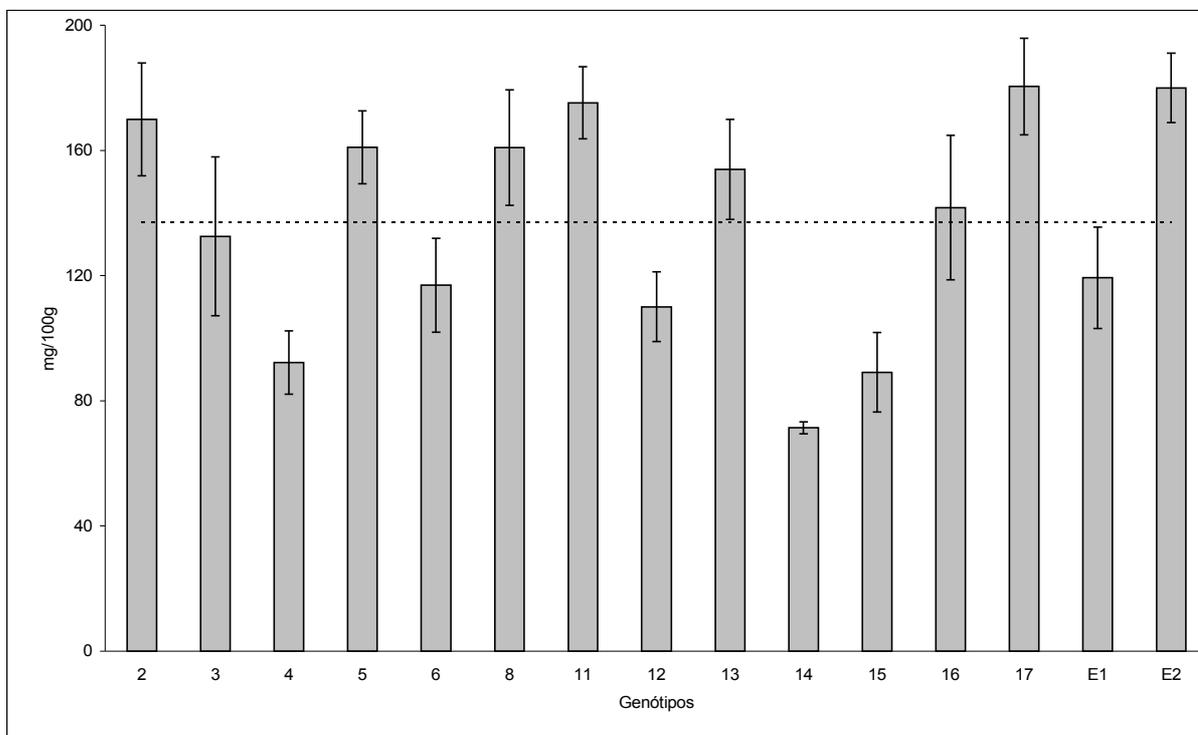


FIGURA 27 – Polifenóis Extraíveis Totais da polpa (mg/100g) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Os resultados encontrados neste trabalho apresentaram teores de polifenóis extraíveis totais bem superiores ao relatado por Sousa et al. (2007) que pesquisando a atividade antioxidante de frutas tropicais do nordeste brasileiro, determinaram o teor de fenólicos totais, encontrando os maiores conteúdos em mamão com 53,2mg de GAE/100g (mg equivalentes de ácido gálico em 100g de polpa) e graviola com 54,8mg de GAE/100g (mg equivalentes de ácido gálico em 100g de polpa).

Roesler et al. (2007) consideraram alto o conteúdo de fenólicos totais encontrados em algumas frações de frutas do bioma cerrado, como em semente de araticum e cagaita, com valores de 136,99g GAE. kg<sup>-1</sup> e 136,96g GAE. kg<sup>-1</sup>, respectivamente, porém encontraram valores mais baixos nas polpas de araticum e banha galinha, com 4,68g GAE. kg<sup>-1</sup> e 4,68g GAE. kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Hassimoto et al. (2005) pesquisando a atividade de antioxidante de frutas, legumes e polpas comerciais de frutas congeladas, obtiveram valores mais elevados de polifenóis

extraíveis totais dentre as polpas congeladas avaliadas, encontrando os seguintes valores para polpas de frutas congeladas: polpa de acerola (861,1 mg/100g), caju (234 mg/100g), amora (225 mg/100g), graviola (120 mg/100g), goiaba vermelha (119 mg/100g) e murici (67 mg/100g). Os pesquisadores mencionam que o elevado teor determinado na polpa de acerola não corresponde aos polifenóis, pois este valor provavelmente deve-se ao alto conteúdo de ácido ascórbico presente (885 mg/100g) que em concentração elevada reage positivamente com Folin-Ciocalteu.

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

Não foram encontrados na literatura dados relativos a polifenóis extraíveis totais do fruto em estudo.

#### 4.2.10 Vitamina C (Vit C)

De acordo com a FIGURA 28, pode-se verificar que houve moderada variação entre os genótipos para esse parâmetro, com coeficiente de variação de 14,44%. A amplitude obtida foi de 22,89 a 56,10mg de ácido ascórbico/100g de polpa, uma diferença maior que o dobro do maior valor para o menor valor obtido, sendo a média geral de 34,12mg/100g. Os menores valores médios encontrados foram de 29,08 e 29,11mg/100g nos genótipos 13 e 15, respectivamente.

O fruto que apresentou maior teor de vitamina C foi do genótipo 11 com 55,58mg de ácido ascórbico/100g de polpa, mais de 20 mg de ácido ascórbico em relação aos que possuíram menores valores.

Abreu (2007), em estudo com pedúnculos de cajueiro anão precoce, relatou que os maiores teores de vitamina C foram dos clones BRS 189 e o BRS Bahia 12, respectivamente, 270,04 e 254,34mg de ácido ascórbico/100g de polpa, considerando-os excelentes fonte de vitamina C, sendo indicados tanto para o consumo in natura, como também, para a industrialização, pela elevada quantidade desse nutriente, que deve ser ingerido diariamente e é bastante importante para o bom desempenho das funções vitais.

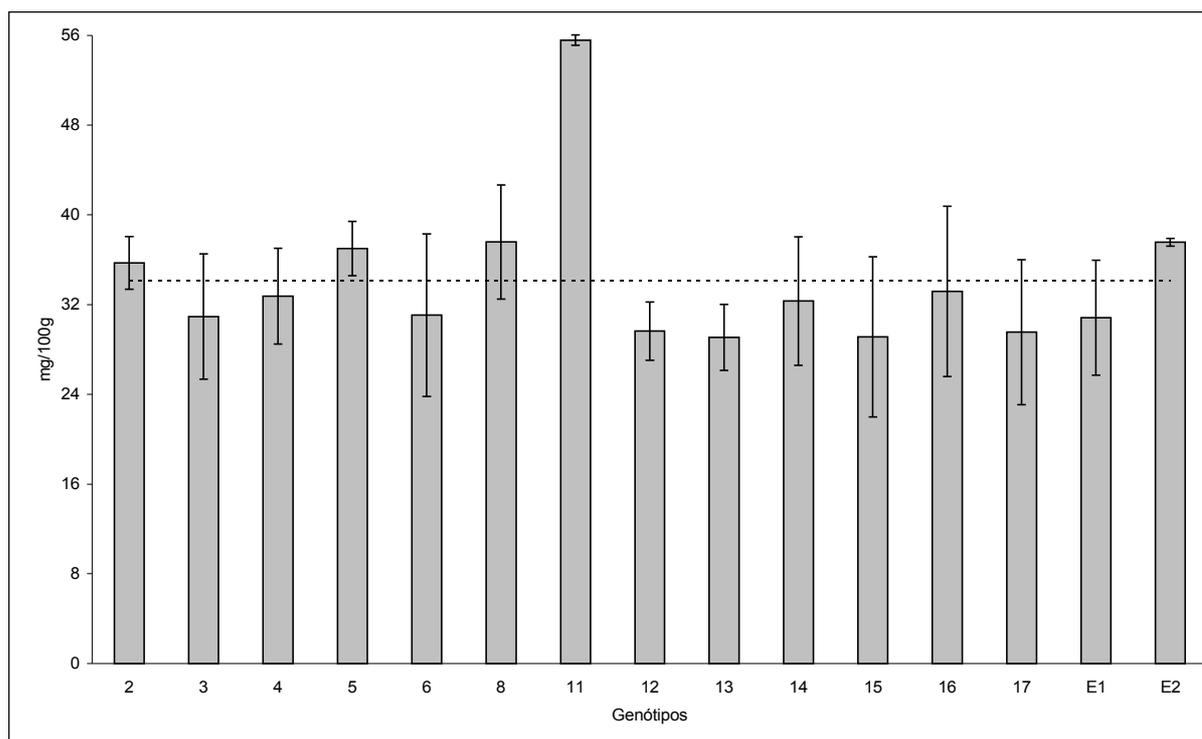


FIGURA 28 – Vitamina C da polpa (mg/100g) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Outro fruto que é uma das melhores fontes de vitamina C é o camu-camu, que em estudo realizado por Alves et al. (2000) apresentou valor de 2061,04 mg/100g em frutos predominantemente vermelhos.

Porém valores inferiores foram encontrados por Sampaio, C. de G. et al. (2005) em banana (13,2mg/100g), cajarana (15,7 mg/100 g), laranja (30,3mg/100g), limão (20,2mg/100g), maracujá ( 20,9mg/100g) e melão (10,1mg/100g).

Não existem na literatura dados sobre esse parâmetro para o fruto em estudo.

#### 4.2.11 Carotenóides (C)

De acordo com a FIGURA 29, pode-se verificar que há uma diferença significativa entre os genótipos de puçá ‘Coroa de Frade’ para a variável carotenóides, com coeficiente de variação de 11,61%, com amplitude de 0,54 a 2,72mg/100g.

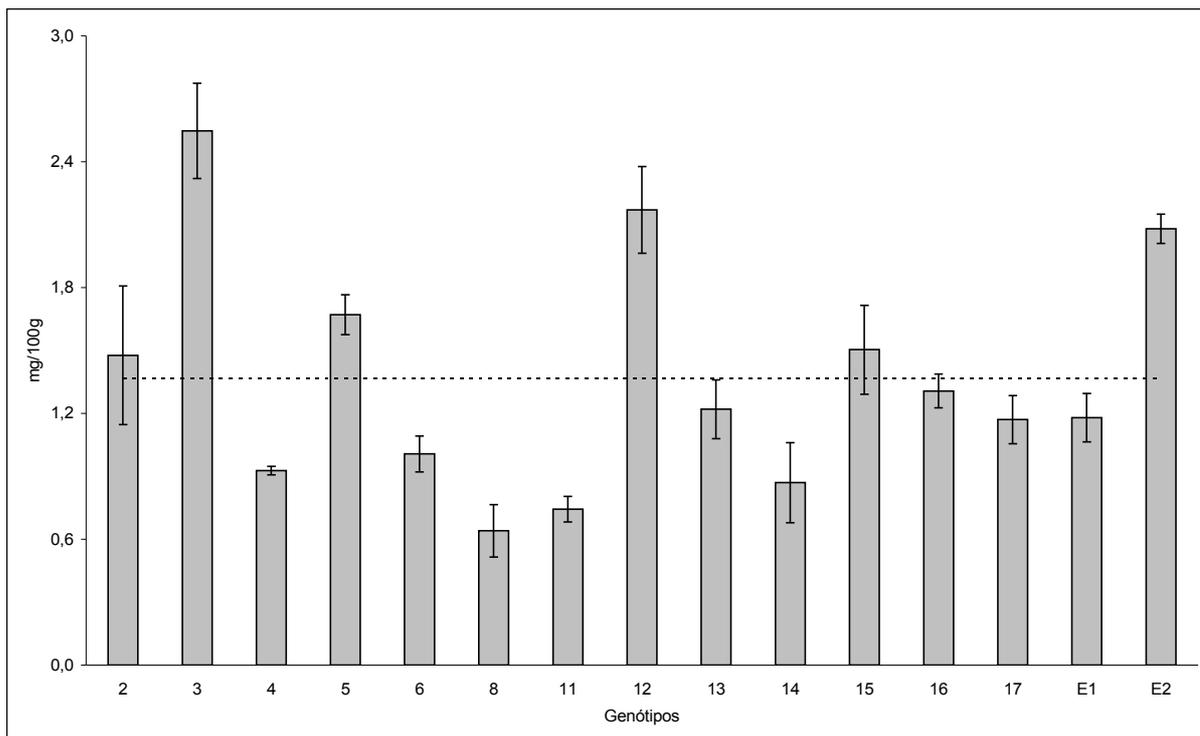


FIGURA 29 – Carotenóides da polpa (mg/100g) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

Dentre as frutas consideradas como excelentes fontes de carotenóides totais, tem-se o açaí, que segundo Souza (2007) em seu trabalho com oito progênies de açaizeiro, apresentou média em torno de 5,07mg/100 g, assim como a goiaba vermelha (6,21mg/100 g), a manga (1,91 a 2,63mg/100g) e o mamão (0,85mg/100g) (GODOY; RODRIGUEZ-AMAYA, 1998).

Os frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ obtiveram média geral inferior, de 1,37mg/100g, porém superior a frutos como caju com 0,41mg/100g (Abreu, 2007) e manga ‘Tommy Atkins’(com 12 dias após a antese) em que Lucena (2006) encontrou valor de 1,14mg/100g de carotenóides.

Os genótipos que apresentaram os maiores valores foram o 3 e o 12, com 2,55 e 2,17mg/100g, respectivamente, acima dos valores para manga e mamão relatados por Godoy e Rodriguez-Amaya (1998), conforme acima, que são consideradas frutas ricas em carotenóides totais, com isso, esses genótipos podem ser considerados também uma excelente fonte desses compostos.

Não foram encontrados dados na literatura para carotenóides em puçá ‘Coroa de Frade’.

#### 4.2.12 Atividade Antioxidante Total (AAT)

Para a atividade antioxidante total, foi observada variação entre os genótipos de 15,31%. A amplitude da AAT para os frutos do puçazeiro ‘Coroa de frade’ estudados nesse experimento foi de 7,38 a 28,76 $\mu$ M Trolox/ g de polpa, com média geral de 15,24 $\mu$ M Trolox/g de polpa.

De acordo com a FIGURA 30, os genótipos 4 e E1 mostraram os valores mais baixos de atividade antioxidante, de 9,42 e 9,10 $\mu$ M Trolox/g, respectivamente. Já o genótipo que apresentou o maior valor de atividade antioxidante total foi o 2 com 26,49 $\mu$ M Trolox/g, o qual diferiu dos demais genótipos, apresentando valor mais que duas vezes superior à menor média obtida. Foi observado também, que os 75% dos genótipos que apresentaram os maiores teores de polifenóis totais, foram os que mostraram os melhores valores de atividade antioxidante total. Sendo verificada assim, uma possível relação entre esses compostos polifenóis e a capacidade antioxidante total.

Kuskoski et al. (2005), trabalhando com polpas de diversas frutas, obtiveram como atividade antioxidante total em TEAC ou  $\mu$ M Trolox/g, pelo método ABTS, os valores de 7,1; 9,2; 9,4; 8,2; 67,6; 13,2; 4,8; 2,0 e 2,7, respectivamente para amora, uva, açaí, goiaba, acerola, manga, graviola, cupuaçu e maracujá. Apenas o valor encontrado para a polpa de acerola foi superior ao encontrado para a maioria dos genótipos de puçá ‘Coroa de Frade’ analisados, tornando esses genótipos potentes como alimentos funcionais por sua atividade antioxidante bastante expressiva, quando comparados com essas polpas estudadas.

Em estudo realizado por Sousa et al. (2007), valores inferiores ao puçá ‘Coroa de Frade’ foram encontrados em abacaxi (3,78 $\mu$ M Trolox/g), Ata (6,21 $\mu$ M Trolox/g), graviola (6,09 $\mu$ M Trolox/g), mamão (7,60 $\mu$ M Trolox/g) e sapoti (0,99 $\mu$ M Trolox/g), porém superior em umbu (44,6 $\mu$ M Trolox/g).

O genótipo 2 que apresentou o maior valor de atividade antioxidante total pode ser recomendado, tanto para o consumo in natura, como para aplicação nos setores farmacêuticos, cosméticos assim como nutricionais, devido aos benefícios que os mesmos podem proporcionar à saúde dos consumidores, sequestrando radicais livres, contribuindo para redução da incidência de doenças crônicas e degenerativas.

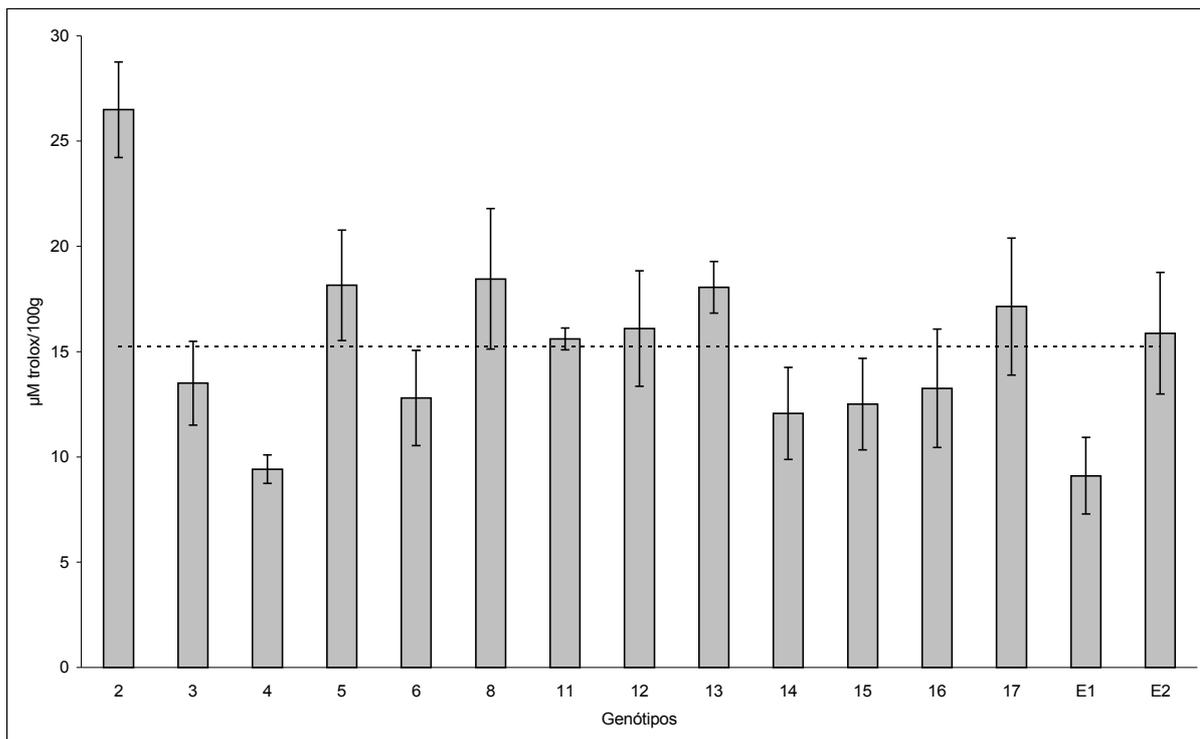


FIGURA 30 – Atividade Antioxidante Total da polpa ( $\mu\text{M Trolox/g}$ ) de frutos de diferentes genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ da vegetação litorânea do Ceará.

#### 4.2.13 Repetibilidade

Os coeficientes de repetibilidade estimados obtiveram valores de intermediários (pH) a altos (Carotenóides) (TABELA 7). Segundo Cruz e Regazzi (1994), não pode ser vantajoso se fazer mais de três medições de cada indivíduo para níveis intermediários de repetibilidade, e para níveis mais altos, o acréscimo do número de medições resultaria em pouco acréscimo na precisão. Neste estudo, os valores estimados para variância genética (entre plantas) são bem superiores aos valores das variâncias residuais, na maioria das características avaliadas, havendo uma pequena diferença somente nos valores dos coeficientes de SST e Vitamina C, caracterizando uma pequena ou quase nenhuma ação ambiental. Todas as variáveis apresentaram altas estimativas do coeficiente de determinação (exceto pH com  $R^2$  de 71,40), os quais variaram de 80,22 (SST) a 97,75 (Carotenóides). Para os menores valores estimados dos coeficientes de repetibilidade, observou-se a necessidade de um maior número de medições para aumentar a precisão da predição, para o mesmo nível de certeza, ou ao contrário, seu alto valor, indica que poucas medições foram suficientes para alcançar o valor real de cada parâmetro.

TABELA 7. Estimativas da variância residual, variância genética, coeficiente de repetibilidade, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do número de medições necessárias para obtenção dos níveis de certeza de 95 e 99%, para as características físico-químicas dos frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’.

Parâmetros*	Variância Residual (dentro de plantas)	Variância Genética (entre plantas)	Coeficiente de Repetibilidade	Coeficiente de Determinação ( $R^2$ )	Número <sup>#</sup> de medições para $R^2$	
					0,95	0,99
SS	3,041	4,227	0,57	80,22	14	73
PH	0,025	0,161	0,45	71,40	22	119
ATT	0,004	0,007	0,63	83,76	11	58
SS/ATT	70,846	290,051	0,82	93,38	4	21
AR	3,269	8,413	0,72	88,43	7	39
AST	3,900	8,079	0,69	87,01	9	44
AM	0,072	0,882	0,92	97,62	2	8
PT	0,008	0,013	0,66	85,40	10	51
PS	0,008	0,017	0,68	86,62	9	46
FL	0,720	3,072	0,82	93,33	4	21
PET	240,278	1191,623	0,84	94,04	4	19
Vit C	24,29	36,43	0,61	82,29	12	64
C	0,025	0,296	0,94	97,75	1	7
AAT	5,438	16,772	0,81	92,77	4	23

<sup>#</sup>/ valores absolutos; SS=sólidos solúveis ( $^{\circ}$ BRIX); ATT=acidez total titulável (%); AR=açúcares redutores (%); AST.=açúcares solúveis totais (%); AM.=amido (%); PT=pectina total (%); PS= pectina solúvel (%); FL=flavonóides amarelos (mg/100g); PET=polifenóis extraíveis totais (mg/100g); Vit C=vitamina C (mg/100g); C=carotenóides (mg/100g);AAT=atividade antioxidante total ( $\mu$ M Trolox/g).

#### 4.2.14 Correlações

As correlações fenotípicas entre todas as características físico-químicas avaliadas com as respectivas significâncias, pelo teste t, encontram-se na TABELA 8. As análises de correlação dos SS com AST, AR e SS/ATT, mostraram-se positivas e significativas, em nível de 1% de significância, portanto quanto maior o teor de SS, maiores serão os teores de AST, AR E SS/ATT. Os SS correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas em um determinado solvente, que no caso dos alimentos é água, sendo constituídos principalmente por açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Como os SS são o numerador da relação SS/ATT, esta aumenta com o aumento dos SS. A relação SS/ATT indica o grau de doçura e um valor aumentado dessa relação, indica um elevado SS e conseqüentemente um elevado teor de açúcares, justificando as correlações positivas e significativas que foram observadas, em nível de 1% de significância, entre o parâmetro SS/ATT e AST e AR.

Correlações negativas foram observadas entre ATT e SS, AST, AR e SS/ATT. Após a colheita e durante o armazenamento ocorre um decréscimo acentuado no teor de ácidos orgânicos na maioria dos frutos, uma vez que são largamente utilizados como substratos no processo respiratório ou são convertidos em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Então com a diminuição do ATT há um aumento nos SS, AST, AR e um aumento na relação SS/ATT, já que o ATT é denominador nesta relação.

Correlações negativas e significativas, em nível de 1%, foram observadas entre a característica pectina total e açúcares totais e redutores. As substâncias pécticas são os principais componentes responsáveis pela mudança de textura dos frutos. Com o amadurecimento dos frutos, a pectina total diminui, pois sua fração insolúvel que é predominante nos frutos imaturos vai sendo hidrolisada, levando à formação da pectina solúvel. Concomitantemente ao amadurecimento, há um aumento dos açúcares totais e redutores, como já explicado anteriormente.

Outra correlação positiva e significativa (em nível de 1% de significância) ocorreu entre os parâmetros atividade antioxidante e polifenóis. De acordo Alves et al. (2005), os compostos fenólicos são compostos presentes nos vegetais e são considerados antioxidantes ativos pela capacidade de sequestrar radicais livres. Muitos estudos têm verificado também uma correlação direta entre a atividade antioxidante e os compostos fenólicos. Sousa et al. (2007) trabalhando com abacaxi, ata, graviola, mamão, sapoti e umbu, observaram uma correlação positiva entre os conteúdos de fenólicos totais e a capacidade antioxidante em equivalente de trolox (TEAC) ao nível de 5% de probabilidade das frutas avaliadas. Santos (2007) trabalhando com polpas puras de açaí, verificou correlação positiva entre compostos fenólicos e potencial antioxidante ( $r=0,74$ ,  $p<0,05$ ). Kuskoski et al. (2005), estudando polpas de frutos de maior consumo no mercado sul brasileiro (amora, uva, açaí, goiaba, morango, acerola, abacaxi, manga, graviola, cupuaçu e maracujá), afirmaram que os compostos fenólicos e as antocianinas contribuem para atividade antioxidante, onde observaram uma correlação direta entre os valores de fenólicos e antocianinas totais com os da atividade antioxidante em equivalente de trolox (TEAC). Já em 2006, Kuskoski et al. verificaram uma correlação entre os valores de atividade antioxidante (TEAC), o índice de polifenóis totais e o conteúdo de antocianinas em quinze frutos tropicais silvestres e polpas congeladas. Observaram que a maior correlação foi entre o índice de polifenóis totais e a atividade antioxidante ( $r=0,9914$ ,  $p<0,01$ ), enquanto que antocianinas foi menor ( $r=0,9686$ ,  $p<0,05$ ), indicando que os compostos fenólicos são contribuintes na atividade antioxidante desses frutos. Roesler et al. (2007) citaram em seu trabalho com frutas do bioma cerrado, que a

relação entre a concentração de fenóis totais e a capacidade de sequestrar radicais livres dos extratos de frações das frutas do cerrado parece ser bastante significativa, visto que os extratos com maior concentração de fenóis totais são justamente os extratos com maior atividade antioxidante (extrato de casca de pequi etanólico e aquoso, extrato de semente de cagaita etanólico e extrato de semente de araticum etanólico). Os extratos de polpas que, por sua vez, possuem baixa quantidade de fenóis totais não apresentaram atividade antioxidante, independente do solvente utilizado na extração.

TABELA 8. Correlações fenotípicas entre as características físico-químicas e químicas avaliadas nos frutos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’.

	AAT	C	Vit. C	PET	FL	PS	PT	AM	AST	AR	SS/ATT	ATT	pH
S SS	0.04 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>ns</sup>	-0.30 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.48 <sup>ns</sup>	-0.47 <sup>ns</sup>	-0.45 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.83**	0.71**	0.72**	-0.55*	0.02 <sup>ns</sup>
Ph	0.18 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>	-0.12 <sup>ns</sup>	-0.40 <sup>ns</sup>	-0.33 <sup>ns</sup>	0.30 <sup>ns</sup>	0.42 <sup>ns</sup>	-0.46 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	-0.20 <sup>ns</sup>	
ATT	-0.02 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.37 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>	0.39 <sup>ns</sup>	-0.58*	0.68**	-0.95**		
S SS/ATT	0.05 <sup>ns</sup>	-0.16 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.04 <sup>ns</sup>	-0.33 <sup>ns</sup>	-0.20 <sup>ns</sup>	-0.26 <sup>ns</sup>	-0.35 <sup>ns</sup>	0.70**	0.74*			
AR	-0.02 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>	-0.38 <sup>ns</sup>	-0.29 <sup>ns</sup>	-0.51*	0.04 <sup>ns</sup>	-0.55*	-0.34 <sup>ns</sup>	0.93**				
AST	0.07 <sup>ns</sup>	0.29 <sup>ns</sup>	-0.46 <sup>ns</sup>	-0.16 <sup>ns</sup>	-0.58*	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.61*	-0.20 <sup>ns</sup>					
AM	-0.13 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	0.45 <sup>ns</sup>	-0.58*	-0.07 <sup>ns</sup>						
PT	0.15 <sup>ns</sup>	-0.24 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.46 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>							
PS	0.20 <sup>ns</sup>	-0.18 <sup>ns</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>	-0.23 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>								
FL	-0.26 <sup>ns</sup>	-0.40 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>									
PET	0.66**	0.07 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>										
Vit. C	0.21 <sup>ns</sup>	-0.30 <sup>ns</sup>											
C	0.11 <sup>ns</sup>												

\*\* significativo a 1% , \* significativo a 5%, pelo teste T.

<sup>ns</sup>Não-significativo. SS=sólidos solúveis (°BRIX); ATT=acidez total titulável (%); AR=açúcares redutores (%); AST.=açúcares solúveis totais (%); AM.=amido (%); PT=pectina total (%); PS=pectina solúvel (%); FL=flavonóides amarelos (mg/100g); PET=polifenóis extraíveis totais (mg/100g); Vit C=vitamina C (mg/100g); C=carotenóides (mg/100g); AAT=atividade antioxidante total (µM Trolox/g).

#### 4.2.14 Análises Multivariadas

A análise de agrupamento, feita por meio de otimização de Tocher, com base na distância Euclidiana média, permitiu a formação de sete grupos, sendo que os grupos 4 a 7 são formados por um único genótipo, o grupo 3 é formado pelos genótipos 5 e 8, e os outros genótipos estão distribuídos nos grupos 1 e 2 (TABELA 9).

A dispersão gráfica da análise de componentes principais (FIGURA 31), envolvendo os dois principais componentes, os quais respondem por 79,16 % da variação

total entre os genótipos, foi coerente com a formação de grupos (TABELA 9), confirmando o destaque dos genótipos 2, 4, 6 e 11 como distintos entre si e dos demais genótipos.

TABELA 9. Formação de grupos de genótipos com base na análise de agrupamento feito por meio da otimização de Tocher, com base na distância Euclidiana média, a partir das características físico-químicas e químicas.

<b>Grupo</b>	<b>Indivíduos</b>
1	16 17 3 15
2	E1 E2 13 12 14
3	5 8
4	2
5	4
6	11
7	6

Estudos de dissimilaridade atendem a determinados objetivos dos melhoristas por propiciarem informações acerca do grau de semelhança ou de diferença entre dois ou mais genótipos permitindo indicação de genitores potenciais para a utilização em programas de melhoramento genético (VASCONCELOS et al., 2007). Adicionalmente, o dendograma de dissimilaridade dos genótipos (FIGURA 32), construído com base no Método do Vizinho mais Próximo, confirmou a separação dos quatro grupos com um só genótipo, porém não foi coerente com a formação do grupo 3 com os genótipos 5 e 8, que junto com todos os outros genótipos formaram um só grupo distinto.

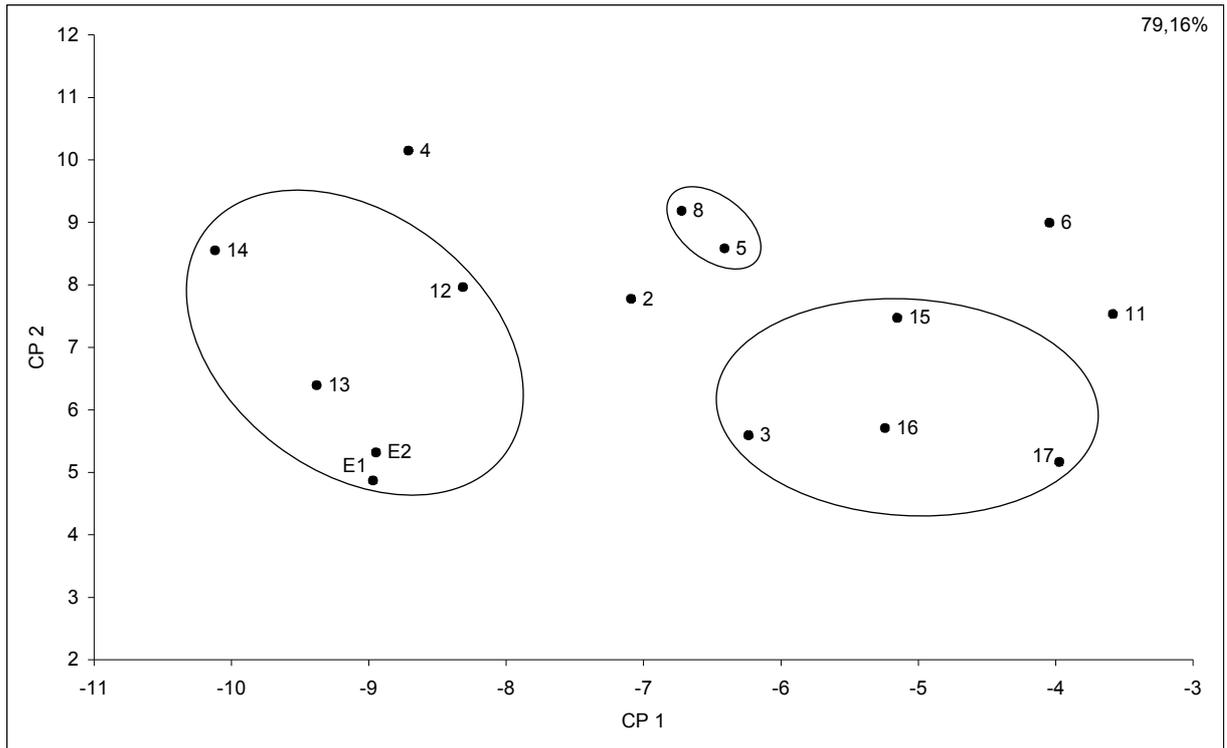


FIGURA 31. Visualização gráfica da análise de Componentes Principais com a variação total explicada de 79,16%, ilustrada com a formação de grupos da TABELA 9 (método de Tocher).

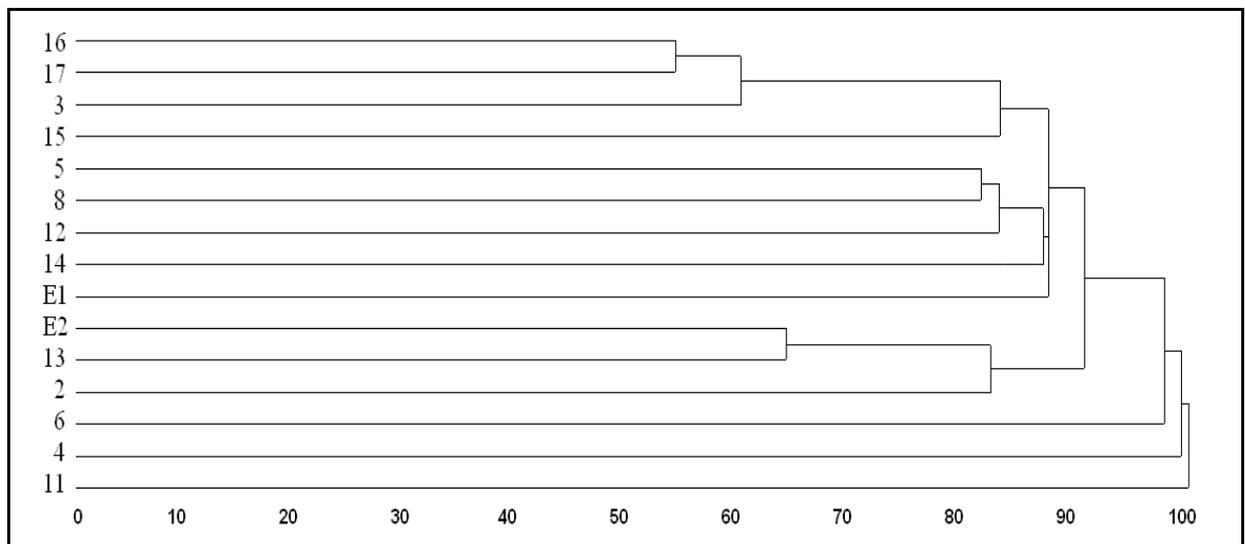


FIGURA 32. Dendrograma de dissimilaridade dos genótipos por meio do método de agrupamento do vizinho mais próximo envolvendo as características físico-químicas e químicas avaliadas.

## 5 CONCLUSÕES

Os genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ estudados apresentaram alto rendimento de polpa + casca (80,80 %), com destaque para os genótipos 8 e 11, apresentando-se como boa alternativa para o mercado de frutos exóticos com possibilidade de industrialização.

Todos os genótipos apresentaram altos valores de SS e baixos valores de ATT com destaque para o genótipo 8 sendo indicados tanto para o consumo in natura pelo seu atributo de doçura quanto para industrialização podendo ser reforçado pelos valores adequados de pectina, diminuindo o custo de processamento industrial na fabricação de geléias e doces em massa.

Os frutos do puçazeiro ‘Coroa de Frade’ desse estudo contêm em sua composição boas quantidades de compostos biologicamente ativos, tais como: carotenóides, vitamina C, polifenóis extraíveis totais, destacando-se o genótipo 2, por ser uma boa fonte de polifenóis totais e ter apresentado o maior valor de atividade antioxidante total, dentre os genótipos avaliados.

Para os parâmetros físicos avaliados houve 50% de influência genética e nos outros 50% houve influência ambiental. Para as características físico-químicas a influência genética foi superior.

A análise de agrupamento selecionou vários grupos de genótipos promissores os quais poderão ser utilizados para possíveis programas de melhoramento.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. R. A. de. **Qualidade e atividade antioxidante total de pedúnculos de clones comerciais de cajueiro anão precoce**. 2007. 111f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

AFONSO, C. M. **Uso e ocupação do solo na zona costeira do Estado de São Paulo: uma análise ambiental**. São Paulo: Anna Blume Editora Comunicação, 1ª edição, 1999. v.01, 185p.

AGUIAR, L. P.  **$\beta$ -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.

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

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

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.

ALVES, R. E. et al. **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 66p. (Série Frutas Nativas, 9).

ALVES, R. E. et al. **Produção de fruteiras nativas**: Instituto Frutal, 2005, p. 213.

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

ANDRADE, R. S. G. de et al. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclética Química**, São Paulo, v. 27, n. especial, p. 393-401, 2002.

ANDREO, M. A. et al. Isolamento e identificação dos flavonóides presente nas folhas de *Mouriri pusa* Gard. (Melastomataceae). In: 29ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2006, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: SBQ, 2006.

ANDRIGUETO, J.R.; NASSER, L.C.B.; TEIXEIRA, J.M.A.; **Produção integrada de frutas: conceito, histórico e a evolução para o sistema agropecuário de produção integrada – SAPI.** Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/page/mapa/servicos/protecao\\_integrada\\_d\\_e\\_frutas1/produ%c7%c3%20integrada%20-%20sapi.doc](http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/page/mapa/servicos/protecao_integrada_d_e_frutas1/produ%c7%c3%20integrada%20-%20sapi.doc)>. Acesso em 28.01.08.

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

ARAGÃO, W. M. et al. Recursos genéticos de fruteiras nativas e naturalizadas potenciais dos tabuleiros costeiros e da baixada litorânea nordestinos. In: VIEIRA NETO, R. D. (Org.). **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. p. 10-20.

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

AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos dos Cerrados – Preservação gera muitos frutos. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, n. 15, p. 36-41, 2003.

BALDASSO, C.; MARTINS, S.; SANGIOVANNI, P. **Espessantes.** Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus/med/2004-01/seminarios/espessantes.doc>>. Acesso em : 20 nov. 2007.

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

BARROS, L. M. Melhoramento. In: LIMA, V. de P. M. S. **A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil.** Fortaleza: BNB, 1988. p. 321-356.

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.

**BETA CAROTENO** e carotenóides. Instituto de metabolismo e nutrição. São Paulo, 04 abr. 2005. disponível em: <[http://www.nutricaoclinica.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=126&Itemid=50](http://www.nutricaoclinica.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=126&Itemid=50)>. Acesso em: 28 jul. 2007.

BEZERRA, M.A. et al. Caracterização morfológica e mobilização de reservas durante os estádios iniciais de desenvolvimento de plântulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Revista Ciência Agronômica**. São Paulo, v.34, n.2, p.253–259, 2003.

BEZERRA, G. de S. A. et al. Potencial agroeconômico do bacuri: revisão. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 1, jan./jun. 2005.

BIANCHI, M. de L. P. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.12, n.2, p.123-130, maio/ago. 1999.

BISCEGLI, C. I. et al. **Uso da tomografia de ressonância magnética para diagnosticar os efeitos de injúrias mecânicas em figos 'Roxo de Valinhos'**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 52).

BLEINROTH, E. W. Manuseio e tratamento de pós-colheita de manga. In: DONADIO, L. C.; FERREIRA, F. R. (Eds.) **Anais do II simpósio sobre mangicultura**. Jaboticabal: FCAV-FUNEP, 1989, p. 171-184.

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

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.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 12 de 10 de setembro de 1999. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 13 set. 1999. Disponível em: < <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=12478&word=polpa%20caju>>. Acesso em 27 jan. 2008.

BURNS, J.; FRASER, P. D.; BRAMLEY, P. M. Identification and quantification of carotenoids, tocopherol and chlorophylls in commonly consumed fruits and vegetables. **Phytochemistry**, v. 62, p. 939-947, 2003.

CANILHA, L. et al. Aditivos alimentares produzidos por via fermentativa: polissacarídeos e enzimas. **Revista Analytica**, n. 20, p. 32-40, jan. 2006.

CARVALHO, P. C. L. et al. Conservação de germoplasma de fruteiras tropicais com a participação do agricultor. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 277-281, abr. 2002.

CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, C. H. **Biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 3p. (Embrapa Amazônia oriental. Comunicado Técnico, 139).

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

CENARGEN. **Banco de dados – Famílias**. Disponível em : <http://pragawall.cenargen.embrapa.br/elcen2web/elc2html/elc2bd01a1.asp?id1=99&id2=-1&id3=-1&id4=-1&id5=-1&id6=-1&fam=Melastomataceae>. Acesso em: 24 abr. 2007.

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

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.

COLLINS, P.; PLUMBLY, J. Natural colors – stable future? **European Food Research and Technology**, n. 2, 1995.

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

COSTA, R. P et al. Óleo de peixe, fitosteróis, soja e antioxidantes: impactos nos lipídios e aterosclerose. **Revista da Sociedade de Cardiologia**, Estado de São Paulo, v.10, p. 819-32, 2000.

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

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

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

DALPONTE, J. C.; LIMA, E. de S. Disponibilidade de frutos e a dieta de *Lycalopex vetulus* (Carnivora – Canidae) em um cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2 (suplemento), p. 325-332, out. 1999.

DECICINIO, R. **Costa tem grande importância e deve ser preservada.** Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/geografia/litoral-brasileiro.htm>>. Acesso em: 12 jan. 2008.

D'ECKENBRUGGE, G.C., FERLA, D.L., FERREIRA, F.R. Diversidade e potencial das fruteiras neotropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SOCIEDADE BRASILEIRA DE FRUTICULTURA, 1998. p.19 – 47.

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

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

DUARTE-ALMEIDA, J. M. et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH•. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, v. 2, p. 446-452, 2006.

DUCH, E. S. **Frutas exóticas de la península de Yucatán.** Mérida: Instituto Tecnológico de Mérida/CoSNET, 2001. 109p.

FAO. FAOSTAT. Statistics Division 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/408/DesktopDefault.aspx?PageID=408>>. Acesso em: 27 out. 2006.

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

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

FILGUEIRAS, H. A. C. et al. Cashew apple for fresh consumption: research on harvest and postharvest handling technology in Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.485, p.155-160,1999.

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

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

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

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

FREITAS, M. A. P. de **Zona costeira e meio ambiente: aspectos jurídicos**. 2004, 194f. Dissertação (Mestrado em Ciências Jurídicas e Sociais)- Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2004.

GARRIDO, M. da S. et al. Características físicas e química de frutos de quixaba (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.) **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, p.34-37, out./dez. 2007.

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

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

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

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

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

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

HARBONE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v. 25, p.481-504, 2000.

HASSIMOTTO, N. M. A.; GENOVESE; M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and comercial frozen pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.8, p.2928-2935, 2005.

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.

IBAMA. **Ecossistemas costeiros**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/costeiros.htm>>. Acesso em : 28 nov. 2007.

IPLANCE. **A economia cearense: restrições e potencialidades**. Fortaleza, 1992. 52p.

JACOMINO, A. P. et al. Transformações bioquímicas em produtos hortícolas após a colheita. In: KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica de alimentos: teoria...** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 256p.

JOHN, M. A.; DEY, P. M. Postharvest changes in fruit cell wall. **Advances in Food Research**, New York, v. 30, p. 139-185, 1986.

KASHIAP, D. R. et al. Applications of pectinases in the commercial sector: a reiew. **Bioresource Technology**, London, v. 77, n. 3, p. 215-227, May 2001.

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

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.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SIVA, R. da. Produção de geléia de jambolão (*Syzygium cumini* Lamarck): processamento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 847-852, out./dez., 2006.

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

LARRAURI, J. A.; 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.

LEITE, J. B. V. **Coleções de fruteiras e sua importância para o melhoramento genético. Disponível em:** <[www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=6492](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=6492)>. Acesso em: 24 nov. 2007.

LEONEL, M. **Processamento de batata, fécula, flocos, produtos de extrusão.** <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/minas2005/18%20-%20Outras%20formas%20de%20processamento.pdf>>. Acesso em : 28 nov. 2007.

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

LIMA, E. D. P. A. et al. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias* spp.) em cinco estádios de maturação, da polpa e néctar. **Revista Brasileira de fruticultura**. Jaboticabal, v. 24, n. 2, p.338-343, 2002.

LIRA JÚNIOR, J. S. de. et al. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias* spp.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n.4, p. 757-761, out./dez. 2005.

LIU, R. H. Health benefits of fruits: implications for disease prevention and health promotion. fruits. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19, 2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos...** Cabo frio-RJ: SBF/UENF/UFRuralRJ. 2006. p. 36-44.

LUCENA, E. M. P. de. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga “Tommy Atkins” no vale do São Francisco.** 2006. 152f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

LUNA, J. V. U.; RAMOS JUNIOR, D. de S. Banco de germoplasma de fruteiras nativas e exóticas. **Bahia Agrícola**, Salvador:Seagri, v. 7, n. 1, set. 2005. Seção Comunicação.

MANCINI, D. A. P.; MANCINI-FILHO, J. Prevenção de reações oxidativas: antioxidantes nos vegetais de consumo humano. In: DE ANGELIS, R. C. **A importância dos alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição ...**2. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2005. p. 205-214.

MATIAS, L. Q.; NUNES, E. P. Levantamento florístico da área de proteção ambiental de Jericoacoara, Ceará. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 15, n.1, jan./abr. 2001.

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

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

MELO, E. A. et al. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 639-644, jul./set. 2006.

MENDES, B. V. Importância social, econômica e ecológica da caatinga. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMI-ÁRIDO, 1, 1997, Mossoró. Anais... Mossoró: Universidade Regional do Rio Grande do Norte/Fundação Vingt-Um Rosado, 1997. p.26-35.

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

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

MOLEIRO, F. C. **Avaliação da atividade antiulcerogênica dos extratos e frações das folhas de *Mouriri elliptica* Mart. (Melastomataceae) e *Byrsonima basiloba* A. Juss. (Malpighiaceae).** 2007, 117f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

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, 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.

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

MORAES, V. H. F. et al. Native fruit species of economic potential from the Brazilian Amazon. In: GARRIDO, M. da S. et al. Características físicas e química de frutos de quixaba (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, p.34-37, out./dez. 2007.

MORAIS, P. L. D. de et al. Ponto de colheita ideal de mangas ‘Tommy Atkins’ destinadas ao mercado europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 671-675, dez. 2002.

NASCENTE, A. S. **Fruticultura em Rondônia.** Disponível em: <[http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/Artigos/frut\\_rondonia.htm](http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/Artigos/frut_rondonia.htm)> . Acesso em: 28 dez.2008.

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

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

NORONHA, M. A. S. de; CARDOSO, E. de A.; DIAS, N. da S. Características físico-químicas de frutos de umbu-cajá *Spondias* sp. provenientes dos pólos Baixo-Jaguaribe (CE) e

Assu-Mossoró (RN), **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 2, n. 2, p.91-96, 2000.

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

OLIVEIRA, M. S. P. de; FERNANDES, G. L. da C. Repetibilidade de caracteres do cacho de açazeiro nas condições de Belém-PA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 613-616, dez. 2001.

OLIVEIRA JÚNIOR, M.E.; MANICA, I. Principais países produtores de frutas no ano de 2002. **Jornal da Fruta**, Lages, v. 11, n.127, p.14, abril 2003.

OLSON, J. A. Biological actions of carotenoids. **Journal of Nutrition**, v. 14, p. 94-95, 1999.

PAIVA, J. R. de. et al. **Produção e qualidade de pedúnculos de clones de cajueiro anão-precoce sob cultivo irrigado**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1998. 5p. (Comunicado Técnico, 19).

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.

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

**PROCESSO DE GELEIFICAÇÃO EM ALIMENTOS**. Disponível em: <<http://br.geocities.com/abgalimtec/geleificacao.html>>. Acesso em: 28 nov. 2007.

PRUDENTE, R. M. VIEIRA NETO, R. D. Jenipapo (*Genipa americana* L.) In: VIEIRA NETO, R. D. (Org.) **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. p. 87-114.

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.

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

RICE-EVANS, C. et al. The relative antioxidant activities of plant derived polyphenolic flavonoids. **Free Radical Research**, v. 22, p. 375-383, 1995.

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

ROESLER, R. et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n.1, p. 53-60, jan./mar. 2007.

ROGEZ, Hervé. **Açaí: Preparo, Composição e Melhoramento da Conservação**. Belém: EDUFPA, 2000. 313p.

ROSA, M. F. M. **Conservação de recursos genéticos vegetais**. 2004, 52f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos, São João da Boa Vista, 2004.

RUFINO, M. do S. M. **Qualidade e potencial de utilização de cajuís (*Anacardium spp.*) oriundos da vegetação litorânea do Piauí**. 2004, 92f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2004.

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).

SAKAI, T. et al. Pectin, pectinase and protopectinase: production, properties and applications. **Advances in Applied Microbiology**, San Diego, v. 39, p.213-294, 1993.

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

SAMPAIO, E. V. S. B et al. Utilização das plantas nativas do Nordeste. In: SAMPAIO, E. V. S. B., et al. **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. p. 9-13.

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.

SASS-KISS, A. et al. Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. **Food Research International**, v. 38, p. 1023-1029, 2005.

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

SIGRIST, J. M. M. Respiração. In: BLEINROTH, E. W. (Coord.) et al. **Tecnologia de pós-colheita de frutos tropicais**, 2. ed. Revista Campinas: ITAL, 1992, cap. 2, p. 19-26. (Manual Técnico, 9).

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

SILVA, D. B. et al. **Frutas do cerrado**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001.

SILVA, E. E. **Frutíferas nativas do nordeste: qualidade fisiológica, morfologia e citogenética**. 2006. 110f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

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

SILVA, J. M. O.; SILVA, E. V. Caracterização preliminar do monumento natural das falésias de Beberibe-CE. **Cadernos de Cultura e Ciência da Universidade Regional do Cariri-URCA**, Crato, v. 2, n. 2, p. 2-12, maio 2007. Suplemento especial.

SILVA, L. M. S. da. Jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lamp.). In: VIEIRA NETO, R. D. **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. p. 71-86.

SILVA JÚNIOR, J. F. da; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E. Recursos genéticos e melhoramento de fruteiras nativas e exóticas em Pernambuco. In: Simpósio de Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. 1998, Petrolina. **Palestra...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido e Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1998. 15 p.

SILVA, E. M.; HIRUMA-LIMA, C. A.; LÓLIS, S. F. Etnobotânica no município de Porto Nacional. In: SYMPOSIUM OF BRAZILIAN MEDICINAL PLANTS, 2000, Cuiabá. **Abstract...**, Cuiabá: 2000. p.106.

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

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

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

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, n.1, p. 71-81, 2002.

SOUSA, P. H. M et al. Correlação entre a atividade antioxidante e os conteúdos de vitamina C e fenólicos totais em frutas tropicais do nordeste brasileiro. In: XLVII Congresso Brasileiro de Química, 1., 2007, Natal. **Anais...** Natal, 2007.

SOUZA, V.A.B. Perspectivas do melhoramento de espécies nativas do Nordeste Brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. **Resumo...**, Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2001.CD-ROM.

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

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

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

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.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 1-54.

VALOIS, A. C. C. A biodiversidade e os recursos genéticos. In: QUEIROZ, M. A.; GOEDERT, C.; RAMOS, S. R. R. **Recursos genéticos e melhoramentos de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina, EMBRAPA-CPATC, 1999. Correio eletrônico.

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

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

VASCONCELOS, E. S. de et al. Estratégias de amostragem e estabelecimento de coleções nucleares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 507-514, 2007.

VEIGA, R.A. Banco ativo de germoplasma de espécies nativas mantido no Instituto Agronômico. In: Simpósio Latino Americano de Recursos Genéticos Vegetais, Campinas. **Anais...** Campinas:SBF/SOB, 1997, p.64.

VIÉGAS, P. R. A.; MELO, A. S. de ; NETO, R. D. V. Carambola (*Averrhoa carambola* L.). In: VIEIRA NETO, R. D. (Org.). **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. p. 10-20.

VIEIRA NETO, R. D. (Org.). **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 216p.

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

ZIPCODEZOO. **Mouriri** (Genus). Disponível em:  
<[http://zipcodezoo.com/Key/Mouriri\\_Genus.asp](http://zipcodezoo.com/Key/Mouriri_Genus.asp)>. Acesso em: 20 set.2007.

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

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**: síntese terminológica e relações florísticas. 2006. 276f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

WILLS, R. B. H. et al. **Postharvest**: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals. 4. ed. Wallingford: New South Wales University Press, 1998. 262p.

WILSON, E. O. A situação atual da diversidade biológica. In: WILSON, E. O.; PETER, F. M. (Ed) **Biodiversidade**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1997. p. 3-24.

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.

YOUNGSON, R. Como Combater os Radicais Livres: O Programa de Saúde dos Antioxidantes. Rio de Janeiro: Campos, 1995. 168p.

# Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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