

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

MARIA ELISABETH BARROS DE OLIVEIRA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E COMPOSTOS

BIOATIVOS EM PEQUIS (*Caryocar coriaceum* Wittm.)

NATIVOS DA CHAPADA DO ARARIPE – CE

RECIFE

2009

MARIA ELISABETH BARROS DE OLIVEIRA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E COMPOSTOS

BIOATIVOS EM PEQUIS (*Caryocar coriaceum* Wittm.)

NATIVOS DA CHAPADA DO ARARIPE – CE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco para obtenção do título de Doutor em Nutrição.

Orientadora: Dra. Nonete Barbosa Guerra
Profa. Titular do Departamento de Nutrição-UFPE

Recife

2009

Oliveira, Maria Elisabeth Barros de
Características físicas, químicas e compostos
bioativos em pequis (*Caryocar coriaceum* Wittm.) / Maria
Elisabeth Barros de Oliveira. – Recife : O Autor, 2009.
xxi, 123 folhas ; il., fig., gráf., tab.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de
Pernambuco. CCS. Nutrição, 2009.

Inclui bibliografia, anexos e apêndices.

1. Pequi – Características. 2. Nutrição. I. Título.

613.262	CDU (2.ed.)	UFPE
641.34	CDD (22.ed.)	CCS2009-033

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E COMPOSTOS
BIOATIVOS EM PEQUIS (*Caryocar coriaceum* Wittm.) NATIVOS DA
CHAPADA DO ARARIPE – CE**

Tese aprovada em: 27 de fevereiro de 2009

Banca Examinadora:


Alda Verônica Sousa Livera – UFPE - Dr^a em Bioquímica


Enayde de Almeida Melo – UFRPE - Dr^a em Nutrição


Samara Alvachian Cardoso Andrade - UFPE - Dr^a em Nutrição


Ricardo Elesbão Alves - EMBRAPA - Dr. em Ciência de Alimentos


Silvanda de Melo Silva - UFPB - Ph.D. em Bioquímica Vegetal

Recife

2009

Aos meus pais **Carmosita** e **Cazuza** (*in memoriam*) pelo amor incondicional, força, apoio e incentivo em todas as etapas da minha vida.

Aos meus filhos muito amados, por ordem de chegada, **Germano**, **Henrique**, **Isabel** e **Marcelo** pela cumplicidade da compreensão demonstrada em seus gestos de abnegação, carinho e apoio em todas as horas. Vocês são o meu maior troféu!

Dedico

AGRADECIMENTOS

- À Deus, pelo maravilhoso dom da vida.
- Aos meus queridos filhos Germano, Henrique, Isabel e Marcelo; à minha nora Aline e à Nívea, minha primeira neta ainda em gestação, razões e estímulos dessa empreitada.
- À minha mãe, exemplo de mulher forte, de caráter e de determinação, pelo apoio, pelas palavras encorajadoras e estímulo ao longo da minha vida.
- Ao meu pai (*in memoriam*), pelo legado de honestidade, seriedade, responsabilidade e determinação ensinando por meio de exemplos.
- À Profa. Nonete Barbosa Guerra, pela valiosa e imprescindível orientação, apoio, compreensão, incentivo, palavras de força, responsável maior pela complementação de minha formação científica.
- Ao Dr. Ricardo Elesbão Alves, enquanto chefe de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Agroindústria Tropical, pelo apoio e suporte dado em todas as etapas do meu treinamento, em especial na fase de coleta.
- Ao Dr. Edy de Sousa Brito, conselheiro acadêmico, pelas orientações e apoio prestados ao longo do curso.
- Ao Dr. Levi de Moura Barros, pelas informações na área de Melhoramento Genético que auxiliaram no suporte à justificativa do projeto de tese.
- À Aline de Holanda Nunes Maia, da Embrapa Meio Ambiente, pela análise estatística dos dados, amizade e presteza em ajudar.
- Às minhas queridas estagiárias: Nadja, Daniele, Micheline, Gleiciene, Micheline, Cristina, Raquel e Joyce, cuja colaboração foi imprescindível para a execução desse trabalho.
- Ao Adriano, Eliardo e Mário pela importante e valiosa ajuda prestada durante as expedições de coleta dos pequis na Chapada do Araripe.

- Ao meu primo Laerte Pereira Ribeiro e família, pela acolhida e apoio incondicional nas minhas viagens à Recife.
- Ao meu amigo Marto Viana, sempre prestativo, pelas palavras encorajadoras e alentadoras do espírito.
- Às Profas. Alda, Samara, Silvana e Marizilda da UFPE, pela espontaneidade da amizade.
- À Neci, secretária da pós-graduação da UFPE, pela amizade e pela presteza das informações.
- A todos os professores do Curso de Doutorado em Nutrição da UFPE, em especial à Profa. Nonete Barbosa Guerra.
- Aos colegas do Curso de Doutorado em Nutrição da UFPE, turma de 2005.
- À Olívia do LEAAL/UFPE, pelas instruções quando das análises preliminares de carotenóides.
- À Profa. Délia Dodriguez-Amaya, da FEA/UNICAMP, por ter gentilmente cedido o laboratório para os ensaios da análise do perfil de carotenóides (próxima etapa desse trabalho).
- À doutoranda Cíntia Kabori, FEA/UNICAMP, pela paciência, dedicação e boa vontade durante as análises de carotenóides.
- À Margarida Angélica e Maria Carmem pela amizade e companheirismo durante a minha estada em Recife.
- Ao Valmir Costa, pelo apoio prestado na área de informática.
- Aos amigos e colegas, enfim, todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Deus é amor, mas é também inteligência infinita e,
a menos que essas duas qualidades estejam em equilíbrio em nossas vidas,
não teremos sabedoria, pois a sabedoria é a combinação perfeita da inteligência e do amor.

(Emmet Fox - O Sermão da Montanha)

Resumo

RESUMO

Na Chapada do Araripe – CE, o pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) se destaca das demais frutíferas pela importância socioeconômica e pelo grau de aceitabilidade de seus frutos refletido na multiplicidade de usos, tanto na cozinha regional como na farmacopéia popular. Considerando a escassez das informações na literatura sobre essa espécie, a variabilidade e heterogeneidade das populações de pequizeiros nativos, foi realizada esta pesquisa, com frutos de 35 plantas de pequizeiros localizadas nessa região, com o objetivo de avaliar: a variabilidade entre as plantas; o potencial nutricional, agroindustrial e as propriedades funcionais de seus frutos e identificar as plantas mais promissoras. Frutos inteiros, cascas, amêndoas, polpas e sementes dessas plantas foram caracterizados por meio de parâmetros físicos, químicos. Os dados (média de 25 frutos/planta) foram avaliados por estatísticas descritivas (medidas de tendência central e variabilidade dos dados) e métodos de análise multivariada (análise de agrupamento e de componentes principais). De acordo com os resultados: a espécie *Caryocar coriaceum* Wittm apresenta uma considerável variabilidade e que entre as características estudadas o peso do fruto, da casca e as coordenadas de cor b* e L* foram as que mais contribuíram para a caracterização dos genótipos; cinco grupos de plantas com características fenotípicas similares foram identificadas pela análise de agrupamento e as melhores características para processamento industrial foram exibidas pelos frutos provenientes das plantas 01, 02, 03; 05; 07; 14; 22 e 26. Foi evidenciado ainda: a importância nutricional do pequi como fonte de energia, principalmente de sua amêndoa com elevados percentuais de proteínas, zinco, manganês, cobre e fósforo; a adequação de suas características físico-químicas para consumo in natura e obtenção de óleo e, em adição, a capacidade antioxidante exibida pelos extratos dos frutos, de todas as plantas em estudo, com destaque para as plantas 14 e 29. Estes resultados confirmam o considerável potencial agroindustrial, nutricional e antioxidante do pequi capaz de contribuir para a manutenção da saúde.

Termos para indexação: pequi, frutas nativas, características físicas, composição química, compostos bioativos.

Abstract

ABSTRACT

Pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) is distinguished from other fruit trees in the Chapada do Araripe/CE region, due its socioeconomic value and acceptability level of the fruits, reflected by the multiplicity of uses, as in regional cooking as in popular pharmacopoeia. Considering the scarce reports in literature concerning this species, and variability and heterogeneity of native pequi populations, this research was done in order to evaluate variability among plants, nutritional and agro-industrial potential, functional properties of fruits and to identify the most promising plants. Whole fruits, peel, almonds, pulps and seeds of 35 pequi plants located in the mentioned region were characterized through physical and chemical parameters. Data (mean from 25 fruits per plant) were evaluated using descriptive statistics (measures of central tendency and data variability) and multivariate analysis (cluster analysis and principal components analysis). Results showed that the species *Caryocar coriaceum* Wittm. presents considerable variability and, among the studied characteristics, fruit and peel weight and b* and L* color coordinates were the more contributive to genotype characterization. Also, five groups of plants with similar phenotypic characteristics were identified by cluster analysis and the best characteristics for industrial processing were observed for fruits of plants 01, 02, 03; 05; 07; 14; 22 and 26. The work also evidenced: nutritional value of pequi as an energy source, especially the almond by possessing high contents of proteins, zinc, manganese, copper and phosphorous; the suitability of the physical-chemical properties for fresh consumption and oil production and also the antioxidant capacity of fruit extracts from all the studied plants, especially 14 and 29. These results confirm the considerable agro-industrial, nutritional and antioxidant potential of pequi, able to contribute to maintaining health.

Index Terms: pequi, native fruits, physical characteristics, chemical composition, bioactive compounds.

Lista de Tabelas

LISTA DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1 Características físicas do pequi e relação de proporcionalidade de seus constituintes, segundo alguns autores.....	16
Tabela 2 Teor de minerais do pequi, em relação à matéria seca, segundo diversos autores.....	20
Tabela 3 Composição centesimal da polpa e amêndoa do pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.), em base úmida.....	21
Tabela 4. Componentes nutricionais da polpa de pequi (<i>C. brasiliense</i>).....	25
Tabela 5 Composição percentual de ácidos graxos da polpa e amêndoa de pequi (<i>C. brasiliense</i>).....	27
Tabela 6 Estatísticas descritivas das características físicas do fruto inteiro e da casca do pequi (<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.), nativo da Chapada do Araripe-CE...	65
Tabela 7 Estatísticas descritivas das características físicas da amêndoa, do caroço e da polpa do pequi (<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.), nativo da Chapada do Araripe-CE.....	66
Tabela 8 Peso de cada uma das variáveis utilizadas na formação da primeira (CP1) e segunda (CP2) componentes principais.....	68
Tabela 9 Médias das características morfológicas e cromáticas das plantas, por agrupamento, em relação às variáveis predominantes na análise de componentes principais.....	70
Tabela 10 Coeficientes de correlação entre as características físicas de importância agroindustrial do pequi (<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.) da Chapada do Araripe-CE.....	71
Tabela 11 Características descritivas da composição centesimal da polpa de pequi (<i>C. coriaceum</i> Wittm.) da Chapada do Araripe - CE.....	88
Tabela 12 Características descritivas da composição de minerais na polpa integral de pequi (<i>C. coriaceum</i> Wittm.) da Chapada do Araripe – CE.....	89
Tabela 13 Características descritivas da composição de minerais na amêndoa integral do pequi (<i>C. coriaceum</i> Wittm.) da Chapada Araripe.....	89
Tabela 14 Estatísticas descritivas de características físico-químicas da polpa de pequi (<i>C. coriaceum</i> Wittm.) da Chapada Araripe.....	90
Tabela 15 Teores de fenólicos totais e carotenóides totais na polpa de pequi.....	91

Lista de Figuras

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1	Pequi (<i>C. coriaceum</i> Wittm.) da Chapada do Araripe – CE..... 8
Figura 2	Fruto do pequi (<i>C. coriaceum</i> Wittm.), Chapada do Araripe – CE..... 13
Figura 3	Pequi (<i>C. coriaceum</i> Wittm.); (A): fruto cortado longitudinalmente; (B): caroço com polpa, cortado transversalmente; (C) caroço com polpa partido longitudinalmente; (a) casca, (b) caroço com polpa, (c) amêndoa ou semente, (d) espinhos, (e) polpa..... 14
Figura 4	Localização geográfica dos pontos de coleta, no Estado do Ceará..... 40
Figura 5	Avaliações físicas: (A) altura do fruto integral; (B) diâmetro menor – D2; (C) diâmetro maior – D1..... 42
Figura 6	Medida de cor da polpa de pequi (<i>C. coriaceum</i> Wittm.)..... 43
Figura 7	Localização geográfica dos pontos de coleta, no Estado do Ceará..... 62
Figura 8	Representação gráfica das plantas avaliadas com relação aos eixos definidos pelas componentes principais (CP1 e CP2)..... 69
Figura 9	Dendrograma baseado nas componentes principais (CP1 e CP2), utilizando as médias por planta de cada característica física dos frutos..... 69
Figura 10	Variação do teor de carotenóides totais em frutos de 35 plantas de pequi..... 92
Figura 11	Variação do teor de fenólicos totais em frutos de 35 plantas de pequi..... 93
Figura 12	Porcentagem de inibição da oxidação dos extratos fenólicos da polpa (concentrações de 4, 8 e 16 mg de amostra seca) de frutos de 35 plantas de pequi (<i>C. coriaceum</i>) em sistema ácido linoléico/ β -caroteno..... 94
Figura 13	Atividade antioxidante dos extratos de polpa de pequi utilizando o método de seqüestro de radicais DPPH*..... 95

Lista de Abreviaturas e Siglas

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a*	Nuance do verde (-a) ao vermelho (+a)
ACP	Análise de componentes principais
AST	Açúcares solúveis totais
Atot	Açúcares totais
ATT	Acidez total titulável
Aw	Atividade de água
b*	Nuance do azul (-b) ao amarelo (+b)
Carb	Carboidratos totais
Carot_tot	Carotenóides totais
Cinz_Am	Cinzas da amêndoa
Cinz_Pol	Cinzas da polpa
CP1	Componente principal 1
CP2	Componente principal 2
CV	Coefficiente de variação
D1	Diâmetro maior do fruto
d1	Diâmetro maior do caroço com polpa
d2	Diâmetro menor do caroço com polpa
D2:	Diâmetro menor do fruto
DP	Desvio padrão
DPPH	Radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil
EC ₅₀	Quantidade de amostra para neutralizar 50% dos radicais DPPH*
EMaCas:	Espessura maior da casca
EMeCas:	Espessura menor da casca,
GAE	Equivalente de ácido gálico
HCCPol	Altura do caroço com polpa
HFr:	Altura do fruto
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IDR	Ingestão diária recomendada
L*_Cas	Luminosidade da casca
L*_Pol	Luminosidade da polpa
Lip_Am	Lipídios da amêndoa
Lip_Pol	Lipídios da polpa
LN	Linoléico
NCar	Número de caroços
PAmen	Peso da amêndoa
PCas	Peso da casca
PCcPol	Peso do caroço com polpa

PCsPol	Peso do caroço sem polpa
PFr	Peso do fruto
PPol	Peso da polpa
Prot	Proteína
RAmen	Rendimento em amêndoa
RCas	Rendimento em casca
Rpol	Rendimento em polpa
sp	Espécie
subsp	Subespécie
TEP	Fenólicos extraíveis totais
Umid_Am	Umidade da amêndoa
Umid_Pol	Umidade da polpa
VET	Valor energético total

Sumário

SUMÁRIO

	Pag.
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xv
1 – APRESENTAÇÃO.....	2
2 – REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1 – INTRODUÇÃO.....	6
2.2 - CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA.....	7
2.3 - CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS.....	9
2.3.1 - Características da planta.....	10
2.3.2 - Fenologia.....	10
2.3.3 – Exigências edafoclimáticas.....	11
2.3.4 – Propagação.....	11
2.3.5 – Germinação.....	12
2.3.6 - O fruto e a dispersão.....	13
2.3.7 - Frutificação.....	17
2.3.8 – Produção.....	17
2.3.9 - Perspectivas de melhoramento.....	18
2.4 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO FRUTO.....	19
2.4.1 - Polpa e amêndoa	19
2.4.2 - Composição centesimal das diferentes porções do pequi.....	21
2.4.3 – Carotenóides.....	21
2.4.4 – Compostos fenólicos.....	23
2.4.5 – Atividade antioxidante.....	24
2.4.6 – Outros componentes nutricionais da polpa.....	25
2.5 – UTILIZAÇÃO.....	26
2.5.1 - Polpa.....	26
2.5.2 – Óleo.....	26
2.5.3 - Madeira.....	28
2.5.4 – Casca do fruto	28
2.5.5 - Outras utilizações.....	29

2.5.5.1 - Atividade antimicótica.....	29
2.6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
2.7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
3 – MÉTODOS	40
3.1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	40
3.1.1 - Coleta dos frutos.....	40
3.1.2 - Avaliações	41
3.1.3 - Análise estatística	43
3.2 – CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E COMPOSTOS BIOATIVOS.....	44
3.2.1 – pH	44
3.2.2 - Sólidos solúveis totais - SST	44
3.2.3 - Acidez total titulável – ATT	44
3.2.4 - Açúcares solúveis totais (AST)	45
3.2.5 – Proteína.....	45
3.2.6 – Atividade de água	46
3.2.7 – Lipídios	46
3.2.8 – Cinzas	46
3.2.9 – Umidade	47
3.2.10 – Carboidratos totais	47
3.2.11 – Valor energético total (VET)	47
3.2.12 – Carotenóides totais	48
3.2.13 – Minerais	48
3.2.14 - Obtenção dos extratos de compostos bioativos.....	49
3.2.15 - Polifenóis extraíveis totais – TEP.....	50
3.2.16 - Atividade antioxidante através do sistema modelo de co-oxidação β -caroteno/ácido linoléico.....	51
3.2.17 - Determinação da Atividade antioxidante através do método de seqüestro de radicais livres (DPPH*).....	52
3.2.18 – Estatística.....	53
3.3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
4 – RESULTADOS – ARTIGOS ORIGINAIS	56
4.1 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS DO PEQUIZEIRO NATIVOS DA CHAPADA DO ARARIPE – CE.....	58
4.1.1 Resumo.....	58
4.1.2 - Abstract.....	59
4.1.3 - Introdução.....	60

4.1.4 - Material e Métodos.....	61
4.1.5 - Resultados e Discussão.....	63
4.1.6 - Conclusões.....	72
4.1.7 - Agradecimentos.....	73
4.1.8 – Referências bibliográficas.....	74
4.2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSTOS BIOATIVOS EM PEQUIS (<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.) Nativos da Chapada do ARARIPE – CE..	77
4.2.1 - Resumo.....	77
4.2.2 - Abstract.....	78
4.2.3 - Introdução.....	79
4.2.4 - Material e Métodos.....	80
4.2.4.1 - Material.....	80
4.2.4.2 - Métodos.....	81
4.2.4.2.1 – <i>Composição centesimal</i>	81
4.2.4.2.2 – <i>Minerais</i>	81
4.2.4.2.3 - <i>Características físico-químicas</i>	82
4.2.4.2.4 – <i>Carotenóides totais</i>	82
4.2.4.2.5 - <i>Obtenção dos extratos para determinação de fenólicos e da atividade antioxidante</i>	83
4.2.4.2.6 - <i>Determinação dos polifenóis extraíveis totais (TEP)</i>	83
4.2.4.2.7 - <i>Determinação da atividade antioxidante in vitro pelo sistema modelo de co-oxidação β-caroteno/ácido linoléico</i>	84
4.2.4.2.8 - <i>Determinação da atividade antioxidante através do método de seqüestro de radicais livres (DPPH*)</i>	85
4.2.4.2.9 - <i>Estatística</i>	86
4.2.5 - Resultados e Discussão.....	86
4.2.6 - Conclusões.....	96
4.2.7 - Agradecimentos.....	96
4.2.8 - Referências bibliográficas.....	97
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
6 - APÊNDICES.....	104
7 - ANEXOS.....	112

1 - Apresentação

1 – APRESENTAÇÃO

Apesar da importância das fruteiras, em especial das nativas, pelo seu potencial sócio-econômico, o conhecimento sobre a grande maioria das espécies é bastante incipiente. Pouco se sabe sobre a caracterização de genótipos, quer seja na área de melhoramento genético visando selecionar material para cultivos comerciais ou de interesse da indústria, principalmente de alimentos e/ou do seu valor nutricional.

Para tanto, é necessária a caracterização de indivíduos das populações nativas para a identificação e quantificação de parâmetros de interesse. Esta caracterização deve ser realizada em frutos de indivíduos previamente identificados, tendo em vista demonstrar a variabilidade presente e permitir o uso destes genótipos como referência para outros estudos.

De um modo geral, as plantas nativas, por serem propagadas por sementes, apresentam, naturalmente, uma grande heterogeneidade nas suas características que sugerem a existência de diferenças entre os frutos das diversas plantas. Tal fato foi ratificado por Vera et al., (2005), com a espécie *C. brasiliense*, que observaram diferenças nas características físicas entre frutos de diferentes regiões. Esta variabilidade natural das características físicas, físico-químicas e químicas inclusive se reflete sobre as propriedades nutricionais e funcionais do pequi, conforme relato de alguns pesquisadores, (LIMA, 1980; VILELA, 1998; NAVES et al., 2004; SILVA et al., 2004; VERA et al., 2005; SILVA e MEDEIROS FILHO, 2006; VERA et al., 2007).

Considerando o acima exposto, foi realizada esta pesquisa tendo em vista caracterizar frutos do pequizeiro da espécie *Caryocar coriaceum* Wittm., nativo da Chapada do Araripe - CE, através de avaliações físicas e químicas visando verificar a variabilidade entre as plantas desta espécie quanto ao aspecto biométrico, nutricional, agroindustrial e funcional, tendo em vista identificar o(s) genótipo(s) com maior potencial, além de contribuir para estudos de melhoramento da espécie.

O desenvolvimento da pesquisa abrangeu quatro etapas conforme descrito a seguir:

Primeira etapa: levantamento da bibliografia tendo em vista conhecer o estado da arte sobre o pequizeiro, enfatizando os tópicos a serem abordados nesta pesquisa. Esta revisão publicada na Série Documentos nº 113 (Anexo C), da Embrapa Agroindústria Tropical,

também, gerou parte do capítulo “Frutíferas” do livro “Espécies da Flora Nordestina de Importância Econômica Potencial” (Anexos D, D1 E D2).

Segunda etapa: expedições técnicas à Chapada do Araripe (CE) para seleção e coleta dos frutos e marcação de 35 plantas para compor o conjunto de amostras a serem avaliadas, as quais foram georeferenciadas com GPS para identificação.

Terceira etapa: seleção, montagem e execução dos ensaios analíticos necessários à caracterização física do fruto integral, polpa, casca e amêndoa (medidas de diâmetro transversal, altura, espessura, peso, rendimento) através da avaliação de vinte e quatro parâmetros físicos, incluindo a cor da polpa e da casca no sistema CIELAB (L^* , a^* e b^*). Essa etapa foi realizada com o objetivo de verificar diferenças entre os genótipos e identificar materiais de interesse agroindustrial e para estudos de melhoramento da espécie. Os resultados foram avaliados por estatísticas descritivas: análise de componentes principais, seguida de análise de agrupamento, em função da grande matriz de dados que foi gerada. O trabalho resultou em um artigo científico, enviado para publicação na Revista Brasileira de Fruticultura, Qualis A Nacional (Anexo E); outro apresentado, na forma de pôster, no XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54^a Reunião da Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical, Vitória - ES, outubro de 2008 (Anexo G) e um trabalho apresentado em forma oral, neste mesmo Congresso (Anexo I).

Quarta etapa: seleção, montagem e execução de ensaios analíticos para a avaliação dos parâmetros físico-químicos (composição centesimal, características físico-químicas e minerais) da polpa e da amêndoa do pequi e de compostos bioativos (carotenóides e fenólicos totais) e avaliação da atividade antioxidante dos extratos fenólicos da polpa do pequi. Além de verificar a variabilidade entre as plantas, esta etapa também teve por objetivo obter dados de interesse nutricional, funcional, industrial e agrônomo que permitam um melhor aproveitamento do seu potencial. Parte deste trabalho foi apresentado sob a forma de pôster no XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54^a Reunião da Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical, Vitória – ES, outubro de 2008 (Anexo H). O artigo foi enviado para publicação Revista Brasileira de Fruticultura, Qualis A Nacional (Anexo F). A parte relativa à atividade antioxidante deverá ser ampliada e enviada para publicação no Journal of Food Composition and Analysis.

O objetivo geral da tese foi caracterizar frutos do pequizeiro da espécie *Caryocar coriaceum* Wittm., nativo da Chapada do Araripe - CE.

Os objetivos específicos foram:

- Caracterizar frutos do pequiheiro quanto aos aspectos físicos, físico-químicos e químicos;
- Avaliar a atividade antioxidante da polpa;
- Identificar as plantas mais promissoras em termos nutricionais e agroindustriais;

2 - Revisão da Literatura

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - INTRODUÇÃO

Frutos de diversas espécies do gênero *Caryocar* são conhecidos popularmente pelos nomes de pequi, piqui, piquiá e piqui vinagreiro, diversidade explicada pelo fato do Brasil ser o centro de dispersão desse gênero. Por este motivo ocorrem espécies em todas as regiões do País (PEIXOTO, 1973; GIACOMETTI 1993; ALMEIDA *et al.*, 1998), do Amazonas a São Paulo, incluindo Pará, Maranhão, Piauí, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Tocantins (PEIXOTO, 1973; ALMEIDA e SILVA, 1994). Por essa razão, o pequizeiro tem sido considerada, por alguns, como árvore símbolo do Cerrado (HERINGER, 1962; MACEDO, 2005). Algumas espécies também são encontradas nas savanas (tipo de vegetação semelhante ao Cerrado brasileiro), da Costa Rica ao Paraguai (FRANCO *et al.*, 2004). Na parte mais setentrional do Nordeste brasileiro, é encontrada a espécie *Caryocar coriaceum*, que exerce um importante papel sócio-econômico na Chapada do Araripe e circunvizinhanças, nos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí. Porém, poucas são as informações disponíveis na literatura especializada dedicada a essa espécie, com reflexos negativos para a melhoria do sistema atual de exploração e, principalmente, para o surgimento de empreendimentos agroindustriais em bases racionais.

O pequizeiro é uma planta perene, que pode ser classificada como frutífera ou oleaginosa, em razão das suas características e formas de utilização. A principal utilização do fruto é no consumo direto do caroço em cozidos de carne de gado e de frango, no feijão, no arroz, e no conhecido baião de dois (feijão com arroz). É um produto indispensável na alimentação das populações das áreas de ocorrência das espécies, que fornece parte dos aportes energéticos e nutricionais necessários, principalmente para as famílias carentes no período da safra. Como oleaginosa, da polpa do fruto é extraído um óleo que, além da culinária, é utilizado na indústria cosmética, na produção de sabão, e como produto medicinal, no combate à bronquite, gripes, resfriados, dentre outros. Como fármaco, o suporte de informações é empírico, porém é certo que a polpa do fruto tem alto teor de provitamina A, com média em torno de 200.000 UI (PEIXOTO, 1973). Sua madeira, de cor castanho-

amarelada, também tem sido empregada para usos diversos, tais como, berço de moendas, calços de bate-estacas e aplicações semelhantes, moirões, construções civis e navais em virtude de ser resistente e ter alta durabilidade (PEIXOTO, 1973).

Apesar das várias utilidades e da significativa área geográfica onde a espécie é explorada, não existe cultivo comercial de pequizeiro, e a sua exploração ainda é puramente extrativista. Mesmo assim, gera emprego e renda no período de safra, e exerce importante papel na sócio-economia de muitas localidades de diferentes regiões do País. Considerando a variabilidade do uso e a importância atual do pequizeiro para um contingente populacional de diferentes regiões do País e avaliando o potencial das espécies de *Caryocar* como planta do futuro, realizou-se essa revisão com o objetivo de organizar o maior número de informações possíveis sobre os aspectos agrônômicos (descrição da planta, ocorrência, disseminação etc.), importância sócio-econômica (industrialização e agregação de valor pela elaboração de diversos produtos etc.), aspectos nutricionais (carotenóides provitamina A, vitaminas do complexo B e C, ácidos graxos etc.) e funcionais (atividade antioxidante) do fruto *in natura*.

2.2 - CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

As espécies conhecidas como pequizeiro pertencem à família *Caryocaraceae*, da ordem Theales (Rizobolácea), composta de 25 espécies reunidas em dois gêneros, *Caryocar* e *Anthodiscus*. O gênero *Caryocar*, segundo Franco *et al.*, (2004) possui 16 espécies, das quais, 12 são encontradas no território brasileiro. Essa informação difere de Oliveira (1998) que relata que são 19 espécies, das quais apenas oito de ocorrência no Brasil. Giacometti (1993), sem determinar o número, localizou espécies de *Caryocar* em sete dos 10 centros de origem das frutíferas brasileiras, a seguir: Centro Alto Noroeste/Rio Negro, com algumas espécies de piquiá (*Caryocar* spp.); Centro Roraima/Manaus (quatro espécies de *Caryocar*); Centro Sudoeste Acre/Rondônia, com o *C. villosum*; Centro Nordeste/Caatinga com *C. coriaceum*; Centro Brasil Central/Cerrado com pequi *Caryocar* spp; Centro Mata Atlântica, setor B; com piqui vinagreiro (*C. edulis*); e Centro Brasil/Paraguai, com *C. brasiliense*.

A espécie de maior presença no Cerrado do Planalto Central é o *C. brasiliense* Camb., dividida em duas subespécies: *C. brasiliense subsp. Brasiliense*, de porte arbóreo e com ampla distribuição, e *C. brasiliense subsp. Intermedium*, de porte arbustivo, com ocorrência restrita a algumas partes desse ecossistema (SILVA *et al.*, 2001). Oliveira (1988) situou a ocorrência de *C. brasiliense* nos Estados do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, e na parte alta de São Paulo até o Norte do Paraná; e *C. coriaceum*, no Centro-Oeste e parte do Nordeste (Figura 1). Para Rizzini (1963), nos Cerrados brasileiros encontram-se, além do *C. brasiliense* Camb., o *C. coriaceum* Wittm., espécie que também é encontrada na Chapada do Araripe no Ceará (PEIXOTO 1973).



Figura 1 – Pequizeiro (*C. coriaceum* Wittm.) da Chapada do Araripe – CE

O cerrado é uma vegetação natural de cerca de 2 milhões de quilômetros quadrados, representando cerca de 22% do território brasileiro (RATTER e RIBEIRO, 1996), dos quais, 85% no Planalto Central (COUTINHO, 1997), e o restante da área nos Estados do Amazonas, Pará, Ceará, Bahia, Roraima, Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas e Sergipe (CASTRO, 1997). Diante do exposto, fica mais fácil entender a razão da diversidade de ocorrência das espécies de *Caryocar*, principalmente *C. coriaceum*, em áreas que estão aparentemente fora do Cerrado. Na verdade, essas espécies estão fora do *core* do Cerrado, ocorrendo em áreas típicas ou de transição, o que pode, inclusive, ser tema de estudo sobre a especiação do gênero. A concentração de árvores no campo, em geral, é estimada em 40 plantas por hectare para o *C. brasiliense* (OLIVEIRA, 1988), o que é o esperado nos ecossistemas tropicais. Padrões variáveis foram observados para *C. coriaceum* no Piauí, com 48 plantas por hectare no Centro Sul do Estado, similar ao padrão observado para *C. brasiliense*, e 78 plantas por hectare no extremo Sul e Sudoeste, valor superior à média do Estado (COMISSÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA - CEPA, 1984).

2.3 - CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

Como para qualquer espécie no estágio atual de conhecimento do pequizeiro, não existem muitas informações sobre as características agronômicas da planta, principalmente da espécie *C. coriaceum* que, conforme relatado, ainda é pouco estudada. As informações disponíveis que serão descritas, foram obtidas, principalmente, nos estudos e nas observações com *C. brasiliense*, muitas das quais poderão auxiliar na compreensão do *C. coriaceum*, em virtude da proximidade genética das duas espécies.

2.3.1 - Características da planta

As informações apresentadas sobre a planta, quando não ressalvadas, serão relativas à espécie *C. brasiliense*. O porte é arbóreo, com a planta atingindo entre 8 e 12 m de altura, com variações em resposta ao ambiente. No Planalto Central a planta chega a sete metros de altura (ALMEIDA *et al.*, 1998) e no Estado de São Paulo a 5 m (BARRADAS, 1972). O mesmo autor, no entanto, relata a ocorrência de populações em Pirassununga, São Paulo, onde as plantas raramente ultrapassam um metro e meio de altura. Franco *et al.*, (2004), relatam que, na estação ecológica de Itirapina, Centro-Oeste desse Estado, a maioria das plantas é do tipo anão, com menos de um metro de altura. Essas espécies têm porte similar a uma população do tipo anão encontrada em Minas Gerais por Silva *et al.*, (2001), que identificaram 114 plantas de *C. Brasiliense* subsp. *Intermedium*, das quais, 95 apresentaram porte arbustivo, em forma de moitas, com altura de 0,3 a 0,7 m e, 19 plantas com altura de 0,6 a 1,5 m. Provavelmente, essas populações não tiveram origem comum por plantio, é possível que sejam ecotipos associados ao ambiente ou nanismo por controle genético. Plantas obtidas a partir de sementes dessas populações iniciaram o florescimento entre 18 e 24 meses após o plantio, quando atingiam altura média de 60 cm, à semelhança do que ocorre no seu habitat, ou seja, mantiveram o porte baixo e foram mais precoces do que o tipo comum da região do Cerrado, que inicia a frutificação, aproximadamente, aos cinco anos após o plantio. Os frutos apresentaram deiscência e grande heterogeneidade em relação ao número de fruto/planta, mas o peso do endocarpo é semelhante ao das plantas normais da espécie (SILVA *et al.*, 2001).

2.3.2 - Fenologia

As informações fenológicas descritas, em geral, mostram que o pequizeiro é semi-decíduo, com redução parcial da folhagem durante a estação seca. A floração ocorre logo após a emissão das folhas novas, com os frutos alcançando a maturidade entre três e quatro

meses após a floração (LORENZI, 2000). Em estudos sobre a reação da planta à irrigação, Salviano *et al.*, (2002) trabalhando com a espécie *C. brasiliense*, observaram que a planta responde à irrigação acelerando o crescimento, abrindo um campo para novos estudos sobre a fenologia da planta e fatores de produção para a formação dos sistemas de produção.

2.3.3 – Exigências edafoclimáticas

Em relação aos elementos do clima, existem poucas informações. Em termos de temperaturas, *C. coriaceum* pode ser considerada uma espécie tipicamente tropical, enquanto que *C. brasiliense* se adapta a uma maior variedade de ambientes, do tropical ao subtropical (OLIVEIRA, 1988). Em termos de solos, as informações disponíveis, juntamente com as observações realizadas diretamente nas áreas de ocorrência, mostram que as plantas das espécies *C. brasiliense* e *C. coriaceum* são rústicas, sendo, aparentemente, pouco exigentes em relação aos solos. Em áreas com alta densidade populacional do Sudeste de Goiás, Santana (2002) concluiu que a planta se adapta bem em solos com nível nutricional baixo, para a maioria das plantas cultivadas, e que o padrão de desenvolvimento destas está associado ao tipo e ao nível nutricional dos solos, de modo que a maior densidade de plantas ocorre nos Cambissolos e Neossolos Litolíticos em relação aos Latossolos. Esse autor verificou também, que a altura média e a produção se correlacionam positivamente com o teor de potássio, e com a saturação em bases do solo. Também Salviano *et al.*, (2002), em experimentação com Latossolo Vermelho Escuro, confirmaram que essa espécie (*C. brasiliense*) adapta-se bem às condições naturais dos solos do Cerrado.

2.3.4 - Propagação

Nenhuma das espécies de *Caryocar* é domesticada, até mesmo a espécie *C. brasiliense*, a mais explorada comercialmente, atualmente encontra-se em um estágio

intermediário de domesticação para plantas perenes, de acordo com Tombolato *et al.*, (2004) A forma natural de propagação é por sementes, não sendo ainda utilizada a propagação assexuada. Pela variabilidade fenotípica observada nas populações das espécies de *C. brasiliense* e de *C. coriaceum*, por exemplo, é fácil deduzir que as espécies são alógamas. Nesse aspecto, é interessante para ganhos significativos de seleção, em programas de melhoramento. Por outro lado, esse é um fator complicador para a formação de plantios comerciais. Há necessidade, portanto, de estudos sobre a propagação vegetativa para plantios uniformes, mais produtivos, e que iniciem a produção mais rapidamente.

2.3.5 - Germinação

São escassas as informações sobre a germinação de sementes das espécies *Caryocar*. É certo, porém, que a mesma é baixa e lenta, com índices de germinação entre 2,5 a 68,4%, conforme o tratamento utilizado para quebra da dormência (PEREIRA *et al.*, 2000). Estudos realizados por alguns autores, constataram a ocorrência de dormência dupla, uma associada ao endocarpo e a outra de natureza embriônica (MELO, 1987; DOMBROSKI, 1997), sendo necessários mais estudos, para a orientação de produtores e viveiristas.

Silva *et al.*, (2001), estudando o processo de germinação em plantas de uma população de *C. Brasiliense* subsp. *Intermedium* de porte baixo, encontrada na Região Sul de Minas Gerais, obtiveram 30% de germinação no período de um ano, em sementeira de areia, enquanto que, Santos (2004) obteve uma maior porcentagem e velocidade de germinação com o cultivo *in vitro* das sementes.

2.3.6 - O fruto e a dispersão

O fruto é uma drupa e, quando maduro, apresenta epicarpo de coloração verde-clara à levemente amarelada (Figura 2). O endocarpo é rígido e espinhoso, sendo uma característica do gênero (Figura 3). A massa que recobre as sementes pode apresentar cor amarela (mais comum), laranja, rósea ou esbranquiçada, também pastosa, farinácea e oleaginosa (FERREIRA *et al.*, 1987). Na maioria dos casos, cada fruto contém apenas uma semente desenvolvida, embora existam relatos de até quatro (PEIXOTO, 1973).



Figura 2 – Fruto do pequizeiro (*C. coriaceum* Wittm.), Chapada do Araripe – CE

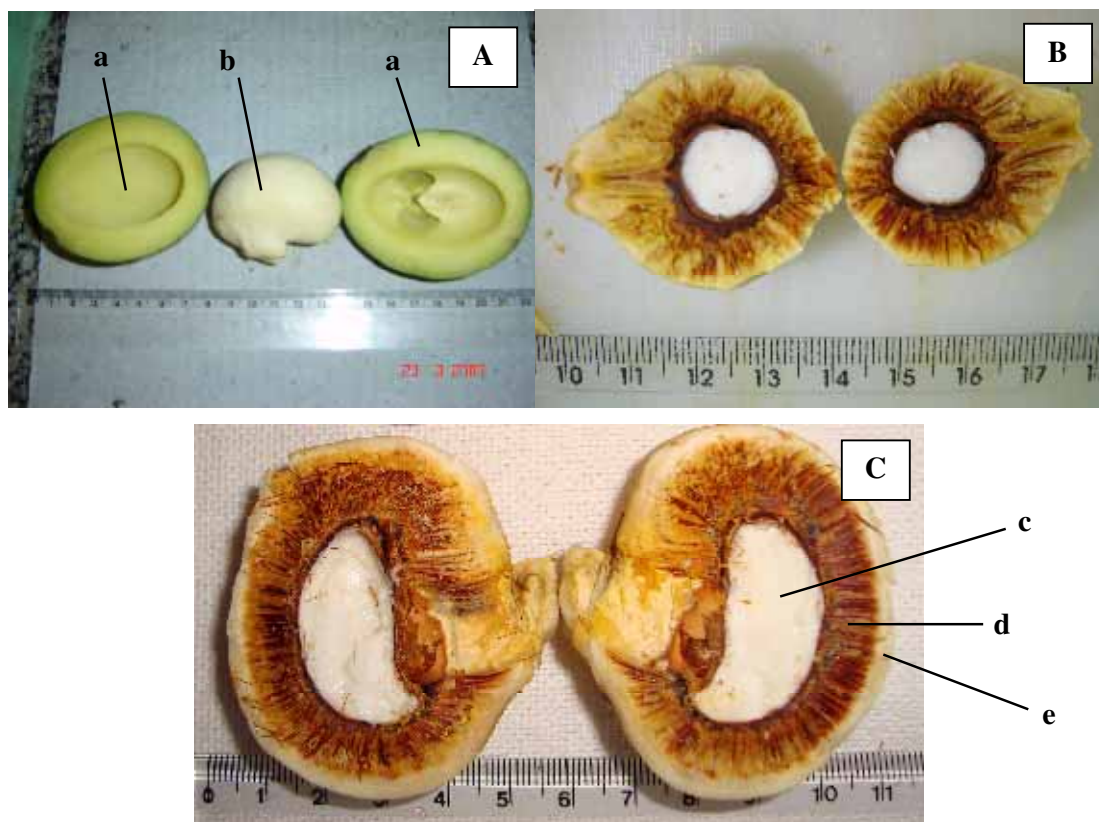


Figura 3 – Pequi (*C. coriaceum* Wittm.); (A): fruto cortado longitudinalmente; (B): caroço com polpa, cortado transversalmente; (C) caroço com polpa cortado longitudinalmente; (a) casca, (b) caroço com polpa, (c) amêndoa ou semente, (d) espinhos, (e) polpa.

Poucas são as referências sobre as características físicas do fruto, mesmo com *C. brasiliense*. Ferreira *et al.*, (1987) trabalhando com *C. brasiliense* verificaram que a casca do fruto maduro representa cerca de 84% do peso, a polpa representa 10% e a semente 6% do peso total. Em *Caryocar villosum*, Silva *et al.* (2004), encontraram, respectivamente, 76,7%, 10,7% e 12,6%. O peso médio dos frutos foi de $338,3\text{g} \pm 55,7$; o comprimento $8,0\text{cm} \pm 0,3$; a largura $8,8\text{cm} \pm 0,6$; com apenas uma semente. Na Tabela 1 são resumidas as informações disponíveis sobre as características físicas do fruto dessas duas espécies.

O pequi se distingue da maioria dos frutos pela quantidade de espinhos de estrutura muito fina, à semelhança de um cabelo, presente na sua polpa (Figura 3). Essa característica dificulta uma maior aceitabilidade do fruto devido a riscos de acidentes para quem não tem o hábito de consumir o fruto. Em 2004, no norte de Tocantins, foi encontrada mutação numa planta que produz pequi sem espinhos no caroço. Estudos estão sendo desenvolvidos pelo

Instituto de Genética e Bioquímica da Universidade Federal de Uberlândia para propagar mudas enxertadas dessa planta, obtendo resultados promissores, abrindo-se perspectivas para tornar possível plantios comerciais e transformar o pequi numa fruta de mercado (KERR *et al.*, 2007).

Tabela 1 - Características físicas do pequi e relação de proporcionalidade de seus constituintes, segundo alguns autores.

CARACTERÍSTICA	Ferreira <i>et al.</i> , (1987) (<i>C. brasiliense</i>)	Miranda <i>et al.</i> , (1988) (<i>Caryocar</i> sp.)	Miranda e Oliveira Filho, (1990) (<i>Caryocar</i> sp.)	Almeida, (1993) (<i>C. brasiliense</i>)	Nascimento <i>et al.</i> , (1995) (<i>C. brasiliense</i>)	Almeida <i>et al.</i> , (1998) (<i>Caryocar</i> <i>brasiliense</i>)	Silva <i>et al.</i> , (2004) (<i>C. villosum</i>)
Peso do fruto(g)	126,09±28,38	132,4	50 a 250	120	90,59±35,73	-	338,3±55,7
Peso da casca (g)	106,16±23,41	101,5	20 a 117	98	-	-	-
Peso da polpa (g)	12,96±2,80	-	8,14	8	-	-	-
Peso da amêndoa/carão (g)	-	-	2 a 4	1,5	-	-	-
Peso do carão c/ polpa (g)	20,03±4,33	30,9	-	-	-	-	-
Peso do carão s/ polpa (g)	7,07±1,73	-	-	-	-	-	-
Comprimento do fruto (cm)	6,29±0,43	-	-	-	5,00±1,11	6,5 a 7,8	8,0±0,3
Largura do fruto (cm)	6,25±0,79	-	-	-	4,20±0,97	4,2 a 6,4	8,8±0,6
Nº de caroços/fruto	1,50±0,97	-	-	-	1,56±3,54	1 a 4	1,0±0,0
Espessura da casca (cm)	1,45±0,18	-	-	-	-	-	-
Comprimento do carão (cm)	3,63±0,48	-	-	-	-	2,8 a 3,8	-
Largura do carão (cm)	2,68±0,31	-	-	-	-	2,1 a 2,9	-
(-) Dados não disponíveis.							

Em relação à dispersão da semente, embora não sejam encontradas informações de pesquisas, Barradas (1972) observou que formigas saúvas são capazes de carregar as sementes, embora esse não deva ser um processo efetivo de dispersão dado o tamanho e peso das mesmas. Hoehne (1946), citado por Barradas (1972), relatou que o gado bovino seria um meio de dispersão, o que concorda com a informação de Oliveira (1988), sobre a ação de animais. Isso inclui as emas (*Rhea americana*), espécie com maior potencial como agente dispersor, seguida da gralha (*Cyanocorax cristatellus*) e da cotia (*Dasyprocta* sp), as quais podem atuar como dispersoras de sementes a pequenas distâncias (GRIBEL, 1986). Há também relatos de alguns consumidores e dispersores do fruto como tatus, pacas, cotias, preás, veados e lobos (MACEDO, 2005).

2.3.7 - Frutificação

Pela abrangência geográfica da dispersão, associada com os gradientes climáticos que ocorrem no País, é muito variável o período de ocorrência da floração e frutificação das espécies *Caryocar*. Em diversas regiões do Piauí constatou-se uma pequena variação no período de floração, frutificação e maturação (queda) do *C. coriaceum*, com a floração iniciando no Extremo Sul do Estado de junho a agosto, seguindo-se no Centro Sul de julho a setembro e, posteriormente, no Norte de setembro a novembro. O período de maturação dos frutos (queda) segue a mesma tendência, iniciando pelo Extremo Sul de setembro a dezembro, no Centro Sul de outubro a fevereiro e, no Norte, de novembro a março (CEPA, 1984).

2.3.8 - Produção

A produção de frutos por planta é, em média, baixa e proporcional à altura e diâmetro médio da copa. Esta variabilidade depende também, do genótipo e do ambiente. A

maioria das plantas produz cerca de 500 a 2000 frutos por safra (SILVA, 1998). Alguns dados mostram a estimativa de produção extrativista tendo por base a densidade de 45 indivíduos/ha, produzindo em média cerca de 180 kg de polpa, 33 kg de amêndoas, 119 kg de óleo de polpa e 15 L de óleo de amêndoa (ALMEIDA e SILVA, 1994). Outra estimativa mostra que, para um hectare, são produzidas cerca de 3,7 toneladas de pequi com um rendimento de 30% de óleo, equivalendo a 1.100 kg de óleo, aproximadamente, por safra (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1994). A Central de Abastecimento de Goiás, no ano de 2002, reportou um volume de aproximadamente 2.800 toneladas de fruto, comercializado com preço médio de R\$ 460,00/t (GOIÁS, 2002).

2.3.9 - Perspectivas de melhoramento

A introdução de uma espécie em cultivo passa por algumas etapas, sendo a definição de cultivares a mais importante. A obtenção de variedades e clones, objeto dos programas de melhoramento, atende aos requisitos essenciais para o sucesso de cultivo, do produtor ao consumidor final. A ferramenta básica do melhorista é a variabilidade genética, sem a qual não é possível sucesso. No caso do pequizeiro, não obstante inexistam programas de melhoramento, é possível especular sobre as possibilidades de sucesso em futuro programa, em razão da variabilidade existente nos diversos ambientes de ocorrência das espécies, como comprovaram alguns estudos realizados. Oliveira (1998), em 11 localidades da região Sudeste do Estado de Goiás, observou que, a maior porção da variabilidade genética total de *C. brasiliense* é encontrada dentro de populações. Os caracteres que mais contribuíram para a divergência entre essas populações foram: a germinação, o tamanho do fruto e a taxa de desenvolvimento das plântulas. Trindade (1998) encontrou maior variabilidade dentro de subpopulações em ambientes diferentes. Melo Júnior (2003) avaliando quatro populações naturais dessa espécie nos Municípios de Japonvar, Montes Claros, Francisco Sá e Bocaiúva, utilizando isoenzimas, encontraram 100% de polimorfismo nas populações e ausência de endogamia dentro e no conjunto das populações. Vilela (1998) estudando as populações naturais nos Municípios de Itumirim e Itutinga, ambos em Minas Gerais, quanto ao aspecto nutricional, concluiu que existe variação natural no teor nutricional

de provitamina A, lipídios, proteínas e glicídios, propondo que estas variações podem ser empregadas em programas de melhoramento genético.

Considerando que exista variabilidade para todos os caracteres de interesse, tanto os agrônômicos relacionados com a planta, quanto os de qualidade relacionados com o fruto, é possível esperar sucesso em programa de melhoramento com a espécie *C. coriaceum* no Nordeste brasileiro. A estratégia a ser seguida é a mesma para qualquer espécie com as características do *C. coriaceum*, planta perene, não domesticada e com razoável disponibilidade de variabilidade genética inexplorada: prospecção genética nas áreas de dispersão, formação de coleção de plantas matrizes, multiplicação e avaliação dos melhores genótipos da fase de prospecção e, finalmente, avaliação das melhores cultivares em unidades de observação. Paralelamente, devem ser realizadas pesquisas para definição de um método de propagação vegetativa, identificação de pragas e doenças e estudos de pós-colheita do fruto.

2.4. - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO FRUTO

2.4.1 - Polpa e Amêndoa

A polpa do fruto, porção mais importante em termos de utilização, possui teores médios de vitamina C em torno de 72,27 mg/100g (SANO e ALMEIDA, 1998). Este valor é superior aos encontrados em frutos cítricos como a laranja-da-Bahia (47,0 mg), o limão-galego (11,8 mg), a tangerina (46,8 mg) (FRANCO, 1992). Com relação ao teor de óleo, os valores, em matéria seca, relatados por Marx *et al.*, (1997) para o *C. villosum* (64,50 %) foram superiores aos do abacate (16,0%), babaçu (19,50%) e amendoim cru (48,46%) (FRANCO, 1992). Em relação às proteínas, os teores, em matéria seca da polpa, relatados por Ferreira *et al.*, (1987) e Oliveira, (1988), variam de 6,71% a 13,5%, respectivamente, sendo superiores aos encontrados no abacate, em média, 1,80% (FRANCO, 1992). A porcentagem de cinzas, determinada por Ferreira *et al.*, (1987), foi de 2%, enquanto na

amêndoa de 5%, indicando que os minerais se concentram nessa porção do fruto. Na Tabela 2 é apresentado o teor de minerais da polpa e amêndoa do fruto.

Na amêndoa, o teor de proteína, em matéria seca, varia de 24,6 % a 54 % e o de lipídios de 42,2 % a 47 % segundo Ferreira *et al.* (1987) e Oliveira, (1988), respectivamente. Como os minerais são encontrados mais na amêndoa do que na polpa, é importante levar em conta o seu aproveitamento na nutrição humana.

Tabela 2 - Teor de minerais do pequi, em relação à matéria seca, segundo diversos autores¹.

Minerais		Carvalho e Burguer, (1960) <i>C. brasiliense</i>	Ferreira <i>et al.</i> , (1987) <i>C. brasiliense</i>	Hiane <i>et al.</i> , (1992) <i>C. brasiliense</i>	Nascimento <i>et al.</i> , (1995) <i>C. brasiliense</i>	Marx <i>et al.</i> , (1997) <i>C. villosum</i>
		Polpa	Polpa Amêndoa	Polpa Amêndoa	Fruto	Polpa
Macroelementos (g/100g)	Ca	0,05	0,07 0,14	0,04 0,10	0,35	0,08
	Mg	-	0,12 0,38	0,05 0,33	0,15	0,05
	P	0,21	0,10 1,08	0,06 1,21	0,15	0,04
	K	-	0,82 1,34	0,18 0,57	0,88	-
Microelementos (mg/100g)	Na	-	- -	2,03 0,30	-	-
	Fe	1,39	2,9 6,6	1,53 2,68	-	0,64
	Mn	-	0,8 0,9	0,57 1,44	-	0,32
	Zn	-	1,4 7,1	0,53 5,36	-	0,52
	Cu	0,24	0,7 2,0	0,40 1,59	-	-
	S	-	60 340	- -	70,00	-
	Selênio	-	-	- -	-	0,70

¹Tabela adaptada

2.4.2 - Composição centesimal das diferentes porções do pequi.

Na Tabela 3 é apresentada a composição centesimal da polpa e da amêndoa do fruto.

Tabela 3 - Composição centesimal da polpa e amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), em base úmida.

Constituintes	Polpa	Amêndoa
Umidade (%)	41,50 ± 2,00	8,68 ± 0,08
Cinzas (g)	0,63 ± 0,01	4,01 ± 0,51
Proteína (g)	3,00 ± 0,13	25,27 ± 0,74
Lipídios (g)	33,40 ± 3,76	51,51 ± 0,35
Carboidratos (g)	11,45	8,33
Fibra alimentar Total (g)	10,02 ± 0,2	2,20 ± 0,1
Valor Energético Total (Kcal)	358,4	598,3

Fonte: Lima et al., (2007)

2.4.3 – Carotenóides

Os carotenóides constituem um grupo de compostos lipossolúveis, amplamente distribuídos entre as plantas e alguns animais, em quantidade apreciável, responsável pelas nuances amarelo a vermelho dos produtos vegetais e animais.

A importância dos carotenóides vai além do seu papel pigmentante, enquanto alguns são precursores de vitamina A, outros exibem ação antioxidante, sendo considerados compostos funcionais ou bioativos. Evidências epidemiológicas demonstram que dietas ricas em carotenóides encontram-se associadas à redução do risco de incidência de câncer e

doenças cardiovasculares (BENDER, 2005), bem como na proteção de membranas celulares e lipoproteínas contra danos oxidativos (SIES e STAHL, 1995).

O pequi tem uma grande quantidade de carotenóides, porém apenas alguns possuem atividade provitamina A. Os carotenóides encontrados na polpa da espécie *C. brasiliense* por Azevedo-Meleiro e Rodriguez-Amaya (2004), foram a violaxantina, luteína e zeaxantina, como compostos majoritários, e β -criptoxantina, β -caroteno e neoxantina em pequenas quantidades. Ramos *et al.* (2001) identificaram, na mesma espécie, o β -caroteno, ζ -caroteno, criptoflavina, β -criptoxantina, anteraxantina, zeaxantina e mutatoxantina, tanto em polpa crua como cozida. Esses últimos apresentaram atividade como precursores de vitamina A o β -caroteno, a criptoflavina e β -criptoxantina. Os autores estudaram também o efeito do cozimento sobre os carotenóides pró-vitâmicos A da polpa do pequi e observaram perda média de 30,25 %, correspondente a uma perda média de 12,11 % no teor de provitamina A. A importância deste estudo, segundo seus autores, está no fato de serem raras as referências sobre os valores nutricionais de alimentos cozidos, na forma como normalmente eles são consumidos.

O conteúdo de carotenóides do pequizeiro, como as demais características químicas dos vegetais em geral, pode ser afetado pela constituição genética da planta, pela forma e ambiente de cultivo e pelo grau de maturação dos frutos (RODRIGUEZ-AMAYA, 1993; GOMES *et al.*, 2003; RODRIGUEZ-AMAYA e KIMURA, 2004;). Oliveira *et al.*, (2004) observaram que os teores de lipídios, proteínas, carotenóides totais, β -caroteno e licopeno presentes na polpa são maiores em estádios mais avançados de maturação, informação importante para a definição da época de colheita. Em relação aos fatores ambientais, Vilela *et al.*, (1996) verificaram que o teor de carotenóides, na espécie *C. brasiliense*, foi bastante variável em frutos colhidos de quatro localidades de Minas Gerais, com características ambientais distintas. Os valores médios desses compostos foram de 8,9 a 23,1 mg/100 mg nos frutos oriundos de Lavras; de 8,2 a 15,75 mg/100 mg para os de Paraopeba; de 4,05 a 16,35 mg/100mg nos de Montes Claros; e, de 8,85 a 16,85 mg/100 mg nos de Brasilândia. O percentual de variação entre o menor e o maior valor foi de 570%, evidenciando o potencial de melhoramento da espécie. Destaca-se o fato do menor teor encontrado, 4,05 mg/100mg, ter sido obtido em frutos de polpa branca, indicando o controle genético associado à característica (VILELA *et al.*, 1996).

2.4.4 - Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são substâncias amplamente distribuídas no reino vegetal, em particular nas frutas e outros vegetais e, compreendem o maior grupo de metabólitos secundários das plantas (KUBO, 2003), tendo sido detectada a ocorrência de mais de 8000 desses compostos (DREOSTI, 2000). Apresentam em sua estrutura um anel benzênico com uma ou mais hidroxilas e têm sido associados com a inibição da oxidação em alimentos e em sistemas biológicos, diminuindo o risco de doenças degenerativas tais como câncer, aterosclerose e doenças coronárias (DUTHIE *et al.*, 2003).

As substâncias fenólicas podem aparecer livres ou na forma de glicosídeos. Poliglicosídeos são muito solúveis em água e pouco solúveis em solventes orgânicos apolares. A posição do açúcar na estrutura fenólica influi na solubilidade e em outras propriedades físico-químicas. Estas diferenças podem ser usadas para identificá-los, quantificá-los e desenvolver estudos de suas atividades fisiológicas (CHEN *et al.*, 1998; ANTOLOVICH *et al.*, 2000).

Além das propriedades antioxidantes atribuídas a esses fitoquímicos, os compostos fenólicos também estão associados a qualidade sensorial e nutricional dos alimentos, atribuindo-lhes o corpo característico (AHERNE e O'BRIEN, 2002).

A distribuição dos flavonóides nas plantas depende de diversos fatores de acordo com a espécie/família do vegetal, bem como da variação das espécies. Os flavonóides são formados da combinação de derivados sintetizados da fenilalanina e ácido acético. Os padrões de distribuição dependem do grau de acesso à luminosidade, especialmente raios ultravioleta B, pois a formação dos flavonóides é acelerada pela luz. Conseqüentemente, plantas cultivadas em estufas, onde os raios ultravioleta são bloqueados, o conteúdo de flavonóides é reduzido (BURNS, 2001; SELLAPPAN *et al.*, 2002).

Embora existam muitos trabalhos na literatura abordando o teor de fenólicos de frutas e de outros vegetais, a quantidade tratada de frutas nativas ainda é bastante incipiente. Em relação ao pequi, essa abordagem é ainda mais rara, existindo, no momento, os trabalhos de Roesler *et al.*, (2007) que aborda a determinação de fenólicos totais no extrato etanólico e aquoso da casca do pequi (porção não comestível) da espécie *C. brasiliense* de 209,37 e 208,42 g GAE/Kg de matéria seca, respectivamente, enquanto na porção semente + polpa detectaram 27,19 e 20,88 g GAE/Kg nos extratos acima citados. E, além disso, em relação a

parte comestível, Lima et al., (2007) relatam na polpa, da mesma espécie, quantidade de fenólicos de 209 mg/100g e na amêndoa de 122,0 mg/100g de matéria seca.

Considerando a complexidade do tema, estudos mais abrangentes envolvendo a quantificação dos fenólicos em pequi devem ser implementados envolvendo esta e outras espécies e, futuramente, também realizar estudos *in vivo* para comprovar a ação dessas substâncias.

2.4.5. - Atividade antioxidante

O mecanismo de oxidação nos tecidos é um processo natural decorrente da atividade de respiração ao levar oxigênio às células vivas para prover as funções vitais do corpo humano. Este mesmo mecanismo, no entanto, leva à produção de radicais livres, comumente conhecidos como espécies reativas de oxigênio (ROS) (ADEGOKE *et al.*, 1998; MCCORD, 1994). Na ausência de antioxidantes endógenos adequados, a propagação destes radicais, pode causar danos irreparáveis aos tecidos celulares, tais como a oxidação de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), aceleração do processo de envelhecimento e ainda favorecer doenças cardiovasculares e outras doenças degenerativas não transmissíveis: diabetes mellitus, artrite reumatóide, Parkinson, Alzheimer e câncer (CHRISTEN, 2000; LIU *et al.*, 2000).

O conhecimento destas ações deletérias e das evidências epidemiológicas, sobre o papel dos antioxidantes contidos nos alimentos na redução dos riscos desses males, tem impulsionado, nos últimos tempos, a pesquisa para identificar os alimentos que apresentem constituintes com estas propriedades. Os resultados destacam as frutas vermelhas e seus produtos, o suco e o vinho tinto pela elevada concentração de compostos fenólicos (MAKRIS *et al.*, 2003). Além destes compostos outros como o ácido ascórbico, carotenóides e tocoferóis presentes nas frutas e hortaliças, também apresentam efeitos benéficos (KNEKT *et al.*, 2002; HUXLEY e NEIL, 2003), motivo pelo qual são considerados alimentos funcionais pois, além de contribuírem para a nutrição básica, promovem a saúde.

Considerando a ampla diversidade da flora nativa existente em nossos biomas e a predileção da população, principalmente de baixa renda, por determinados frutos desses locais, parece razoável investir em pesquisas que busquem identificar constituintes com

propriedades funcionais nessas frutas com o propósito de proporcionar melhor qualidade de vida à população.

Nesse contexto, destaca-se o pequi, fruto nativo do cerrado, segundo maior bioma da América do Sul, por ser largamente consumido pela população. Estudos relacionados às propriedades antioxidantes deste fruto ainda são incipientes e restritos a algumas espécies existentes.

Roesler *et al.*, (2007) trabalhando *in vitro* com a espécie *C. brasiliense*, classificam como excelente a atividade do extrato etanólico e aquoso de sua casca (IC₅₀ 9,44 e 17,98 µ/mL) no seqüestro de radicais DPPH*. No ano seguinte, estes mesmos autores, com a mesma espécie, apontam os compostos fenólicos, presentes no extrato etanólico da sua casca, como os prováveis responsáveis pela sua atividade antioxidante (ROESLER *et al.*, 2008).

2.4.6 – Outros componentes nutricionais da polpa

Os consumidores têm conhecimento do sabor do pequi na alimentação, mas a sua importância nutricional, requer estudos mais amplos dada a variabilidade existente entre os resultados reportados na literatura, principalmente, em relação ao teor de provitamina A. Na Tabela 4, são apresentados os valores para as vitaminas C, B1, B2, Niacina, Caroteno e provitamina A, da polpa, segundo alguns autores.

Tabela 4 - Componentes nutricionais da polpa de pequi (*C. brasiliense*)

Vitamina	Carvalho e Burger, (1960)	Rodriguez-Amaya, (1993)	Ramos <i>et al.</i> , (2001)
Provitamina A (RE/100g)	20.000	54	494
Vitamina C (mg/100g)	12,09	-	-
Tiamina (B ₁) µg/100g	29,77	-	-
Riboflavina (B ₂) µg/100g	46,3	-	-
Niacina (Ácido nicotínico) µg/100g	35,5	-	-
Caroteno mg/100g	120	-	-

2.5 - UTILIZAÇÃO

Diversas são as formas de utilização do pequizeiro (fruto e planta), independente da espécie. Para um melhor entendimento dessa multiplicidade de usos, as mesmas serão apresentadas de forma compartmentalizada.

2.5.1 - Polpa

O fruto não é consumido *in natura*, sendo o seu consumo direto na culinária, cozido com frango ou com arroz. Especificamente, na Região Sul do Ceará também é cozido com feijão e na forma de farofa. A polpa é utilizada na produção de geléias, doces, ração para porcos e galinhas e obtenção do óleo. Da polpa fermentada é produzido um tipo de licor bastante conhecido e apreciado em algumas regiões do País. Na tentativa de dispor do fruto na entressafra, algumas cooperativas do Norte de Minas, assessoram produtores em processos de produção, beneficiamento e comercialização de diversos produtos, tais como, a polpa congelada e diversos tipos de pequi em conserva (OURO..., 2006). Com ações dessa natureza consegue-se agregar cerca de 50% do valor em relação ao produto *in natura* (COOPERATIVA..., 2006).

2.5.2 - Óleo

O óleo tem diversas utilidades além da culinária, o foco central de uso desse produto. É utilizado na indústria de cosméticos (cremes), de limpeza (sabões), e na indústria de fármacos (OLIVEIRA, 1988), mesmo sem a existência de informações advindas de

pesquisas. Porém, como a polpa (*C. brasiliense*) tem, em média, cerca de 200.000 UI de vitamina A (CARVALHO e BURGUER, 1960), pelo menos no suprimento dessa vitamina é garantido algum efeito benéfico à saúde humana. Na Tabela 5, é apresentada a composição, em ácidos graxos da polpa e da amêndoa do pequi.

Tabela 5 – Composição percentual de ácidos graxos da polpa e amêndoa de pequi (*C. brasiliense*).*

Ácidos graxos	(%)	
	Polpa	Amêndoa
Láurico (C12:0)	0,04 ± 0,00	nd
Mirístico (C14:0)	0,13 ± 0,01	0,46 ± 0,01
Palmítico (C16:0)	35,17 ± 0,27	43,76 ± 0,04
Palmitoléico (C16:1)	1,03 ± 0,00	1,23 ± 0,03
Esteárico (C18:1n-9)	2,25 ± 0,04	2,54 ± 0,06
Oléico (C18:1 n-9)	55,87 ± 0,30	43,59 ± 0,16
Cis-vacênico (C18:1 n-7)	1,90 ± 0,08	1,38 ± 0,01
Linoléico (C18:2)	1,53 ± 0,02	5,51 ± 0,08
α -linolênico (C18:3)	0,45 ± 0,00	0,09 ± 0,00
Araquídico (C20:0)	0,23 ± 0,00	0,20 ± 0,00
Gadoléico (C20:1)	0,27 ± 0,01	0,04 ± 0,00
Docosaexaenóico (C22:6)	nd	0,19 ± 0,02
Total de saturados	37,97	47,17
Total de insaturados	61,35	52,48
Não identificados	0,68	0,35

* Valores expressos como média ± desvio padrão; nd = não detectado;

Fonte: Lima *et al.*, (2007)

O óleo de pequi tem potencial de uso na produção de combustíveis e lubrificantes, conforme alguns estudos realizados na USP, Ribeirão Preto, São Paulo (USP, 2005). Pesquisas revelam na sua primeira fase, que misturado ao diesel, ele reduz em 30% a emissão

de poluentes (NOVA..., 2006). O potencial como biocombustível se deve à vantagem comparativa com outras oleaginosas em termos de produção. Assim, enquanto o pequizeiro pode produzir até 3.200 L/ha de biodiesel, a soja rende 400 L/ha. (NOVA ..., 2006). Embora algumas plantas nativas apresentem bons resultados em laboratórios, como o pequi, o buriti e a macaúba, é evidente que existe, ainda, uma enorme distância entre esse potencial, e a possibilidade real de viabilização comercial de combustíveis do pequi, em razão da inexistência de sistemas de produção e cultivos do pequizeiro.

2.5.3 - Madeira

A madeira seca com densidade de 860 kg/m^3 (PAULA e ALVES, 1997), é considerada de boa qualidade e de grande resistência aos agentes de deterioração. Tem tido diversas utilizações na fabricação de móveis rústicos, caibros, dormentes, moirões, postes, esteios, xilografia, construção civil, e em embarcações, além de outro uso, menos indicado, como a produção de carvão. Sua casca produz material tintorial de cor amarelo-acastanhada, utilizada por tecelãs (ALMEIDA e SILVA 1994). A utilização da madeira pode resultar em benefícios para os que a exploram e os que se utilizam dos seus produtos, porém causa danos irreparáveis aos ecossistemas de onde são retiradas, em razão da não inexistência de programas de manejo e uso da espécie como madeireira. No Piauí, por exemplo, já foi constatado um estágio avançado de erradicação de plantas para a fabricação de carvão, cercas e utensílios domésticos, principalmente na região de Piripiri (CEPA, 1984).

2.5.4 – Casca do fruto

Algumas vezes, tem sido empregada na alimentação de bovinos, porém, na alimentação humana é mais útil, em virtude do elevado teor de fibra alimentar. Barbosa e

Amante (2002) elaboraram e caracterizaram a farinha da casca tendo encontrado 5,76% de proteína, superior ao da farinha de trigo (1,76%), 1,54% de lipídios, equivalente ao da farinha de trigo (1,3%), com 80% de rendimento de extração. Os carboidratos totais representam 50,94%, superior às polpas de araticum (21,50%), pequi (19,66%), buriti (17,19%) e mangaba (8,41%) (SANO e ALMEIDA, 1998). O teor de fibra alimentar foi de 39,97%, superior ao encontrado no fubá integral (1,2%) (EL-DASH *et al.*, 1994), na farinha de soja integral (3,3%) (EL-DASH *et al.*, 1994) e na polpa de pequi (11,60%) (SANO e ALMEIDA, 1998).

2.5.5 - Outras utilizações

A busca por fitoterápicos como alternativa aos quimioterápicos para tratamento de diversas enfermidades, tem levado à identificação de diversas espécies nativas com potencial de produção de substâncias de interesse farmacológicos. Entre essas, *C. brasiliense* tem apresentado propriedades terapêuticas no tratamento de enfermidades, como micoses, em função dos efeitos colaterais dos antifúngicos convencionais, e redução dos efeitos adversos da quimioterapia (PASSOS *et al.*, 2002; O PODER..., 2006).

2.5.5.1 - Atividade antimicótica

À planta e aos seus frutos são atribuídas diversas propriedades medicinais como a atividade antifúngica encontrada na folha, no óleo essencial da semente, além da ação dos óleos fixos da amêndoa e da semente de *C. brasiliense* Camb. sobre diversos microrganismos (*Cryptococcus neoformans* var. *neoformans* e *Cryptococcus neoformans* var. *gatti*). (PASSOS *et al.*, 2002).

2.6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das informações disponíveis com o gênero *Caryocar*, basicamente centradas na espécie *C. brasiliense*, permite tecer algumas considerações gerais sobre o potencial do pequizeiro (*C. coriaceum*) em termos de futuro.

Em primeiro lugar, ainda não é possível organizar um sistema de produção completo, pois dependeria do emprego de mudas selecionadas. Para que isso ocorra, há necessidade de um trabalho de prospecção nas áreas de ocorrência para a identificação de genótipos superiores e de estudos que possam viabilizar a propagação assexuada da planta;

No processo de seleção de genótipos superiores, além dos aspectos agronômicos, devem ser priorizados as características do fruto, principalmente no que diz respeito ao rendimento em polpa e teor de lipídios; Em relação ao pequi sem espinhos no caroço, fica a expectativa de resultados promissores, para que se torne uma fruta de mercado à médio prazo.

Convém ressaltar que as áreas indicadas para possíveis cultivos comerciais devem ser, de início, aquelas onde a planta ocorre naturalmente, e que apresente condições edafo - climáticas favoráveis;

Finalmente, evidencia-se a necessidade de formação de grupos de pesquisa que incluam especialistas na área de ciência e tecnologia de alimentos e agrônômica tendo em vista o desenvolvimento do agronegócio pequi.

2.7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGOKE, G. O.; KUMAR, M. N.; GOPALAKRISHNA, A. G.; VARDARAJ, M. C.; SAMBAIAH, K.; LOKESH, B. R. Antioxidants and lipid oxidation in food – a critical appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, v.35, p.283-298, 1998.

AHERNE, S.A.; O'BRIEN, N.M. Dietary flavonols: chemistry, food content, and, metabolism. **Nutrition**. New York: v.18, n.1, p.75-81, 2002.

ALMEIDA JÚNIOR, J.M.G. Uma proposta de ecologia humana para o cerrado. In: PINTO, M.N. (org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2ed. Brasília: Universidade de Brasília, 1993. p.569-583.

ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M., RIBEIRO, J.F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464p.

ALMEIDA, S.P.; SILVA, J.A. **Piqui e buriti: importância alimentar para a população dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1994. 38p.

ANTOLOVICH, M.; PRENZLER, K. R.; RYAN, D. Sample preparation in the determination of phenolic compounds in fruits. **Analyst**, n.125, p.989-1009, 2000.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v.54, p.3-47, 1994.

AZEVEDO-MELEIRO, C.H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Confirmation of the identity of the carotenoids of tropical fruits by HPLC-DAD and HPLC-MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.17, p.385-396, 2004.

BARBOSA, R.C.M.V.; AMANTE, E.R. Farinha da casca do pequi (*Caryocar brasiliense*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002. 1CD-ROM.

BARRADAS, M. M. Informações sobre floração, frutificação e dispersão do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb. - Caryocaraceae). **Ciência e Cultura**, v.24, n.11, p.1063-1068, nov. 1972.

BENDER, D.A. As vitaminas. In: GIBNEY, M.J.; VORSTER, H.H.; KOK, F.J. (Ed.). **Introdução à nutrição humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. cap.8, p.114-161.

BURNS, J.; GARDNER, P. T.; MATTHEWS, D.; DUTHIE, G.G.; LEAN, M.E.J.; CROZIER, A. Extraction of phenolics and changes in antioxidant activity of red wines during

vinification **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Chicago: v.49, p.5797-5808, 2001.

CARVALHO, M. C.; BURGER, O. N. **Contribuição ao estudo do pequi de Brasília**. Brasília, DF: SPS, 1960. 15p. (Coleção Estudo e Pesquisa Alimentar, 50).

CASTRO, A.A.J.F. Características da vegetação do Meio Norte. In: SIMPÓSIO SOBRE OS CERRADOS DO MEIO-NORTE, 1., 1997, Teresina. Cerrados: uma benção para a natureza: **Anais...** Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1997. p.45-56.

CEPA. COMISSÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA. **Experimentos integrados para desenvolvimento da cultura do pequi e seu aproveitamento industrial: relatório de pesquisa**. Teresina, 1984. 17p.

CHEN, Z. Y.; CHAN, P. T.; ZHANG, Z.; CHUNG, H. Y. Antioxidative activity of green tea catechin extract compared with that of Rosemey extract. **Journal Analytical Official Chemistry Society**, v.75, n.9, p.327-333, 1998.

CHRISTEN, Y. Oxidative stress and Alzheimer's disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.71, 621S-629S, 2000.

COOPERATIVA faz sucesso com polpas. **Panorama Brasil**. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=3662>. Acesso em: 22 out.2006.

COUTINHO, A.C. Monitoramento de áreas de cerrado através da utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. In: SIMPÓSIO SOBRE OS CERRADOS DO MEIO-NORTE. 1., 1997, Teresina. **Cerrados: uma benção para a natureza: anais**. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1997. p.17-19.

DOMBROSKI, J.L.D. **Estudos sobre a propagação do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. 1997. 78f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

DUTHIE, G. G.; GARDNER, P. T.; Kyle, J. A. M. Plant polyphenols: Are they the new magic bullet? **Proceedings of the Nutrition Society**, 62, 599–603, 2003.

EL-DASH, A.; CABRAL, L. C; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e soja na produção de pães**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. v. 3.

FERREIRA, F.R.; BIANCO, S.; DURIGAN, J.F.; BELINGIERI, P.A. Caracterização física e química de frutos maduros de pequi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas, **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. v.2, p.643-646.

FRANCO, G. **Tabela de composição química de alimentos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1992. 307p.

FRANCO, L. M. L.; UMMUS, M.E.; LUZ, R.A. A distribuição do pequi (*Caryocar brasiliense*) na estação ecológica de Itirapina, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 6, 2004, Goiânia. **Caderno de resumos...** Goiânia: AGB, 2004. p.253.

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

GOIÁS. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento Centrais de Abastecimento do Goiás. **Análise Conjuntural**. Goiânia, 2002.

GOMES, J.V.F.; VILAS BOAS, E.V. de B.; DE PAULA, N.R.F.; RODRIGUES, L.J. Caracterização da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense*) produzido nas regiões Norte e Sul de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 5. Campinas. **Livro de resumos...** Campinas: SBCTA, 2003. 1 CD-ROM.

GRIBEL, R. **Ecologia da polinização e da dispersão de *Caryocar brasiliense* Camb. (*Caryocaraceae*) na região do Distrito Federal**. 1986. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Departamento de Biologia Vegetal, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

HERINGER, E. P. Pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Cambess). In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL, 11., 1960, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Instituto Agrônomo de Minas Gerais, 1962. p. 113-118.

HIANE, P.A.; RAMOS FILHO, M.M.; BARROCAS, G.E.G. Teores de minerais de alguns frutos do Estado de Mato Grosso do Sul. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**. Campo Grande, v.10, n.2, p.209-214, 1992.

HUXLEY, R. R.; NEIL, H. A. W. The relationship between dietary flavonol intake and coronary heart disease mortality: A meta-analysis of prospective cohort studies. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.57, n.8, p.904-908, 2003.

KERR, W.E.; SILVA, F.R.; TCHUCARRAMAE, B. Pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). Informações preliminares sobre um pequi sem espinhos no caroço. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.1, p.169-171, 2007.

KNEKT, P.; KUMPULAINEN, J.; JARVINEN, R.; RISSANEN, H.; HELIOVAARA, M.; REUNANEN, A.; HAKULINEN, T.; AROMAA, A. Flavonoid intake and the risk of chronic diseases. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.76, n.3, p.560-568, 2002.

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

LIMA, A.; SILVA, A.M.O.; TRINDADE, R.A.; TORRES, R.P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.695-698, 2007.

LIMA, M.T. **Caracterização química e física do fruto do pequi (Caryocar coriaceum Wittm.)**. 1980. 61f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1980.

LIU, S.; MANSON, J. E.; LEE, I. M.; COLE, S. R.; HENNEKENS, C. H.; WILLETT, W. C.; BURING, J.E. Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease: The women's health study. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.72, n.4, p.922-928, 2000.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 352p.

MACEDO, J.F. **Pequi: do plantio à mesa**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2005. 44p. (Boletim Técnico, 76).

MAKRIS, D.P.; PSARRA, E.; KALLITHRAKA, S.; KEFALAS, P. The effect of polyphenolic composition as related to antioxidant capacity in white wines. **Food Research International**, v.36, p.805-814, 2003.

MARX, F.; ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G. Chemical composition of the fruit pulp of *Caryocar villosum*. **Food Research and Technology**, v.204, p.442-444, 1997.

MCCORD, J. M. Free radicals and pro-oxidants in health and nutrition. **Food. Technology**. v.48, n.3, p.106-110, 1994.

MELO JÚNIOR, A.F. de. **Variabilidade genética em populações naturais de pequi (Caryocar brasiliense Camb.) caracterizada por meio de isoenzimas**. 2003. 82f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MELO, J. T. de. **Fatores relacionados com a dormência de sementes de pequi (Caryocar brasiliense Camb.)**. 1987. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba, Piracicaba.

MIRANDA, J. de S.; MATOS, M.A. de O.; SILVA, H.; SILVA, A.A.Q. de. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas e frutos de piqui. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987. Campinas, **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. v.2, p.653-657.

MIRANDA, J. de S.; OLIVEIRA FILHO, J.L. **Fenologia e produção do piqui (*Caryocar* sp) em região de ocorrência natural da espécie no estado do Piauí.** Teresina: EMBRAPA-UEPAE: Teresina, 1990. 4p. (EMBRAPA – UEPAE DE TERESINA. Pesquisa em Andamento, 51).

NASCIMENTO, V.M.; XAVIER, A.A.; CORRÊA, L.S.; VALERIO FILHO, W.V. Physical and chemical characteristics of fruit of native's species on the Brazilian Cerrado. **Acta Horticulture**, v.370, p.113-116, 1995.

NAVES, R.V. et al. Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. CD-ROM.

NOVA fonte de combustível. Globo Rural. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=4433> Acesso em: 25 out, 2006.

O PODER de cura dos frutos. Disponível em: http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=6682. Acesso em: 23 out. 2006.

OLIVEIRA, K.A.K.B. de. **Variabilidade genética entre e dentro de populações de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).** 1998. 92f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

OLIVEIRA, M.N.S.; MERCADANTE-SIMÕES, M.O.; LOPES, P.S.N.; RIBEIRO, L.M.; GUSMÃO, E. Estádios de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb). In: CONGRESSO NACIONAL, 55; ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS DE MG, BA e ES, 26., 2004, Viçosa. **Livro de resumos...** Viçosa: SBB, 2004. 1CD- ROM.

OLIVEIRA, S. de. **Pequi.** Globo Rural, São Paulo, v. 4, n.38, p.80-83, nov./dez. 1988.

OURO do Cerrado. **Minas Faz Ciência**, n.27, p.38-41, set./nov. 2006.

PASSOS, X.S.; SANTOS, S. da C. FERRI, P.H.; FERNANDES, O. de F.L.; PAULA, T. de F.; GARCIA, A.C.F.; SILVA, M. do R.R. Atividade antifúngica de *Caryocar brasiliensis* (Caryocaraceae) sobre *Cryptococcus neoformans*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.35, n.6, p.623-627, nov./dez. 2002.

PAULA, E.P.; ALVES, J.L.H. **Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso.** Brasília: Fundação Mokiti Okada, 1997. 541p.

PEIXOTO, A.R. O pequi e a lavoura no Cerrado. In: Peixoto, A.R (Ed.). **Plantas oleaginosas arbóreas.** São Paulo: Nobel, 1973. p. 197-226.

PEREIRA, A.V.; SALVIANO, A.; PEREIRA, E.B.C.; SILVA, J.A. da; SILVA, D.B. da; JUNQUEIRA, N.T.V. **Pequi**: produção de mudas. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000. 2 p. (Embrapa Cerrados. Recomendações Técnicas, 1).

RAMOS, M.I.L.; UMAKI, M.C.S.; HIANE, P.A.; RAMOS FILHO, M.M. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenóides pró-vitamínicos “A” da polpa do piqui (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**. Curitiba, v.19, n.1, p.23-32, jan./jun. 2001.

RATTER, J.A.; RIBEIRO, J.F. Biodiversity of the flora of the Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília. Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados: **Anais**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 3-5.

RIZZINI, C.T. A flora do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 2., 1963, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EDUSP, 1963. p.125-177.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Nature and distribution of carotenoids in foods. In: Charalambous G. (Ed.). **Shelf - life studies of foods and beverages**: chemical, biological, physical and nutritional aspects. Amsterdam: Elsevier, 1993. p.547-589.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. **Harvest Plus handbook for carotenoid analysis**. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 2004, 57p. (HarvestPlus Technical Monography, series 2).

ROESLER, R.; CATHARINO, R.R.; MALTA, L.G.; EBERLIN, M.N.; PASTORE, G. Antioxidant activity of *Caryocar brasiliense* (pequi) and characterization of components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, v.110, p.711-717, 2008.

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

SALVIANO, A.; GUERRA, A.F.; GOMES, A.C. Avaliação agronômica do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. 1CD-ROM.

SANO, S. M; ALMEIDA, S. P. **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556 p.

SANTANA, J. das G. **Caracterização de ambientes de cerrado com alta densidade de pequizeiros (*Caryocar brasiliense* Camb.) na região Sudeste do Estado de Goiás**. 2002. 101f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SANTOS, B.R. **Micropropagação do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. 2004. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C.C.; KREWER, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago: v.50, n.8, p.2432-2438, 2002.

SIES, H.; STAHL, W. Vitamins E and C, beta-carotene, and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.62, p.1315S-1321S, 1995.

SILVA, D.B. da.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SILVA, J.A. da; PEREIRA, A.V.; SALVIANO, A.; JUNQUEIRA, G.D. Avaliação do potencial da produção do “pequizeiro-anão” sob condições naturais na região sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.726-729, dez. 2001.

SILVA, J.A. da. **O cultivo do pequizeiro**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 2p. (EMBRAPA-CPAC.. Guia Técnico do Produtor Rural, 10).

SILVA, M. A. P. da; MEDEIROS FILHO, S. Morfologia de fruto, semente e plântula de piqui (*Caryocar coriaceum* Wittm.). **Revista Ciência Agronômica**, v.37, p.320-325, 2006.

SILVA, R.F. da; CARVALHO, J.E.U. de; MÜLLER, C.H. Biometria e composição centesimal de frutas da Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. p.22-26.

TOMBOLATO, A.F.C.; VEIGA, R.F.A.; BARBOSA, W.; COSTA, A.A.; BENATTI JÚNIOR, R.; PIRES, E.G. Domesticação e pré-melhoramento de plantas: I. Ornamentais. **O Agrônomo**, v.56, p.12-14, 2004.

TRINDADE, M. da G., CHAVES, L.J., VELOSO, R.N., BORGES, J.D. Variabilidade genética entre progênes e subpopulações de caracteres do fruto e da semente de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 1998, Goiânia. **Resumos dos trabalhos....** Goiânia: UFG, 1998. p.146.

USP. Agência USP de Notícias. **Laboratório testa biodiesel com óleos de plantas brasileiras em veículos e locomotivas**. São Paulo, 12/12/2003 - Boletim nº 1336. Disponível em: <<http://www.usp.br/agen/bols/2003/rede1336.htm#primdestaq>> Acesso em: 5 set. 2005.

VERA, R.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. do; CHAVES, L. J.; LENDRO, W. M.; SOUZA, E. R. B. de. Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, p.71-79, 2005.

VERA, R.; SOUZA, E. R. B. de.; FERNANDES, E. P.; NAVES, R. V.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; XIMENES, P. A. Caracterização física e química de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) oriundos de duas regiões no estado de Goiás, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, p.93-99, 2007.

VILELA, G.F. **Variações em populações naturais de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae):** fenológicas, genéticas e de valores nutricionais de frutos. 1998. 88f. Dissertação (Mestrado Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VILELA, G.F; ROSADO, S.C.S.R.; GAVILANES, M.L.; CARVALHO, D. Variação intra e interpopulacional em pequi – *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae). I. Carotenóides. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 4., 1996, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: Biosfera, 1996, v. 4. p. 307-309.

3 - Métodos

3 - MÉTODOS

3.1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

3.1.1 - Coleta dos frutos

As expedições de coleta dos pequis foram realizadas durante a safra de 2007, nos meses de janeiro a março, na Chapada do Araripe – CE, nas regiões tradicionalmente produtoras do fruto (Licença nº 029/2006NP/COGEF) (Anexos A e B). As plantas foram selecionadas em função da quantidade de frutos no solo, (mais de 60 unidades), uma vez que o IBAMA só permite coletar os pequis do solo. Um total de 35 plantas foram georeferenciadas para permitir sua identificação em futuros estudos. Os frutos foram colhidos nos municípios de Crato, Barbalha, Missão Velha e Jardim, no Cariri Cearense (Figura 4).

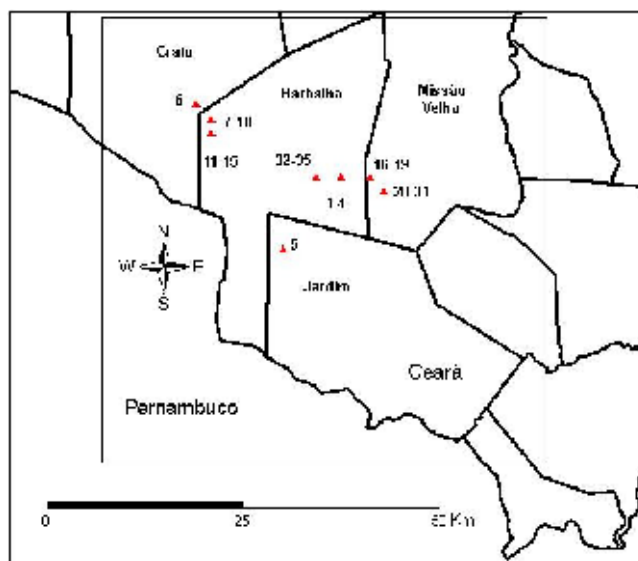


Figura 4 - Localização geográfica dos pontos de coleta, no Estado do Ceará.

Após a coleta, os frutos foram acondicionados em sacos plásticos e colocados em caixas de plástico, forradas com uma camada de esponja, deixados em local fresco e seco e, em seguida, transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, onde foram armazenados em câmara à temperatura média de $25^{\circ} \pm 3^{\circ} \text{ C}$ até o momento da realização dos ensaios analíticos. Para a caracterização física, utilizou-se amostra aleatória de 25 frutos por planta, tendo-se o cuidado de selecionar aqueles sem danos mecânicos, em estágio de maturação aparente – casca verde claro - totalizando 875 unidades que foram devidamente codificadas.

3.1.2 - Avaliações

Em cada fruto/planta foram efetuadas as seguintes determinações: peso do fruto inteiro, altura e diâmetros (maior, D1 e menor, D2, ambos obtidos na posição equatorial); peso da casca, espessura (maior e menor) e rendimento em casca; número de caroços, peso do caroço com e sem polpa, altura e diâmetros (conforme descrito acima); peso e rendimento da amêndoa e peso e rendimento da polpa. Os pesos foram obtidos em balança semi-analítica digital marca BEL e as demais medidas por meio de paquímetro digital marca Sylvac Fowler, cujos resultados foram expressos em gramas e milímetros, respectivamente. A Figura 5 ilustra as medidas de diâmetro e altura realizadas no fruto íntegro.

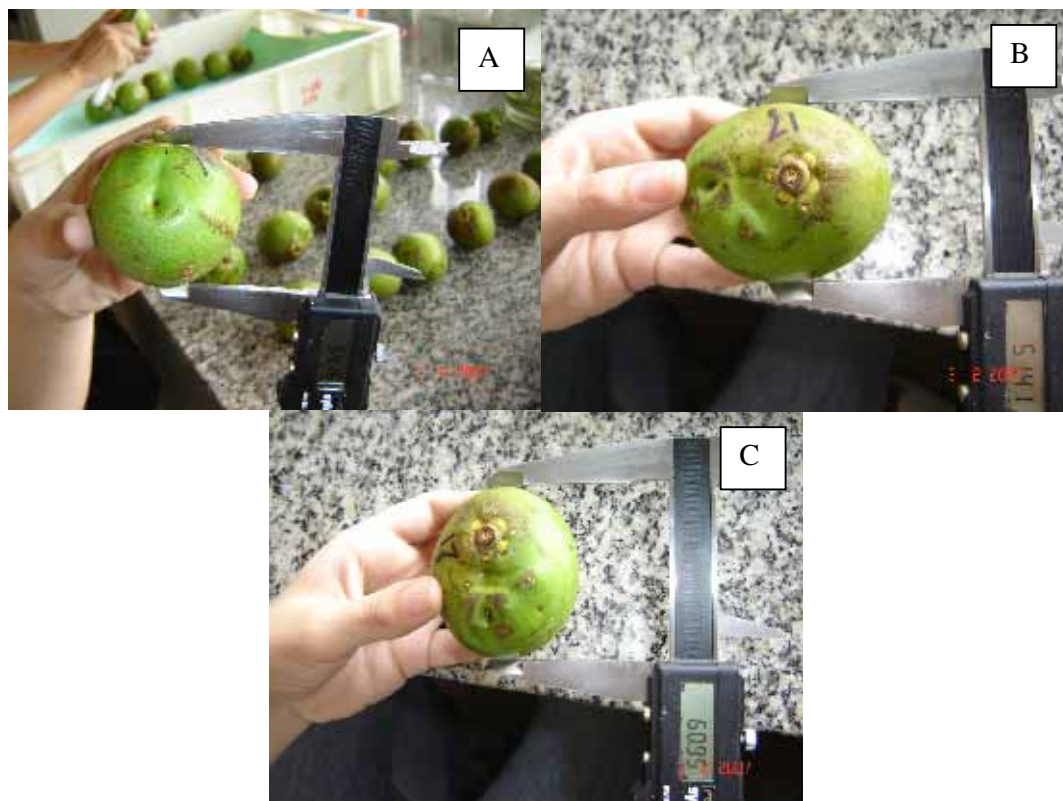


Figura 5 – Avaliações físicas: (A) altura do fruto integral; (B) diâmetro menor – D2; (C) diâmetro maior – D1.

O rendimento em casca foi obtido dividindo-se a massa da casca (g) pela massa total do fruto (g). O resultado multiplicado por 100 foi expresso em porcentagem, e assim, analogamente, foi feito para os rendimentos em polpa e amêndoa.

A cor da casca e da polpa (Figura 6) foi medida em duas posições do fruto pelo sistema CIELAB por meio de colorímetro Minolta, modelo Chroma Meter CR – 300 (Konica Minolta Sensing, Inc.), definido por três eixos perpendiculares: eixo L* (luminosidade) varia de preto (0) ao branco (100); eixo a*, do verde (-a) ao vermelho (+a) e eixo b*, do azul (-b) ao amarelo (+b), (CIE, 1986).



Figura 6 – Medida de cor da polpa de pequi (*C. coriaceum* Wittm.)

3.1.3 - Análise estatística

Os resultados das avaliações físicas foram analisados por estatísticas descritivas utilizando-se medida de tendência central e de variabilidade de dados. Foram utilizadas também análises estatísticas multivariadas, usando-se as técnicas de análise de componentes principais (ACP) e análise hierárquica de agrupamento (SAS INSTITUTE INC, 2000) que foram aplicadas à matriz de dados. Não foi realizado teste de médias, devido a não ser utilizado delineamento experimental neste tipo de trabalho.

3.2 – CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E COMPOSTOS BIOATIVOS

3.2.1 – pH

Determinou-se diretamente na polpa diluída (5 g em 25 mL de água destilada), utilizando-se um potenciômetro (Mettler modelo DL 12) com membrana de vidro (AOAC, 2002).

3.2.2 - Sólidos Solúveis Totais- SST

Pesou-se 2,5 g da polpa de pequi, diluiu-se para 25 mL e, após filtração em papel de filtro, foi efetuada a leitura (°Brix) em refratômetro digital de marca ATAGO PR-101 com escala variando de 0 a 45 °Brix, de acordo com a metodologia recomendada pela *ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY* (AOAC, 2002). A leitura foi multiplicada por dez e os resultados expressos em °Brix.

3.2.3- Acidez Total Titulável - ATT

Determinada através da diluição de 3 g de polpa fresca para 50 ml de água destilada titulando com solução de NaOH (0,1 N) até pH 8,1 em titulador automático (Mettler modelo DL 12). Os resultados foram expressos em percentagem, conforme o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005).

3.2.4 – Açúcares Solúveis totais (AST)

Determinados pelo método de antrona segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954). Pesou-se 0,5 g de polpa fresca que foi diluída em etanol a 80 % (devido à presença de amido) e, a seguir, transferida quantitativamente para balão volumétrico de 50 mL, deixando-se extrair por 15 minutos, em seguida, filtrada foi para um Becker. Pipetou-se uma alíquota de 50 µL do Becker para tubos de ensaio e 9,5 µL de água. Os tubos contendo a amostra foram colocados em banho de gelo e, após receberem 2 mL de antrona (reativo), foram agitados e colocados em banho-maria a 100 °C por 8 minutos e imediatamente devolvidos ao banho de gelo. Os açúcares totais foram quantificados por espectrofotometria (Spectronic Genesys 2) no comprimento de onda de 620 nm, utilizando uma curva padrão de glicose (100 µg/mL) com intervalo de 0 a 40 µg. Os resultados foram expressos em %.

3.2.5 – Proteína

Utilizou-se o método micro Kjeldahl (SILVA, 1999). Pesou-se cerca de 0,2 g de polpa fresca, colocou-se no frasco digestor contendo 1,5g da mistura digestora (94 g de sulfato de potássio e sulfato de cobre e 1g de selênio) e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. A seguir, levou-se para digestão em bloco digestor por 3h em capela com dispositivo para exaustão de gases. Após a mistura apresentar-se totalmente translúcida, deixou-se esfriar e transferiu-se, quantitativamente, seu conteúdo para tubos, com a ajuda de 10 mL de água destilada, os quais foram levados para destilação, utilizando - se como solução receptora 10 mL de ácido bórico 2% adicionada de indicador misto. No frasco de destilação, contendo a amostra digerida, colocou-se 10 mL de NaOH 50%, algumas gotas de fenolftaleína e levou-se para destilação, após certificar-se que a boca do condensador estava imersa nessa solução. Após haver destilado cerca de 100 mL, retirou-se o frasco receptor, deixou-se esfriar e procedeu-se a titulação com HCl 0,02 N.

3.2.6 – Atividade de água

A atividade de água foi medida por método instrumental em aparelho específico (Aqualab CX-2 Decagon).

3.2.7 – Lipídios

Utilizou-se o método descrito nas Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). Pesou-se cerca de 5 g de amostra fresca, dessecou-se em estufa a 105°C e transferiu-se para o cartucho de aparelho extrator de Soxhlet. Os balões onde os lipídios ficaram retidos foram previamente tarados e colocados em refluxo com hexano, por 6h. A seguir, o solvente foi evaporado e o balão contendo os lipídios colocado em estufa a 105°C, resfriando-se em dessecador. As operações de aquecimento (30 minutos na estufa) e resfriamento foram repetidas até peso constante.

3.2.8 - Cinzas

Utilizou-se o método descrito nas Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). Pesou-se 5 g de amostra fresca em cápsulas de porcelana, previamente aquecida em mufla a 550°C, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. Levou-se para incineração em mufla a 550°C, aumentando-se a temperatura gradativamente. Após 8h, a amostra foi retirada e resfriada em dessecador e pesada. Estas operações foram repetidas até peso constante.

3.2.9 – Umidade

Utilizou-se o método descrito nas Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). Pesou-se 5 gramas de amostra fresca em cápsula de porcelana, previamente aquecida em estufa a 70°C, por 1h, resfriando em dessecador e pesada. Aqueceu-se em estufa à vácuo por 6h a 70°C. A amostra foi retirada e resfriada em dessecador e pesada. Estas operações foram repetidas até peso constante.

3.2.10 – Carboidratos totais

Os carboidratos totais foram obtidos por diferença (IBGE, 1999).

3.2.11 – Valor energético total (VET)

O valor energético total foi estimado considerando-se os fatores de conversão de Atawer de 4 Kcal/g de proteína, 4 Kcal/g de carboidrato e 9 Kcal/g de lipídio e depois feito o somatório desses valores (LEHNINGER, 1986).

3.2.12 – Carotenóides totais

A extração dos carotenóides foi realizada conforme procedimento descrito por Rodriguez - Amaya, (1999), com algumas modificações. Pesou-se cerca de 5 g de polpa fresca de pequi em frasco escuro e em ambiente com redução de luminosidade. Transferiu-se, quantitativamente a amostra para gral de porcelana, adicionou-se celite e macerou-se com pistilo (ao abrigo da luz), a seguir, adicionou-se em torno de 80 mL de acetona gelada e continuou-se macerando para extrair os pigmentos. O material foi filtrado a vácuo em funil de Buchner sinterizado. A extração com acetona foi repetida até o resíduo do filtro se tornar o mais branco possível. Em seguida, o filtrado foi transferido, aos poucos, para funil de separação, contendo 50 mL de solução resfriada de éter de petróleo + éter etílico (1:1), para que ocorresse a transferência dos pigmentos da acetona para essa solução. Adicionou-se cerca de 20 mL de água destilada e aguardou-se um pouco até haver a separação das fases, quando então descartou-se a fase aquosa (inferior). Repetiu-se a lavagem com água até todo o volume do filtrado ter sido particionado. A solução contendo os pigmentos foi filtrada em lâ de vidro e sulfato de sódio anidro para balões volumétricos de 100 mL completando-se o volume com éter de petróleo. As leituras dos carotenóides totais foram realizadas no comprimento de onda de máxima absorção em éter de petróleo (450 nm), conforme Rodriguez-Amaya (1989), em espectrofotômetro UV-VIS Varian Cary 50 Conc., e o cálculo usando-se coeficiente de absorção de 2500, sendo os resultados expressos como μg em equivalentes de β -caroteno/g de amostra.

3.2.13 – Minerais

Os extratos, para a análise de minerais, foram obtidos por digestão úmida em solução nítrico-perclórica na proporção $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ (3:1 v/v), conforme descrito por Silva (1999). À cerca de 0,5 g de amostra seca (à vácuo e à 70°C), adicionou-se 8,0 mL da solução de nítrico-perclórica. A mistura permaneceu sob aquecimento durante 4 horas a 200°C em bloco digestor marca TECNAL, modelo TE 007D, até se tornar uma solução clara, indicando

completa digestão da amostra, quando então, deixou-se reduzir o volume para aproximadamente 1,5 mL. Transferiu-se esse volume para balão volumétrico de 50 mL e aferiu-se o volume com água deionizada que se constituiu nos extratos para análise dos minerais. Foram preparados brancos para as determinações, utilizando-se água deionizada nas mesmas condições utilizadas para obtenção das soluções das amostras (extratos). A análise de minerais foi realizada em triplicata nas 11 plantas (polpa e amêndoa), escolhidas por região de coleta.

Potássio e Sódio - tomou-se 1 mL do extrato e acrescentaram-se 9 mL de água deionizada, realizou-se a leitura através de fotometria de chama e os resultados foram expressos em mg/100g de polpa.

Fósforo - Determinado pelo método azul de molibdênio. Tomou-se 1 mL do extrato, acrescentaram-se 4 mL de água deionizada e 10 mL de solução diluída de molibdato de amônio, colocado uma pequena porção de ácido ascórbico, seguido de agitação. Após 30 minutos, procedeu-se a leitura em Espectrofotômetro - Plus marca FEMTO em comprimento de onda de 660 nm. Os resultados foram expressos em mg/100g de polpa (SILVA, 1999).

Ferro, Cobre, Manganês e Zinco - Para a determinação desses minerais foi realizada a leitura diretamente do extrato em espectrofotômetro de absorção atômica marca Perkin-Elmer, modelo A-Analyst 300 (PERKIN-ELMER, 1996). Os resultados foram expressos em mg/100g de polpa

Cálcio e Magnésio - Tomou-se 1 mL do extrato e acrescentaram-se 19 mL de água deionizada, dessa mistura foram retirados 2 mL e adicionados 8 mL de solução de lantânio (10g/L), supressor de interferências. As leituras foram efetuadas em espectrofotômetro de absorção atômica marca Perkin Elmer, modelo A - Analyst 300. Os resultados foram expressos em mg/100g de polpa (PERKIN-ELMER, 1996).

3.2.14 - Obtenção de extratos de compostos bioativos

O procedimento de extração, para determinação da atividade antioxidante, seguiu protocolo do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós – Colheita da Embrapa

Agroindústria Tropical de Fortaleza – CE (RUFINO *et al.*, 2006). Pesou-se 4 g de amostra seca de polpa (conforme procedimento de determinação de umidade, anteriormente descrito) em um Becker, adicionou-se 40 mL de hexano para desengordurar a amostra. A seguir, o Becker coberto com filme de PVC para não evaporar o solvente e foi deixado em repouso durante a noite, à temperatura ambiente (26 ± 2 °C) e ao abrigo da luz. Após esse tempo, o solvente foi evaporado à temperatura ambiente com ventilação de exaustão da capela ligada. Ao resíduo seco remanescente, adicionou-se 40ml de metanol (1:1) (metanol:água v/v) e deixou-se em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente e ao abrigo da luz. A seguir, o extrato foi centrifugado a 25.406,55 g (15.000 rpm) durante 15 minutos e o sobrenadante transferido quantitativamente para balão de 100mL. Ao resíduo remanescente, adicionou-se 40 mL de acetona a 70% (acetona : água 70:30 v/v) e, procedeu-se nova extração, nas mesmas condições, sendo o sobrenadante resultante adicionado ao obtido na primeira extração. Após aferição do volume para 100 mL com água destilada, o extrato foi filtrado para frascos âmbar e armazenados em congelador, por até uma semana, para análise. Esse extrato foi utilizado para a determinação da atividade antioxidante pelo sistema ácido linoléico/ β -caroteno e pelo método de seqüestro de radicais livres, DPPH*.

3.2.15 – Polifenóis Extraíveis Totais - TEP

A quantificação dos compostos fenólicos foi realizada, em amostras de cada extrato, pelo método de Folin-Ciocalteu, que envolve a redução do reagente pelos compostos fenólicos presentes na amostra, levando à formação de um complexo azul, cuja intensidade é medida à 700 nm (LARRAURI *et al.*, 1997). A partir de extratos obtidos com 1 g de matéria seca*, nas mesmas condições analíticas acima descritas, procedeu-se a determinação dos fenólicos totais, que foi realizada conforme descrito pelo método de Larrauri et al. (1997). Em tubos de ensaio, colocou-se uma alíquota de 0,3 mL do extrato, acrescida de 0,7 mL de água destilada, 1,0 mL do reagente de Folin-Ciocalteu, 2,0 mL de carbonato de sódio 20% e 2,0 mL de água destilada. Agitou-se e depois de 30 minutos realizou-se a leitura em

* A redução da quantidade de amostra foi necessária devido à turvação durante a análise.

espectrofotômetro (Spectronic Genesys 2) no comprimento de onda de 700 nm. O teor de fenólicos totais foi expresso em mg de equivalentes de ácido gálico (GAE)/100g de amostra.

A partir de extratos obtidos com 1 g de matéria seca, nas mesmas condições acima descritas, procedeu-se a determinação dos polifenóis, que foi realizada conforme descrito pelo método de Larrauri et al. (1997). A redução do teor de amostra foi necessária devido à problemas analíticos durante a análise. Em tubos de ensaio, colocou-se uma alíquota de 0,3 mL do extrato, acrescida de 0,7 mL de água destilada, 1,0 mL do reagente de Folin-Ciocalteu, 2,0 mL de carbonato de sódio 20% e 2,0 mL de água destilada. Agitou-se e depois de 30 minutos realizou-se a leitura em espectrofotômetro (Spectronic Genesys 2) no comprimento de onda de 700 nm. O teor de fenólicos totais foi expresso em mg de equivalentes de ácido gálico /100g de amostra.

3.2.16 - Atividade antioxidante através do sistema modelo de co-xidação β -caroteno/ácido linoléico

A atividade antioxidante foi determinada nas polpas dos frutos pelo método descrito originalmente por Marco, (1968), posteriormente modificado por Miller (1971) e adaptado no Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós – Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical de Fortaleza – CE (RUFINO *et al.*, 2006). Para o preparo da solução sistema, adicionaram-se 40 μ L de ácido linoléico, 14 gotas de Tween 40, 50 μ L de solução de β -caroteno a 20 mg/mL em clorofórmio e 1 mL de clorofórmio em Erlenmeyer. Após homogeneização, a mistura foi submetida à completa evaporação do clorofórmio com o auxílio do oxigenador, à temperatura ambiente. A esta mistura isenta de clorofórmio, adicionou-se água, previamente saturada com oxigênio durante 30 min, e agitou-se vigorosamente. A solução sistema, assim preparada, apresentou-se límpida com absorbância entre 0,6 e 0,7 à 470 nm.

Em tubos de ensaio, diferentes volumes de extratos (0,1; 0,2 e 0,4 mL), correspondentes a 4, 8 e 16 mg de amostra seca, respectivamente, foram adicionados a 5 mL de solução de β -caroteno com ácido linoléico (sistema), tendo-se o cuidado de complementar o volume da amostra para 0,4 mL com água destilada, quando necessário. O mesmo

procedimento foi realizado para o antioxidante padrão Trolox, adicionando-se 0,4 mL da solução de 200 mg/L. Os tubos de ensaio foram homogeneizados em agitador e mantidos em banho-maria a 40 °C. As leituras das absorbâncias (470 nm) foram realizadas imediatamente após a adição das amostras e com intervalos de 15 minutos, durante 120 min, em espectrofotômetro Spectronic Genesys 2. Cada concentração do extrato foi feita em triplicata, totalizando 9 leituras por amostra. Os resultados foram expressos em percentagem de inibição da oxidação. A redução da absorbância do sistema sem antioxidante foi considerada como 100% de oxidação. A atividade antioxidante da amostra foi comparada com a atividade antioxidante do composto sintético Trolox (ácido carboxílico 6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2), solúvel em água, derivado da vitamina E, com potente propriedade antioxidante.

3.2.17 - Determinação da Atividade antioxidante através do método de seqüestro de radicais livres (DPPH*).

A atividade antioxidante foi determinada na polpa dos frutos, através da capacidade dos antioxidantes presentes na amostra em seqüestrar o radical estável DPPH*, segundo método descrito por Brand-Williams *et al.*, (1995), modificado por Sánchez-Moreno (1998) e adaptado no Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós – Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical de Fortaleza – CE (RUFINO *et al.*, 2007). Após ensaios preliminares para a seleção das alíquotas dos extratos fenólicos das amostras e estudo da cinética da reação para determinar o EC₅₀, com conseqüente observação da estabilização da absorbância (120 min), foram selecionadas as concentrações a serem utilizadas na análise. Alíquotas de 20, 50 e 100µL do extrato, equivalentes a concentrações de 0,8, 2 e 4 mg de polpa de pequi (BS) foram adicionadas a tubos de ensaios contendo 3,9 mL de solução de DPPH (24µg/mL), tendo-se o cuidado, quando necessário, de complementar o volume com água para 4 mL. O mesmo procedimento foi feito para o controle (sem amostra). A análise foi realizada em duplicata para cada concentração do extrato. As leituras foram realizadas após 120 minutos de reação, em repouso, à temperatura ambiente e ao abrigo da luz, à 515 nm em espectrofotômetro Spectronic Genesys 2. Os resultados foram expressos em base úmida, após

transformação utilizando o teor de umidade de cada planta, em EC₅₀ g fruta (porção comestível)/g de DPPH, que corresponde à quantidade de amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH*. Quanto menor esse valor, maior a capacidade da amostra para consumir o radical DPPH* e, conseqüentemente, maior atividade antioxidante.

3.2.18 – Estatística

Os dados referentes às análises químicas e físico-químicas, foram avaliados por meio de estatísticas descritivas, utilizando o procedimento MEANS do software estatístico SAS/STAT[®], do SAS[®] System (SAS INSTITUTE INC, 2004). Os resultados foram expressos como média $\pm$ desvio padrão, coeficiente de variação, valor máximo e mínimo. Os testes de média não foram realizados porque os resultados foram obtidos de plantas nativas, não se constituindo em um experimento planejado, não cabendo, portanto, esse procedimento.

3.3 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17 ed. Washington: AOAC. 2002.

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

CIE. Commission Internationale de l'Éclairage. **Colorimetry**. 2. ed. Vienna: CIE publication, 1986. 78p.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ed. Brasília: IAL, 2005. 1018p.

IBGE. Estudo Nacional da Despesa Familiar. **Tabelas de composição de alimentos**. 5 ed. Rio de Janeiro, 1999.

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

LEHNINGER, A.L. **Princípios de bioquímica**. Sarvier: São Paulo. 1986. p.211.

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

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

PERKIN-ELMER. **Atomic absorption spectroscopy: analytical methods**. Norwalk, 1996. 300p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI Press, 1999. 64p

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MANCINI FILHO, J.; MOREIRA, A.V.B. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema β -

caroteno/ácido linoléico. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, **Comunicado Técnico** 126, 2006.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, **Comunicado Técnico** 127, 2007.

SANCHEZ-MORENO, C.; LAURRAURI, J.A.; SAURA-CALIXTO, F.A. Procedure to measure the anti-radical efficiency of polyphenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.76, n.10, p.270-276, 1998.

SAS INSTITUTE INC. (Cary, NC). **User's Guide**, version 9.1, v.1-7. Cary, NC, 5180p. 2004.

SAS INSTITUTE INC. (Cary, NC). **SAS/GRAPH software**: reference, version 8. Cary, NC, 2004. p.801-858.

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

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.

4 - Resultados - Artigos originais

4.1 - Caracterização física de frutos do Pequizeiro nativo da Chapada do Araripe - CE

4.1 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS DO PEQUIZEIRO NATIVO DA CHAPADA DO ARARIPE – CE

4.1.1 - Resumo

O trabalho teve como objetivo a caracterização física de frutos de pequizeiros (*Caryocar coriaceum* Wittm.) nativos da Chapada do Araripe, sul do estado do Ceará, a fim de quantificar a variabilidade entre as plantas e identificar materiais de interesse agroindustrial e subsidiar estudos de melhoramento genético. Frutos inteiros, cascas, amêndoas, polpas e sementes de 35 plantas foram caracterizados por meio de 24 parâmetros físicos. Os resultados (média de 25 frutos) foram avaliados por estatísticas descritivas (medidas de tendência central e variabilidade dos dados) e métodos de análise multivariada (análise de agrupamento e de componentes principais). Entre as características estudadas o peso do fruto, da casca e as coordenadas de cor b^* e L^* foram as que mais caracterizaram os genótipos. O percentual médio de polpa dos frutos da população estudada é similar ao das espécies *Caryocar brasiliense* e *C. vilosum*, indicando que este não é um parâmetro apropriado para a identificação de espécies, tampouco para a mensuração da variabilidade dentro de populações da espécie *C. coriaceum*. Os frutos provenientes das plantas 01, 02, 03; 05; 07; 14; 22 e 26 exibiram as melhores características para processamento industrial. A análise de agrupamento resultou na identificação de cinco grupos de plantas com características fenotípicas similares. Os resultados mostraram a existência de variabilidade na espécie.

Termos para indexação: *Caryocar coriaceum*, frutas nativas, variação genética, melhoramento de plantas.

4.1 - PHYSICAL CHARACTERISTICS OF PEQUIZEIRO'S FRUITS FROM CHAPADA DO ARARIPE, CE.

4.1.2 – Abstract

The present work objectified the physical characterization of fruits of pequi trees (*Caryocar coriaceum* Wittm.) natives from Chapada do Araripe, southeast Ceará State, in order to quantify variability among plants, and to identify materials of agro-industrial interest and to be used in genetic breeding programs. Whole fruits, peel, almonds, pulps and seeds of 35 pequi plants were characterized through 24 physical parameters. Data (mean from 25 fruits per plant) were evaluated using descriptive statistics (measures of central tendency and data variability) and multivariate analysis (cluster analysis and principal components analysis). Among the studied characteristics, fruit and peel weight and b* and L* color coordinates were the best in characterizing the genotypes. The average percentage of fruit pulp of the studied population is similar to *Caryocar brasiliense* and *C. vilosum*, indicating that this is not an appropriated parameter for species identification or variability measurement within the population of *C. coriaceum*. Fruits from plants 01, 02, 03; 05; 07; 14; 22 and 26 showed the best characteristics for industrial processing. The cluster analysis resulted in the identification of five groups of plants with similar phenotypic characteristics. Results also show the presence of variability in the species.

Index Terms: *Caryocar coriaceum*, native fruits, genetic variability, plant breeding.

4.1.3 – Introdução

O pequizeiro é uma planta perene, nativa, explorada de forma extrativista, típica da região do Cerrado, pertencente ao gênero *Caryocar* e à família Caryocaraceae. A espécie *Caryocar coriaceum* Wittm. ocorre nos estados da Bahia, Goiás, Piauí, Ceará e Pernambuco (LORENZI, 2000). Nessas regiões, apresenta-se como árvore frondosa e engalhada, podendo alcançar até dez metros de altura. Seu fruto, de cheiro e sabor peculiar, é bastante apreciado pela população nas regiões de ocorrência.

Na zona rural, durante a safra, de janeiro a março, o pequi representa uma importante fonte de renda para o agricultor local, envolvendo toda a família na tarefa de coleta dos frutos que são vendidos *in natura* no mercado local e cidades circunvizinhas e, na entressafra, a renda é complementada pela venda do óleo (polpa e amêndoa) que tem maior valor comercial. A estas atividades, de grande importância socioeconômica, por gerarem emprego e renda que contribuem com 54,7% da renda anual familiar do agricultor (POZO, 1997), soma-se a utilização dos frutos como alimento.

Apesar do pequi ser considerado como um fruto de valor comercial, os trabalhos referentes a sua caracterização física são escassos e quase sempre têm se reportado à espécie *C. brasiliense*. Com relação à espécie presente na Chapada do Araripe, *Caryocar coriaceum* Wittm., poucas são as informações disponíveis na literatura, com reflexos negativos para a melhoria do sistema atual de exploração e, principalmente, para o surgimento de empreendimentos agroindustriais em bases racionais (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

Estudos de caracterização física de frutos constituem o primeiro passo para o conhecimento morfológico da sua estrutura. Tais informações podem fornecer importantes subsídios relativos ao manuseio e acondicionamento e para programas de melhoramento genético da espécie. Na agroindústria, auxiliam no dimensionamento de máquinas e equipamentos na linha de produção de seus produtos, contribuindo para o uso adequado e a aplicação de métodos tecnológicos ao seu aproveitamento.

Plantas nativas, por serem propagadas por sementes, apresentam, naturalmente, uma grande heterogeneidade nas suas características, levando a crer na existência de diferenças entre os frutos das diversas plantas. Estudos realizados por vários autores demonstram essa variabilidade natural, existente tanto nas características químicas como físicas do pequi, se

refletindo nos fatores nutricionais do fruto (LIMA, 1980; VILELA, 1998; NAVES *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2004; VERA *et al.*, 2005; SILVA e MEDEIROS FILHO, 2006; VERA *et al.*, 2007). As diferenças nas características físicas se situam prioritariamente nos frutos dentro de plantas e nas plantas dentro de áreas e nas Regiões (NAVES *et al.*, 2004).

Estas evidências reforçam a necessidade de efetuar a caracterização biométrica de frutos e sementes, como forma de obter subsídios para estabelecer a diferenciação de espécies, pioneiras ou não, em florestas tropicais (FENNER, 1993), contribuindo para a seleção de indivíduos promissores para a agroindústria e para o melhoramento genético.

Diante do exposto, realizou-se esta pesquisa com o objetivo de determinar as características físicas de frutos de pequizeiros nativos da Chapada do Araripe, sul do Estado do Ceará, tendo em vista verificar a variabilidade entre os indivíduos, identificar plantas com potencial agroindustrial, e subsidiar estudos de melhoramento da espécie.

4.1.4 - Material e Métodos

Após autorização prévia do IBAMA (Licença nº 029/2006NP/COGEF) (Anexos A e B) e seleção das plantas (georeferenciadas) em função da produtividade, medida pela quantidade de frutos no solo (acima de sessenta), foi procedida a coleta dos pequis, após abscisão, na Chapada do Araripe - CE, em diferentes municípios tradicionalmente produtores do fruto. Esta operação foi efetuada no início da manhã, dos dias 31/01, 02/03, 17/03, 24/03/2007, período do pico da safra, nas localidades representadas na Figura 7.

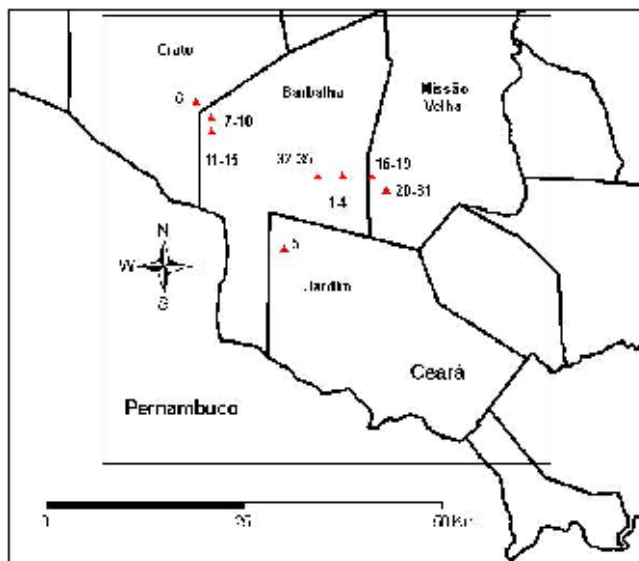


Figura 7 - Localização geográfica dos pontos de coleta, no Estado do Ceará

Após a coleta de fruto do solo, foram acondicionados em sacos plásticos e colocados em caixas de contenção de plástico, forradas com uma camada de esponja, deixados em local fresco e seco e, em seguida transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, onde foram armazenados em câmara à temperatura média de $25^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ até o momento da realização dos ensaios analíticos. Para a caracterização física, utilizou-se amostra aleatória de 25 frutos por planta, tendo-se o cuidado de selecionar aqueles sem danos mecânicos, totalizando 875 unidades que foram, devidamente, codificadas.

Em cada fruto de cada planta foram efetuadas as seguintes determinações: peso do fruto inteiro (PFr), altura do fruto (HFr) e diâmetros (D1 - maior e D2 - menor, ambos obtidos na posição equatorial); peso da casca (PCas), espessuras maior (EMaCas) e menor (EMeCas) e rendimento em casca (RCas); número de caroços (NCar), peso do caroço com e sem polpa (PCcPol e PCsPol), altura do caroço com polpa (HCcPol) e diâmetros (d1 - maior e d2 - menor); peso e rendimento da amêndoa (PAmen, RAmen) e peso e rendimento da polpa (PPol, RPol). O rendimento em casca foi obtido dividindo-se a massa da casca (g) pela massa total do fruto (g). O resultado, multiplicado por 100, foi expresso em porcentagem, e assim, analogamente, foi realizado para os rendimentos em polpa e amêndoa. Os pesos foram obtidos em uma balança semi-analítica digital marca BEL e as demais medidas por meio de

paquímetro digital marca Sylvac Fowler, cujos resultados foram expressos em gramas e milímetros, respectivamente.

A coloração (casca e polpa) foi medida em duas posições opostas do fruto, pelo sistema CIELAB por meio de colorímetro Minolta, modelo Croma Meter CR – 300 (Konica Minolta Sensing, Inc.), definido por três eixos perpendiculares: eixo L^* (luminosidade) varia de preto (0) ao branco (100); eixo a^* , do verde (-a) ao vermelho (+a) e eixo b^* , do azul (-b) ao amarelo (+b), (CIE, 1986). Assim simbolizadas: a^* da casca e da polpa (a_{Cas} , a_{Pol}), L^* da casca e da polpa (L_{Cas} , L_{Pol}) e b^* da casca e da polpa (b_{Cas} e b_{Pol}).

Os resultados foram avaliados por meio de estatísticas descritivas (medidas de tendência central e de variabilidade) e métodos de análise multivariada (análise de componentes principais, ACP) e análise de agrupamentos. A ACP foi realizada por meio do procedimento PRINCOMP do SAS System (SAS INSTITUTE INC, 2000) e a análise de agrupamento pelo método hierárquico aglomerativo, utilizando o PROC CLUSTER para formação dos grupos de plantas similares e o PROC TREE para construção do dendrograma. O critério de agrupamento foi a distância entre centróides.

4.1.5 - Resultados e Discussão

As características que apresentaram maior variação foram as coordenadas de cor, (exceto o L^* da polpa) e o peso da polpa. As menores variabilidades foram observadas para a luminosidade da polpa (L^*) e o rendimento em casca (Tabelas 6 e 7). A média do parâmetro b^* da polpa, que mede a intensidade da cor amarela, foi menor que os valores reportados por Vera *et al.*, (2005) para o *C. brasiliense*, de cinco regiões do estado de Goiás. Tal informação é indicativa que o *C. coriaceum* apresenta coloração amarela mais clara, o que pode ser uma característica da espécie. O Parâmetro a^* foi negativo para a maioria das medidas realizadas, o que indica um gradiente de coloração para a tonalidade verde, em maior ou menor intensidade, conforme seu valor.

Embora a cor seja uma característica importante para a aceitabilidade do fruto, na literatura não foram encontrados dados sobre a informação colorimétrica completa do pequi, independentemente da espécie.

O peso da polpa, medida de grande variação entre as plantas, apresentou média superior aos valores relatados por Vera *et al.*, (2005; 2007) em pequis da espécie *C. brasiliense* de duas regiões de Goiás e aos determinados por Miranda e Oliveira Filho, (1990), em pequis do Piauí.

O rendimento em casca (Tabela 6) do fruto da espécie em estudo, se equipara aos reportados por outros pesquisadores (TEIXEIRA *et al.*, 2004; SOUZA, 2005; VERA *et al.*, 2005; 2007) para o *C. brasiliense* e aos obtidos por Silva *et al.*, (2004) para o *C. villosum* da Amazônia. Embora se refira a espécies distintas, a proporção entre as partes constituintes do pequi se mantém com poucas variações relativas. A elevada proporção de casca do pequi deve ser levada em conta por representar um problema para o meio ambiente, devido ao acúmulo de resíduos. Das propostas existentes para seu aproveitamento, destacam-se a obtenção de farinha com alto teor de fibra alimentar (39,97%) (BARBOSA e AMANTE, 2002), de pectina e de taninos para a fabricação de tinta (CALIARI *et al.*, 2005), porém essa porção do fruto não tem uso comercial até o momento.

De uma maneira geral, o rendimento médio em polpa do *C. coriaceum* (Tabela 7) é comparável ao do *C. brasiliense* de Jaboticabal, SP (FERREIRA *et al.*, 1987), e ao *C. villosum*, nativo da Região Amazônica, não obstante tratar-se de um fruto maior e mais pesado (Silva *et al.*, 2004). Entretanto é 23% superior aos rendimentos obtidos por Vera *et al.* (2005) para o *C. brasiliense*. As plantas, cujos frutos apresentaram os maiores rendimentos de polpa ($\geq 13,7$ %) foram as de número 1; 2; 5; 22 e 26 (Tabela 7). As duas primeiras oriundas do município de Barbalha, a seguinte proveniente de Jardim e, as duas últimas, do Município de Missão Velha. Paradoxalmente, desta última localidade, também se encontrou a planta que originou os frutos que apresentaram o menor rendimento de polpa.

Tabela 6 - Estatísticas descritivas das características físicas do fruto inteiro e da casca do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.), nativo da Chapada do Araripe-CE.

Plantas	Características*										
	PFr	HFr	D1	D2	L_Cas	a_Cas	b_Cas	PCas	EMaCas	EMeCas	RCas
1	87,15	53,65	56,43	50,91	48,85	-11,50	24,73	64,27	10,15	7,25	72,65
2	63,63	48,97	47,90	45,69	50,68	-12,99	27,63	41,76	8,16	5,57	65,56
3	90,02	54,75	54,86	51,11	51,37	-14,04	29,94	66,45	11,89	8,25	73,76
4	67,72	49,10	49,65	45,86	49,09	-12,41	25,26	49,10	9,81	6,97	72,29
5	100,50	51,94	64,77	50,40	48,59	-7,18	25,97	63,12	8,12	5,43	63,40
6	140,23	61,80	66,16	59,08	48,65	-8,60	29,29	111,10	13,53	8,56	76,98
7	80,11	54,30	54,56	49,33	49,27	-10,72	30,16	56,30	9,29	7,25	70,00
8	117,51	60,45	61,30	54,16	101,33	-21,41	51,51	92,32	12,80	9,65	79,25
9	73,09	51,17	53,27	47,51	93,02	-12,76	44,01	49,70	9,40	6,48	67,51
10	95,21	54,30	58,16	52,79	103,92	-14,73	52,54	69,81	12,46	7,50	73,30
11	62,98	46,75	51,95	44,93	107,53	-11,91	55,32	41,56	9,28	5,80	66,30
12	70,09	46,99	53,49	47,80	53,88	-7,66	31,47	51,27	10,20	7,12	73,40
13	46,26	43,32	43,82	42,57	46,52	1,34	21,03	31,99	9,17	4,96	69,10
14	67,83	47,32	52,50	45,38	49,33	-10,03	28,86	49,98	10,48	7,47	73,93
15	67,46	49,89	51,18	45,54	53,81	-11,18	35,25	54,13	11,81	8,39	80,27
16	108,50	55,27	59,62	55,70	53,88	-14,09	34,56	88,58	14,43	10,05	81,67
17	123,08	60,30	61,68	59,10	47,86	-10,36	32,26	100,98	15,02	10,74	81,99
18	83,50	50,46	50,99	53,04	46,90	-9,94	34,60	64,27	11,75	8,31	77,17
19	95,08	54,99	54,74	51,70	55,11	-12,02	34,99	66,69	9,72	7,20	68,86
20	77,07	49,48	55,32	46,56	49,36	-12,67	31,07	55,99	9,76	7,37	72,70
21	92,10	51,62	57,25	50,05	47,54	-9,42	30,30	62,03	9,94	6,36	68,36
22	134,91	62,75	62,34	59,17	43,79	-3,32	26,62	92,98	10,92	8,24	70,34
23	128,82	57,68	65,78	56,37	44,01	-6,36	26,83	94,65	12,39	9,06	73,86
24	86,85	51,86	57,48	52,02	46,20	-10,84	29,67	62,12	9,88	8,09	71,63
25	106,94	56,19	59,73	54,51	45,57	-10,17	29,79	79,52	10,46	8,58	73,25
26	111,68	58,17	63,23	51,56	45,21	-6,26	27,35	76,08	11,49	6,67	68,57
27	89,55	55,36	54,96	52,47	45,21	-2,59	25,40	68,80	10,73	8,57	76,64
28	59,10	46,24	46,02	42,99	44,85	-9,67	26,72	41,15	8,94	5,56	69,16
29	89,79	56,69	56,24	50,01	42,57	-8,89	27,15	62,64	9,67	7,08	69,65
30	101,77	58,97	56,30	54,78	46,00	-12,48	30,73	79,88	11,17	9,42	78,34
31	105,97	58,48	57,85	53,24	44,52	-9,26	28,89	75,42	11,65	7,14	71,01
32	85,43	54,72	53,94	50,09	52,42	-10,05	30,51	63,99	10,08	7,95	73,64
33	68,97	50,07	51,45	46,92	51,52	-7,99	37,82	49,10	9,79	7,60	71,23
34	107,52	61,37	56,40	54,37	46,65	-5,63	30,79	85,42	13,16	8,29	78,91
35	80,37	50,91	52,64	50,42	52,87	-7,69	33,43	58,40	10,44	7,55	72,44
Mínimo	46,26	43,32	43,82	42,57	42,57	-21,41	24,73	31,99	8,12	4,96	63,40
Máximo	140,23	62,75	66,16	59,17	107,53	1,34	33,43	111,10	15,02	10,74	81,99
Média	90,48	53,61	55,83	50,80	54,51	-9,87	32,07	66,33	10,80	7,61	72,78
DP	22,50	4,94	5,30	4,42	17,50	3,97	7,78	18,55	1,66	1,32	4,56
CV (%)	24,87	9,21	9,49	8,70	32,10	-40,19	24,27	27,96	15,35	17,38	6,27

(*) Média de 25 frutos por planta. Pesos em gramas e diâmetros em milímetros. Rendimentos em percentual; PFr: peso do fruto; HFr: altura do fruto; D1: diâmetro maior do fruto; D2: diâmetro menor do fruto; L*_Cas: luminosidade da casca; a* da casca; b* da casca; PCas: peso da casca; EMaCas: espessura maior da casca; EMeCas: espessura menor da casca, RCas: rendimento em casca.

Tabela 7 - Estatísticas descritivas das características físicas da amêndoa, do caroço e da polpa do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.), nativo da Chapada do Araripe-CE.

Plantas	Características*												
	PAmen	RAmen	NCar	PCcPol	PCsPol	HCcPol	d1	d2	PPol	L_Pol	a_Pol	b_Pol	Rpol
1	1,59	1,81	1,16	25,91	15,04	38,59	30,03	32,09	12,14	97,34	0,27	9,31	13,81
2	1,62	2,54	1,00	21,87	13,15	37,65	30,70	32,06	8,72	100,55	0,69	0,13	13,70
3	2,07	2,32	1,00	23,56	15,23	40,56	29,39	30,08	8,33	102,40	0,78	-2,36	9,27
4	1,36	2,04	1,04	18,62	12,54	36,23	29,05	29,60	6,33	98,75	-1,31	12,01	9,30
5	2,33	2,27	1,76	37,37	22,51	37,02	32,35	31,20	14,86	81,43	-0,89	23,42	14,57
6	2,68	1,71	1,24	34,43	20,09	43,04	33,40	30,55	15,65	82,22	-1,53	21,85	10,18
7	1,88	2,38	1,04	23,81	15,13	39,07	31,07	30,64	8,67	79,79	-0,99	33,16	10,83
8	1,33	1,15	1,12	23,95	15,43	38,38	31,12	30,12	8,52	80,43	-0,59	23,25	7,35
9	1,66	2,20	1,00	23,92	17,57	40,37	31,98	30,72	6,35	79,80	-0,71	28,40	8,61
10	1,68	1,79	1,12	25,39	14,28	40,00	30,54	29,43	11,11	79,88	-0,05	44,39	11,64
11	1,36	2,15	1,16	21,42	14,69	37,89	28,87	27,78	6,74	80,21	-2,28	34,62	10,56
12	1,34	1,92	1,16	18,81	12,10	34,30	28,02	27,52	6,72	81,01	-2,45	26,10	9,53
13	0,86	1,89	1,00	14,26	8,42	32,80	25,80	26,31	5,85	78,18	-0,66	24,26	12,66
14	1,69	2,35	1,16	17,86	12,43	33,24	28,30	27,21	6,33	80,62	-1,95	26,18	8,92
15	1,08	1,59	1,20	13,33	8,22	30,41	25,29	23,99	5,11	85,52	-1,32	38,29	7,53
16	1,62	1,49	1,12	19,92	13,40	35,45	29,65	28,55	6,52	88,81	-2,10	24,50	5,99
17	1,34	1,10	1,00	22,10	14,33	37,80	31,65	30,48	7,86	88,45	-2,05	24,94	6,38
18	1,31	1,58	1,21	19,11	12,31	33,73	27,82	27,27	6,80	88,16	-1,79	24,29	8,12
19	1,61	1,66	1,08	29,91	18,96	40,58	34,16	34,12	10,95	89,36	-2,36	33,29	11,35
20	1,55	1,96	1,16	21,08	12,32	37,97	27,94	26,81	8,76	85,30	-2,81	48,90	11,36
21	1,36	1,47	1,16	28,95	18,53	39,87	31,54	31,74	10,42	84,71	-0,92	49,32	11,47
22	2,36	1,82	1,08	39,70	20,09	45,27	36,75	36,42	19,62	87,84	-2,18	26,94	14,55
23	1,86	1,44	1,16	33,88	17,19	44,27	33,19	31,72	16,68	87,51	-1,63	26,45	12,78
24	1,51	1,74	1,08	24,73	14,95	38,63	31,61	31,18	9,79	86,11	-1,57	36,33	11,22
25	1,63	1,48	1,16	29,08	15,73	40,09	33,40	32,58	13,34	86,83	-1,53	32,16	12,24
26	1,78	1,57	1,56	35,60	19,64	41,13	32,69	30,72	15,96	86,52	-1,56	28,55	14,06
27	1,29	1,44	1,00	20,74	12,95	37,34	30,47	29,93	7,79	87,32	-1,22	24,00	8,77
28	1,07	1,80	1,00	17,95	11,48	37,98	26,38	28,14	6,47	86,12	-1,20	33,07	11,10
29	1,44	1,62	1,12	27,14	17,05	37,95	32,68	32,42	10,09	85,67	-1,96	32,91	11,27
30	1,31	1,28	1,00	21,89	12,39	38,32	31,41	31,08	9,50	85,10	-1,54	26,70	9,46
31	1,73	1,63	1,00	30,55	19,60	44,31	35,24	33,05	10,95	87,09	-1,87	33,77	10,39
32	1,61	1,92	1,00	22,33	15,77	38,51	31,40	29,56	6,56	85,83	-1,97	35,82	7,70
33	1,33	1,94	1,00	19,87	11,34	37,27	29,93	29,20	8,48	88,83	-2,97	26,92	11,72
34	0,99	0,99	1,00	22,11	12,90	38,70	31,47	29,43	9,21	87,31	-1,81	31,85	8,72
35	1,40	1,77	1,00	21,97	13,15	37,63	30,16	31,12	8,81	85,06	-0,81	32,49	10,94
Mínimo	0,86	0,99	1,00	13,33	8,22	30,41	25,29	23,99	5,11	78,18	-2,97	-2,36	5,99
Máximo	2,68	2,54	1,76	39,70	22,51	45,27	36,75	36,42	19,62	102,40	0,78	49,32	14,57
Média	1,56	1,77	1,12	24,38	14,88	38,35	30,73	30,14	9,60	86,46	-1,40	27,89	10,52
DP	0,38	0,37	0,16	6,30	3,31	3,20	2,53	2,39	3,49	5,81	0,89	10,97	2,26
CV (%)	24,35	21,04	14,16	25,86	22,23	8,34	8,23	7,94	36,40	6,72	-63,73	39,34	21,48

Média de 25 frutos por planta. Pesos em gramas, diâmetros em milímetros. PAmen: peso da amêndoa; RAmen: rendimento em amêndoa; NCar: n° de caroços; PCcPol: peso do caroço com polpa; d1: diâmetro maior do caroço com polpa; d2: diâmetro menor do caroço com polpa; PPol: peso da polpa; L da polpa; a* da polpa; b* da polpa; Rpol: rendimento em polpa.

O maior rendimento em amêndoa (Tabela 7) foi obtido da planta 2 e o menor da planta 34, ambas do município de Barbalha. Os valores obtidos são semelhantes aos encontrados por Almeida e Silva (1994) para o *C. coriaceum* e inferiores aos relatados pelos mesmos autores para o *C. brasiliense*.

Considerando a importância do rendimento em polpa e em amêndoa, tanto para fins industriais como para consumo *in natura*, foi utilizado como critério para seleção de plantas mais promissoras, aquelas cujos frutos alcançaram médias 30% superiores ao valor médio geral. As plantas que alcançaram esse desempenho foram as de números 1; 2; 3; 5; 7; 14; 22 e 26 (Tabela 7).

No que diz respeito às características morfológicas (Tabelas 6 e 7), constatou-se que o *C. coriaceum* da Chapada do Araripe é constituído por 73% de casca, 10,5 % de polpa e 16,5% de caroço cuja amêndoa representa 1,78 % do peso do fruto, perfazendo 12,28% de parte comestível. Este percentual ratifica os resultados obtidos por Almeida e Silva (1994) em relação a esta mesma espécie, proveniente de Barreiras – BA, que foram levemente superiores aos da *C. brasiliense* de Brasília – DF.

Avaliando a projeção da Figura 8, é possível visualizar a distribuição das plantas analisadas. Dentre as características físicas avaliadas, o peso do fruto, na componente principal 1 (CP1), que responde por 79,1% de toda informação, foi a variável que mais contribuiu para a separação dos grupos (Tabela 8). Nessa mesma figura, observamos que o grupo II possui escores mais positivos, ou seja, maiores valores para o peso do fruto, como também altura e diâmetro maior e menor do fruto e peso da casca, diferentemente do grupo V, que possui escores negativos e se distanciam do grupo II. A segunda componente (CP2), é dominada pelas características de cor: b^* e L^* da polpa que contribuem e explicam 11,6 % restantes da variância total (Tabela 8). Na CP2 o b^* da polpa foi quem mais contribuiu com peso positivo, caracterizando o grupo IV com polpa de cor amarela mais intensa, contrário ao obtido pelo grupo I, com peso negativo, dotado de cor amarela mais clara (Figura 8, Tabela 9).

Tabela 8 - Peso de cada uma das variáveis utilizadas na formação da primeira (CP1) e segunda (CP2) componentes principais.

Variável	CP1	CP2
L da polpa, L_pol	0,0031	-0,3748
a da Polpa, a_pol	-0,0038	-0,0376
b da polpa, b_Pol	0,0000	0,9221
Altura do fruto, HFr (mm)	0,1490	-0,0165
Altura do caroço com polpa, HCcPol (mm)	0,0669	0,0070
Diâmetro maior do fruto, D1 (mm)	0,1562	0,0515
Diâmetro menor do fruto, D2 (mm)	0,1374	-0,0152
Espessura maior da casca, EMaCas (mm)	0,0378	-0,0061
Espessura menor da casca, EMeCas (mm)	0,0290	-0,0077
Diâmetro maior do caroço com polpa, DMaCcPol (mm)	0,0600	0,0089
Diâmetro menor do caroço com polpa, (mm), DMeCcPol	0,0419	-0,0303
Número de caroços, NCar	0,0011	0,0017
Peso do fruto, PFr (g)	0,7310	0,0175
Peso da casca, PCas (g)	0,5940	-0,0331
Peso da polpa, PPol (g)	0,0798	0,0052
Peso da amêndoa, PAmen (g)	0,0067	-0,0056
Rendimento em casca, RCas (%)	0,0627	-0,0231
Rendimento em polpa, RPol (%)	-0,0027	-0,0038
Rendimento em amêndoa, RAmen (%)	-0,0070	-0,0082
Peso do caroço com polpa, PCcPol (g)	0,1433	0,0333
Peso do caroço sem polpa, PCsPol (g)	0,0653	0,0203
% da variância	79,1	11,6
Acumulada (%)	79,1	90,7

A partir da análise de agrupamento foi elaborado um dendrograma hierárquico (Figura 10) no qual se observa a formação de cinco grupos de plantas com maior grau de similaridade entre si e a ocorrência de três plantas isoladas (não agrupadas 2; 3 e 13).

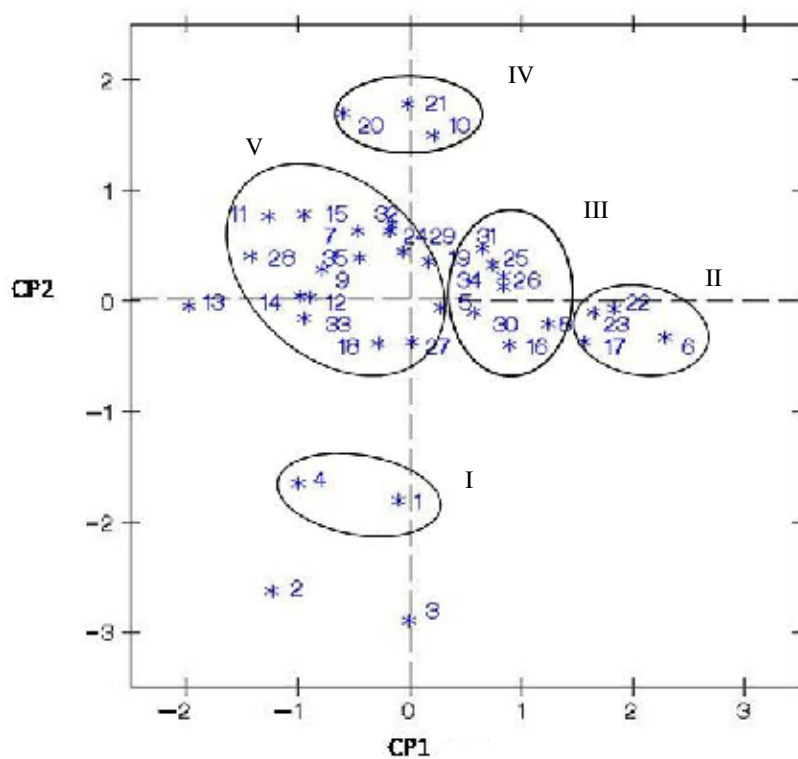


Figura 8 - Representação gráfica das plantas avaliadas com relação aos eixos definidos pelas componentes principais (CP1 e CP2).

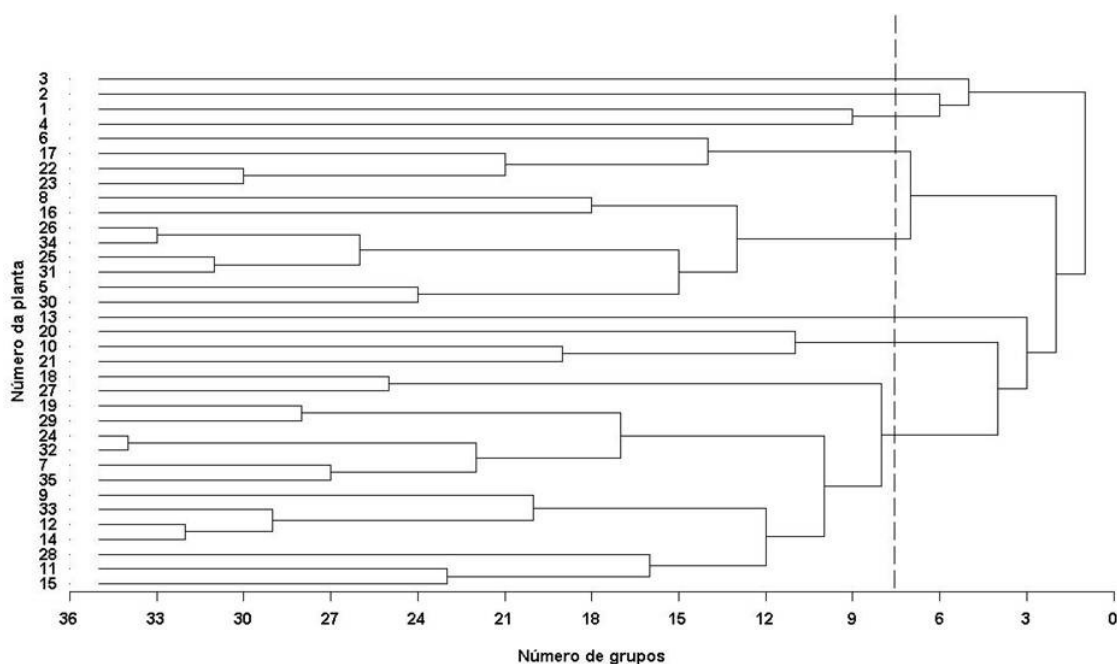


Figura 9 - Dendrograma baseado nas componentes principais (CP1 e CP2), utilizando as médias por planta de cada característica física dos frutos.

Na Tabela 9, estão descritas as principais características morfológicas e cromáticas das plantas (com os maiores pesos) por agrupamento, mostrando as médias de cada grupo segundo sua disposição no dendrograma. O grupo I, (plantas 1 e 4), apresenta polpa com coloração amarelo mais clara que as dos demais grupos. O grupo II, (plantas 6, 17, 22 e 23) destaca-se pela superioridade de seus frutos no que diz respeito ao peso; O grupo III (plantas 5, 8, 16, 25, 26, 30, 31, 34) distingue-se do grupo anterior, apenas no aspecto quantitativo das características morfológicas e cromáticas; O grupo IV (plantas 10, 20 e 21) apresenta frutos com polpa de cor amarela mais intensa e pesos intermediários de polpa e casca; O grupo V (plantas 7, 9, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 24, 27, 28, 29, 32, 33 e 35) difere do grupo I quanto à coloração da polpa, amarela mais intensa.

Tabela 9 - Médias das características morfológicas e cromáticas das plantas, por agrupamento, em relação às variáveis predominantes na análise de componentes principais.

Grupos	Plantas	Valores médios ¹							
		HFr	D1	D2	PFr	PCas	PCcPol	L*_Pol	b*_Pol
I	1 e 4	51,38	53,04	48,39	77,44	56,69	22,67	98,05	10,66
II	6, 17, 22 e 23	60,63	63,99	58,43	131,76	99,93	32,28	86,51	25,05
III	5, 8, 16, 25, 26, 30, 31, 34	57,61	59,90	53,59	107,55	76,29	27,56	85,55	28,03
IV	10, 20 e 21	51,80	56,91	49,80	88,13	62,61	25,14	83,30	47,54
V	7, 9, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 24, 27, 28, 29, 32, 33 e 35	51,16	53,02	48,68	77,35	56,00	21,53	84,63	31,06

¹ HFr: altura do fruto; D1: diâmetro maior do fruto; D2: diâmetro menor do fruto; PFr: peso do fruto; PCas: peso da casca; PCcPol: peso do caroço com polpa; L*_Pol: L da polpa; b*_Pol: b da polpa.

Por meio de análise de correlação (Tabela 10), foi verificada a associação entre as características físicas, sendo elevadas entre as variáveis PFr e a HFr, o PCas, D2 e D1, características que discriminaram o grupo II, e em menor grau com o PCcPol e PPol.

Correlação também elevada, porém negativa, foi obtida entre o RPol e RCas. Ambos, entretanto, não apresentaram correlação com o PFr. Os resultados mostram que o rendimento em polpa não guarda relação com o peso do fruto. Comportamento similar foi relatado por Negreiros *et al.*, (2007) em maracujás. Nesta pesquisa, por exemplo, a planta 13 (desagrupada) com frutos de menor peso médio apresentou um rendimento de polpa superior à média.

Em relação aos diâmetros, o D1 (diâmetro maior) apresentou o maior número de correlações positivas (D2, PPol, PCas, PCcPol e PAmen) entre pares de variáveis (Tabela 10). Esta observação poderá ser utilizada na seleção de frutos com maior peso de polpa e amêndoa, uma vez que a medida do diâmetro que dispensa equipamentos sofisticados, poderá ser efetuada no campo.

Tabela 10 - Coeficientes de correlação entre as características físicas¹ de importância agroindustrial do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) da Chapada do Araripe-CE.

Variável	HFr	D1	D2	PPol	RPol	PCcPol	b_Pol	L_Pol	PCas	RCas	PAmen	RAmen
PFr	0,9208	0,9163	0,9461	0,7361	0,0103	0,7376	0,0067	0,0109	0,9716	0,3709	0,5683	-0,5534
HFr		0,7779	0,8954	0,6060	-0,0819	0,6195	-0,0260	0,0855	0,9136	0,4154	0,4302	-0,5819
D1			0,8147	0,7609	0,1223	0,7930	0,0895	-0,1159	0,8520	0,2061	0,6534	-0,3890
D2				0,6046	-0,1144	0,5933	-0,0309	0,0588	0,9553	0,4936	0,4647	-0,5936
PPol					0,6651	0,9340	-0,0021	0,0380	0,5846	-0,2224	0,6970	-0,1443
Rpol						0,5667	-0,0428	0,0799	-0,1785	-0,7371	0,3440	0,3307
PCcPol							0,0341	-0,0072	0,5628	-0,3328	0,7624	-0,0777
b_Pol								-0,6591	-0,0152	-0,0191	-0,2161	-0,2988
L_Pol									0,0204	0,0493	0,0632	0,1053
Pcas										0,5687	0,4512	-0,6421
RCas											-0,2175	-0,6492
PAmen												0,3442
RAmen												

¹ PFr: peso do fruto; HFr: altura do fruto; D1: diâmetro maior do fruto; D2: diâmetro menor do fruto; PPol: peso da polpa; PAmen: peso da amêndoa; RPol: rendimento em polpa; RAmen: rendimento em amêndoa; b_pol: b da polpa; L_Pol: L da polpa; PCas: peso da casca; RCas: rendimento em casca; PCcPol: peso do caroço com polpa.

Do exposto, infere-se que as características morfológicas e cromáticas não guardaram associação com a localização das plantas para o pequi da Chapada do Araripe, concordando com o observado em outras regiões do país, com esta e outras espécies de *Caryocar sp.* Apesar da grande diversidade, algumas plantas apresentam características que

poderão ser exploradas por um programa de melhoramento genético tendo em vista seu potencial para utilização industrial.

Deve ser ressaltado que, embora tenha sido observada expressiva variabilidade em algumas características estudadas, esta pode ter sido determinada tanto pelo genótipo, como por de variações fenológicas devidas ao número de frutos que se desenvolvem e completam a maturação na planta. Quando esse número é elevado, os frutos tendem a ser menores e vice-versa (SILVA *et al.*, 2004). Em função disso, estudos posteriores devem ser conduzidos, com as mesmas plantas, por safras seguidas para confirmar os resultados obtidos. Há, também, necessidade de estudos fenológicos de floração, frutificação e desenvolvimento de frutos na espécie

4.1.6 – Conclusões

Entre as características estudadas o peso do fruto, da casca e as coordenadas de cor b^* e L^* foram as que mais caracterizaram as plantas. O percentual médio de polpa dos frutos da população estudada é similar ao das espécies *Caryocar brasiliense* e *C. villosum*, indicando que este não é um parâmetro apropriado para a identificação de espécies, tampouco para a mensuração da variabilidade dentro de populações da espécie *C. coriaceum*. Os frutos provenientes das plantas 01, 02, 03; 05; 07; 14; 22 e 26 exibiram as melhores características para processamento. A análise de agrupamento resultou na identificação de cinco grupos de plantas com características fenotípicas similares. A maior dissimilaridade fenotípica para os caracteres avaliados, além das características de fruto favoráveis para consumo in natura e para a agroindústria, torna as plantas dos grupos II e IV com mais possibilidades de resultarem em combinações híbridas favoráveis em programas de melhoramento. Os resultados mostraram a existência de variabilidade na espécie.

4.1.7 – Agradecimentos

Ao Banco do Nordeste pelo suporte financeiro e ao IBAMA pelo apoio logístico.

4.1.8 – Referências bibliográficas

ALMEIDA, S.P.; SILVA, J.A. **Piqui e buriti**: importância alimentar para a população dos Cerrados. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1994. 38p. (Documentos, 54).

BARBOSA, R.C.M.V.; AMANTE, E.R. Farinha da casca do pequi (*Caryocar brasiliense*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD-ROM.

CALIARI, M.; FERREIRA, H. B. D.; CURCIO, A. L. Estudo da presença de pectina no mesocarpo de pequi (*Caryocar brasiliense*) e sua capacidade na fabricação de geléias. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, 14., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Analistas de Alimentos, 2005.

CIE. Commission Internationale de l'Éclairage. **Colorimetry**. 2. ed. Vienna: CIE publication, 1986. 78p.

FENNER, M. **Seed Ecology**. London: Chapman Hall, 1993. 151p.

FERREIRA, F.R.; BIANCO, S.; DURIGAN, J.F.; BELINGIERI, P.A. Caracterização física e química de frutos maduros de pequi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. v.2, p.643-646.

LIMA, M.T. **Caracterização química e física do fruto do pequizeiro (*Caryocar coriaceum* Wittm.)**. 1980. 61f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1980.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 352p.

MIRANDA, J.S.; OLIVEIRA FILHO, J.L. **Fenologia e produção de piqui (*Caryocar* sp.) em região de ocorrência natural da espécie no Estado do Piauí**. Teresina: EMBRAPA-UEPAE, 1990. 4p. (Pesquisa em Andamento, 51).

NAVES, R.V. et al. Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. CD-ROM.

NEGREIROS, J. R. da S. et al. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, p.546-549, 2007.

OLIVEIRA, M.E.B.; GUERRA, N.B.; BARROS, L.M.; ALVES, R.E. **Aspectos Agronômicos e de Qualidade do Pequi**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 32p. (Documentos, 113).

POZO, O.V.C. **O pequi (*Caryocar brasiliense*): uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do cerrado no norte de Minas Gerais**. 1997. 100f. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

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

SILVA, M. A. P. da; MEDEIROS FILHO, S. Morfologia de fruto, semente e plântula de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.). **Revista Ciência Agronômica**, v.37, p.320-325, 2006.

SILVA, R.F. da; CARVALHO, J.E.U. de; MÜLLER, C.H. Biometria e composição centesimal de frutas da Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004, CD-ROM.

SOUZA, O. O. A. **Caracterização física de frutos e propagação sexuada de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) oriundos de diferentes regiões do estado de Goiás. Estrutura do fruto e da semente do pequi, *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae)**. 2005. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2005.

TEIXEIRA, L. C.; GONÇALVES, R. A.; SOUZA, R. E. de; COUTO, T. J. G. do. Industrialização do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. CD-ROM.

VERA, R.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. do; CHAVES, L. J.; LENDRO, W. M.; SOUZA, E. R. B. de. Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, p.71-79, 2005.

VERA, R.; SOUZA, E. R. B. de.; FERNANDES, E. P.; NAVES, R. V.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; XIMENES, P. A. Caracterização física e química de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) oriundos de duas regiões no estado de Goiás, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, p.93-99, 2007.

VILELA, G. F. **Variações em populações naturais de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae): fenológicas, genéticas e de valores nutricionais de frutos**. 1998. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998

4.2 - Características físico-químicas e compostos bioativos em pequis (*Caryocar coriaceum* Wittm.) nativos da Chapada do Araripe - CE

4.2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSTOS BIOATIVOS EM PEQUIS (*Caryocar coriaceum* Wittm.) NATIVOS DA CHAPADA DO ARARIPE – CE.

4.2.1 - Resumo

Frutos de trinta e cinco pequizeiros da espécie *Caryocar coriaceum* Wittm., foram avaliados quanto as suas características físico-químicas, compostos bioativos e capacidade antioxidante. A grande variabilidade observada, entre os frutos das plantas avaliadas, mais que ser indicativa da diversidade genética na população estudada, demonstra a importância nutricional do pequi como fonte de energia, principalmente de sua amêndoa pelos elevados percentuais de proteínas, zinco, manganês, cobre e fósforo; a adequação de suas características físico-químicas para consumo in natura e obtenção de óleo e, em adição, a capacidade antioxidante exibida pelos extratos de todas as plantas de pequi, com destaque para as plantas 14 e 29. Estes resultados confirmam o pequi como um fruto com considerável potencial agroindustrial e nutricional dotado de compostos bioativos capazes de contribuir para a manutenção da saúde.

Termos para indexação: *Caryocar coriaceum*, frutas nativas, características químicas, compostos bioativos.

4.2.2 – Abstract

Fruits from 35 pequi trees from *Caryocar coriaceum* Wittm. species were evaluated regarding their physical-chemical parameters, bioactive compounds and antioxidant capacity. The high variability observed among fruits of the evaluated plants, besides being indicative of genetic diversity in the studied population, shows the nutritional value of pequi as energy source, especially the almond due the high contents of proteins, zinc, manganese, copper and phosphorous; the suitability of the physical-chemical properties for fresh consumption and oil production and also antioxidant capacity of fruit extracts from all the studied plants, especially 14 and 29. These results confirm that pequi shows a considerable agro-industrial and nutritional potential, containing bioactive compounds which contribute to health maintaining.

Index Terms: *Caryocar coriaceum*, native fruits, chemical characteristics, bioactive compounds.

4.2.3 - Introdução

O crescente interesse mundial por frutas nativas do Brasil tem motivado a realização de pesquisas no Cerrado, um dos biomas brasileiros que mais contribui para o fornecimento destas frutas (SANTOS *et al.*, 2006). Esta tendência vem sendo intensificada à medida que as pesquisas têm comprovado os benéficos efeitos à saúde, exercidos por diversos fitoquímicos, naturalmente presentes nos vegetais (HALLIWELL *et al.*, 1992; TORRES e BOBET, 2001).

Nesse cenário, encontra-se o pequizeiro de reconhecido valor socioeconômico e grande aceitabilidade pela população, na sua área de ocorrência. A utilização de seu potencial é, entretanto, incipiente devida à carência e em alguns casos, à contradição das informações existentes sobre as características físico-químicas do pequi, principalmente da espécie *C. coriaceum*.

O conhecimento das características químicas dos alimentos regionais, tradicionalmente, consumidos pela população gera informações indispensáveis à orientação nutricional, permitindo a composição de uma dieta saudável e conseqüentemente, a avaliação do estado nutricional de um indivíduo com base na ingestão alimentar (TACO, 2006). Esses estudos fornecem ainda, subsídios à identificação das espécies promissoras, tendo em vista o seu aproveitamento industrial e a aplicação de estudos de melhoramento genéticos.

Do ponto de vista nutricional, sabe-se que, a polpa e a amêndoa do pequi apresentam elevado teor de lipídios, comparável ao do abacate, açaí e buriti (ALMEIDA e SILVA, 1994), nos quais prevalecem os ácidos graxos palmítico e oléico (LIMA, 1980; HIANE *et al.*, 1992a e LIMA *et al.*, 2007). Esta característica confere um maior valor energético ao pequi, largamente utilizado na complementação da dieta da população de baixa renda, durante a safra. Embora, explorado de forma extrativista como matéria prima para extração de óleo, pouco se sabe sobre as características de interesse industrial como: pH, atividade de água, sólidos solúveis totais e acidez, preditivas de possíveis alterações do fruto in natura, bem como durante o seu processamento e armazenamento, tampouco quanto aos seus compostos bioativos. Na literatura são encontrados trabalhos de alguns pesquisadores: Godoy, (1993); Ramos *et al.*, (2001); Marinho e Castro, (2002); Azevedo-Meleiro e Rodriguez-Amaya, (2004); Lima *et al.*, (2007) que apresentam um teor variável de carotenóides e, de Lima *et al.*, (2007) e Roesler *et al.*, (2007), sobre fenólicos, todos realizados com outras espécies de pequi.

Considerando a exigüidade das informações a respeito do pequi, semelhantemente ao que acontece com outras plantas nativas, e o conhecimento de que os dados sobre a composição nutricional e demais características físico-químicas apresentam uma grande variabilidade entre as plantas, esta pesquisa foi realizada com frutos da espécie *Caryocar coriaceum* Wittm., nativa da Chapada do Araripe-CE, visando obter dados de interesse nutricional, funcional, industrial e agrônômico que permitam um melhor aproveitamento do seu potencial.

4.2.4 - Material e Métodos

4.2.4.1 - Material

Após autorização prévia do IBAMA (Licença nº 029/2006NP/COGEF), foram selecionadas em função da produtividade, medida pelo número de frutos (>60u.) caídos no solo, 35 plantas (georeferenciadas com GPS) em municípios produtores de pequi, da Chapada do Araripe – CE. A coleta dos frutos do solo foi realizada no início da manhã, de janeiro a março, correspondente ao pico da safra, nos municípios tradicionalmente produtores de pequi (Crato, Barbalha, Missão Velha e Jardim). O pequi da espécie *Caryocar coriaceum* Wittm., presente na Chapada do Araripe – CE, encontra-se registrado no Herbário Prisco Bezerra da Universidade Federal do Ceará sob o número 43163.

Os frutos, após a coleta, foram devidamente transportados para o Laboratório de Análise de Alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical em Fortaleza, CE onde, após seleção, foram separados em três lotes de, no mínimo, 20 frutos cada, por planta. Estes frutos, após lavagem foram despulpados manualmente e triturados em processador doméstico, de modo a obter 35 amostras de polpa e 35 de amêndoa, todas em triplicatas. A seguir, as amostras foram acondicionadas em potes plásticos, protegidos da luz e mantidas sob congelamento em ultra freezer à temperatura de -70 °C, as destinadas à determinação de carotenóides totais e à - 20°C as destinadas à determinação das demais características.

4.2.4.2 - Métodos

4.2.4.2.1 - Composição centesimal

A umidade foi determinada em estufa a vácuo à 70°C, até peso constante (IAL, 2005); lipídios, pelo Soxhlet com hexano (IAL, 2005); cinzas por incineração em mufla a 550°C (IAL, 2005); proteínas pelo método micro Kjeldahl (SILVA, 1999); carboidratos totais, por diferença (IBGE, 1999) e valor energético total (VET) estimado conforme os fatores de conversão de Atawer de 4 Kcal/g de proteína, 4 Kcal/g de carboidratos e 9 Kcal/g de lipídios (LEHNINGER, 1986).

4.2.4.2.2 - Minerais

Os extratos, para a análise de minerais, foram obtidos por digestão úmida em solução nítrico-perclórica na proporção $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ (3:1 v/v), conforme descrito por Silva (1999). A determinação de minerais foi realizada em 11 plantas (polpa e amêndoa), escolhidas por região de coleta. Os resultados foram expressos em mg/100g de amostra em base úmida. O teor de cálcio, magnésio, zinco, manganês, cobre e ferro foi determinado em espectrofotômetro de absorção atômica Perking Elmer, modelo A-Analyst 300, em chama ar/acetileno (PERKIN-ELMER, 1996). Os minerais sódio e potássio, analisados em fotômetro de chama marca Digimed DM - 61 (SILVA, 1999). Fósforo, em espectrofotômetro-plus marca FEMTO no comprimento de onda de 660 nm.

4.2.4.2.3 - Características físico-químicas

O pH foi determinado por potenciômetro digital; sólidos solúveis totais (°Brix), na polpa diluída 1:10 (p/p) em refratômetro digital (AOAC, 2002); acidez total titulável (ATT) em 3 g da polpa diluída com 50 mL de água destilada por titulação com NaOH 0,1 N. (IAL, 2005); açúcares solúveis totais (AST), determinados pelo método da antrona, em espectrofotômetro (Spectronic Genesys 2), segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954); atividade de água (Aw) por equipamento específico;

4.2.4.2.4 - Carotenóides totais

A extração dos carotenóides foi realizada conforme procedimento descrito por Rodriguez - Amaya, (1999), com algumas modificações. Cerca de 5 g de polpa fresca de pequi foram pesadas e transferidas, quantitativamente, para gral de porcelana. Logo após, adicionou-se celite e macerou-se com pistilo e, em seguida, adicionou-se 80 mL de acetona gelada e continuou-se macerando. O material foi filtrado a vácuo em funil de Buchner sinterizado. A extração com acetona foi repetida até o resíduo do filtro se tornar o mais branco possível. Em seguida, o filtrado foi transferido, aos poucos, para funil de separação, contendo 50 mL de solução resfriada de éter de petróleo + éter etílico (1:1), para que ocorresse a transferência dos pigmentos da acetona para essa solução. Adicionou-se cerca de 20 mL de água destilada e aguardou-se um pouco até haver a separação das fases, quando então descartou-se a fase aquosa (inferior). Repetiu-se a lavagem com água até todo o volume do filtrado ter sido particionado. A solução contendo os pigmentos foi filtrada em lã de vidro e sulfato de sódio anidro para balões volumétricos de 100 mL completando-se o volume com éter de petróleo. As leituras dos carotenóides totais foram realizadas utilizando os coeficientes de absorvidade (2500) e comprimento de onda de máxima absorção em éter de petróleo 450 nm), conforme descritos por Rodriguez-Amaya (1999). As leituras foram realizadas em

espectrofotômetro UV-VIS Varian Cary 50 Conc., e os resultados expressos como μg em equivalentes de β -caroteno/g de amostra.

4.2.4.2.5 - Obtenção dos extratos para determinação de fenólicos e da atividade antioxidante

A obtenção dos extratos seguiu protocolo do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós - Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical de Fortaleza - CE (RUFINO *et al.*, 2006). Pesou-se 4 g de amostra seca de polpa (estufa à vácuo, 70°C) em um Becker, adicionou-se 40 mL de hexano para desengordurar a amostra. A seguir, o Becker foi deixado em repouso durante a noite, à temperatura ambiente (26 ± 2 °C) e ao abrigo da luz. Após esse tempo, o solvente foi evaporado à temperatura ambiente com ventilação de exaustão da capela ligada. Ao resíduo seco remanescente, adicionou-se 40ml de metanol (1:1) (metanol:água v/v) e deixou-se em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente e ao abrigo da luz. A seguir, o extrato foi centrifugado a 25.406,55 g (15.000 rpm) durante 15 minutos e o sobrenadante transferido quantitativamente para balão de 100mL. Ao resíduo remanescente, adicionou-se 40 mL de acetona a 70% (acetona : água 70:30 v/v) e, procedeu-se nova extração, nas mesmas condições, sendo o sobrenadante resultante adicionado ao obtido na primeira extração. Após aferição do volume para 100 mL com água destilada, o extrato foi filtrado para frascos âmbar e armazenados em congelador, por até uma semana, para análise. Esse extrato foi utilizado para a determinação da atividade antioxidante pelo sistema ácido linoléico/ β -caroteno e pelo método de seqüestro de radicais livres, DPPH*.

4.2.4.2.6 - Determinação dos polifenóis extraíveis totais - TEP

A quantificação dos compostos fenólicos foi realizada, em amostras de cada extrato, utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu, que envolve a redução do reagente pelos compostos

fenólicos presentes na amostra, levando à formação de um complexo azul, cuja intensidade foi medida à 700nm (LARRAURI *et al.*, 1997). Em tubos de ensaio, colocou-se uma alíquota de 0,3 mL do extrato[†], acrescida de 0,7 mL de água destilada, 1,0 mL do reagente de Folin-Ciocalteu, 2,0 mL de solução saturada de carbonato de sódio a 20% e 2,0 mL de água destilada. Homogeneizou-se e após 30 minutos, determinou-se a absorbância em espectrofotômetro (Spectronic Genesys 2) e os resultados foram expressos como equivalentes de ácido gálico (GAE) em mg/100g.

4.2.4.2.7 - *Determinação da atividade antioxidante in vitro pelo sistema modelo de oxidação β -caroteno/ácido linoléico*

A atividade antioxidante foi determinada nas polpas dos frutos pelo método descrito originalmente por Marco, (1968), posteriormente modificado por Miller (1971) e adaptado no Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós – Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical de Fortaleza – CE (RUFINO *et al.*, 2006). Para o preparo da solução sistema, adicionaram-se 40 μ L de ácido linoléico, 14 gotas de Tween 40, 50 μ L de solução de β -caroteno a 20 mg/mL em clorofórmio e 1 mL de clorofórmio em Erlenmeyer. Após homogeneização, a mistura foi submetida à completa evaporação do clorofórmio com o auxílio de oxigenador, à temperatura ambiente. A esta mistura isenta de clorofórmio, adicionou-se água, previamente saturada com oxigênio durante 30 min, e agitou-se vigorosamente. A solução sistema, assim preparada, apresentou-se límpida com absorbância entre 0,6 e 0,7 à 470 nm.

Em tubos de ensaio, diferentes volumes de extratos (0,1; 0,2 e 0,4 mL), correspondentes a 4, 8 e 16 mg de amostra seca, respectivamente, foram adicionados a 5 mL de solução de β -caroteno com ácido linoléico (sistema), tendo-se o cuidado de complementar o volume da amostra para 0,4 mL com água destilada, quando necessário. O mesmo procedimento foi realizado para o antioxidante padrão Trolox, adicionando-se 0,4 mL da solução de 200 mg/L. Os tubos de ensaio foram homogeneizados em agitador e mantidos em banho-maria a 40 °C. As leituras das absorbâncias (470 nm) foram realizadas imediatamente

[†] Extrato na concentração de 1g de amostra seca de polpa/100mL

após a adição das amostras e com intervalos de 15 minutos, durante 120 min, em espectrofotômetro Spectronic Genesys 2. Cada concentração do extrato foi feita em triplicata, totalizando 9 leituras por amostra. Os resultados foram expressos em percentagem de inibição da oxidação. A redução da absorbância do sistema sem antioxidante foi considerada como 100% de oxidação. A atividade antioxidante da amostra foi comparada com a atividade antioxidante do composto sintético Trolox (ácido carboxílico 6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2), solúvel em água, derivado da vitamina E, com potente propriedade antioxidante.

4.2.4.2.8 - Determinação da atividade antioxidante através do método de seqüestro de radicais livres (DPPH*).

A atividade antioxidante foi determinada na polpa dos frutos, através da capacidade dos antioxidantes presentes na amostra em seqüestrar o radical estável DPPH*, segundo método descrito por Brand-Williams *et al.*, (1995), modificado por Sánchez-Moreno (1998) e adaptado no Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós – Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical de Fortaleza – CE (RUFINO *et al.*, 2007). Após ensaios preliminares para a seleção das alíquotas dos extratos fenólicos das amostras e estudo da cinética da reação para determinar o EC₅₀, com conseqüente observação da estabilização da absorbância (120 min), foram selecionadas as concentrações a serem utilizadas na análise. Alíquotas de 20, 50 e 100µL do extrato, equivalentes a concentrações de 0,8, 2 e 4 mg de polpa de pequi, em base seca, foram adicionadas a tubos de ensaios contendo 3,9 mL de solução de DPPH (24 µg/mL), tendo-se o cuidado, quando necessário, de complementar o volume com água para 4 mL. O mesmo procedimento foi feito para o controle (sem amostra). A análise foi realizada em duplicata para cada concentração do extrato. As leituras foram realizadas após 120 minutos de reação, em repouso, à temperatura ambiente e ao abrigo da luz, à 515 nm em espectrofotômetro Spectronic Genesys 2. Os resultados foram expressos em base úmida, após transformação, utilizando o teor de umidade de cada planta, em EC₅₀ g fruta (porção comestível)/g de DPPH, que corresponde à quantidade de amostra necessária para reduzir em

50% a concentração inicial do radical DPPH*. Quanto menor esse valor, maior a capacidade da amostra para consumir o radical DPPH* e conseqüentemente maior atividade antioxidante.

4.2.4.2.9 - Estatística

Os resultados foram avaliados por meio de estatísticas descritivas, utilizando o procedimento MEANS do software estatístico SAS/STAT[®], (SAS INSTITUTE INC, 2004). Os resultados foram expressos como média $\pm$ desvio padrão, coeficiente de variação, valor máximo e mínimo. Os testes de média não foram realizados porque os resultados foram obtidos de plantas nativas, não se constituindo em um experimento planejado.

4.2.5 - Resultados e Discussão

As características físico-químicas de pequis das 35 plantas nativas, objeto desta pesquisa, descritas nas Tabelas 11, 12, 13 e 14, apresentam uma considerável variabilidade, em termos percentuais, tendência comumente, observada em frutos de plantas oriundas de propagação por sementes. Dos parâmetros avaliados, o maior coeficiente de variação foi exibido pelo teor de cobre da polpa, seguida em ordem decrescente pela relação sólidos solúveis/acidez, acidez e pelo teor de ferro na amêndoa, enquanto a atividade de água se destacou pela menor variabilidade.

Em relação ao valor nutricional, a polpa do pequi, diferentemente da maioria das frutas tropicais, apresenta elevado teor de lipídeos que contribui com mais de 70% do valor energético total (VET). O valor médio desse constituinte (Tabela 11) foi superior aos determinados em frutos da espécie *C. brasiliense* Camb. por Vera *et al.*, (2007) e Ferreira *et al.*, (1987) 18,84 a 20,00 g%; 14,83%, respectivamente, entretanto, inferior aos 32,1% e 33,40% reportados por Marx *et al.*, (1997) e Lima *et al.*, (2007), no que concerne à *C. villosum*

e *C. brasiliense*, respectivamente. Em relação aos resultados obtidos pelos últimos autores, convém ressaltar que a diferença é resultante do menor teor de umidade dos pequis por eles analisados que também apresentaram maiores percentuais de proteínas e carboidratos.

No que diz respeito à amêndoa, esta se destaca pelo seu conteúdo de lipídios e de cinzas, respectivamente, 1,5 e 5,5 vezes superior ao da polpa, o que reflete a sua superioridade em termos nutricionais.

A polpa e amêndoa do pequi com 0,63 e 3,43% de resíduo mineral fixo, respectivamente, também diferem entre si quanto ao teor de minerais, conforme Tabelas 12 e 13. Os resultados obtidos, embora ratifiquem a literatura com relação ao conteúdo de potássio tanto na polpa como na amêndoa, destacam nesta, em termos quantitativos o teor de fósforo. Para Mota (2000), o relevante teor de fósforo da amêndoa pode estar relacionado ao seu elevado teor de proteínas e de lipídios. Este mineral, além de atuar no crescimento tecidual e manutenção do pH normal, integra os fosfolipídios da membrana celular e como co-fator de diversas enzimas. Embora, do ponto de vista nutricional, o teor de fósforo da amêndoa, dos pequis da Chapada do Araripe (546,24 mg/100g) corresponda a 70% da IDR (BRASIL, 1998), é menor que os apresentados na literatura por Ferreira et al., (1987) e Hiane *et. al.*, (1992b), 702,0 e 1210,0 mg./100g, respectivamente. Entre os micronutrientes, a predominância do sódio na polpa, também, foi referida por estes últimos autores que também, referem o zinco como mineral majoritário na amêndoa (5,36 mg/100g), valor superior ao detectado neste trabalho. Este elemento, ao qual são atribuídas funções estruturais, enzimáticas, reguladoras e antioxidantes, encontra-se associado a desordens de aprendizado e memória, além de disfunções imunológicas que aumentam a recorrência de quadros infecciosos (COZZOLINO, 2008). A amêndoa do pequi apresenta um valor nutricional superior ao da polpa, por conter Zn, Cu e Mg em percentuais que correspondem a 20,6, 34,2 e 121,9% da IDR, respectivamente.

Os resultados discutidos acima ratificam Lima, *et al.*, (2007), quanto a importância nutricional do pequi como fonte de energia e minerais, em decorrência do elevado teor de proteínas da amêndoa, quantitativamente, similar ao apresentado pelas nozes. Estes autores destacaram, ainda, o teor de fibra dietética da polpa, cerca de 87% do total de carboidratos e a prevalência do ácido oléico e palmítico. O fato de constituir uma boa fonte de ácido graxo monoinsaturado, o pequi tem potencial para modular, favoravelmente, o perfil lipídico, reduzindo o colesterol total e o LDL, que deverá ser investigado.

Tabela 11 – Características descritivas da composição centesimal da polpa de pequi (*C. coriaceum* Wittm.) da Chapada do Araripe - CE.

Planta	POLPA					AMÊNDOA			
	Umidade (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Carboidratos ² (%)	VET (Kcal/100g)	Umidade (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)
1	49,06	25,24	0,67	2,71	22,32	327,25	36,36	34,67	3,00
2	59,73	17,81	0,78	2,13	19,54	247,03	41,10	29,93	3,01
3	48,34	29,30	0,60	1,56	20,24	351,79	32,82	42,60	3,15
4	57,61	25,36	0,67	1,78	14,58	293,66	29,37	40,60	3,75
5	60,24	18,02	0,65	2,92	18,20	246,42	33,48	33,90	3,63
6	60,06	18,15	0,70	1,45	19,84	247,41	40,29	33,48	3,13
7	54,78	22,27	0,64	1,83	20,48	289,67	32,15	33,68	2,85
8	49,71	30,39	0,63	2,02	17,26	350,59	31,31	30,91	3,56
9	50,69	26,25	0,73	1,60	20,86	323,47	34,38	44,65	2,78
10	62,12	17,06	0,61	1,49	18,73	234,37	37,38	41,21	3,58
11	63,18	15,49	0,64	1,37	19,32	222,20	40,70	34,50	3,29
12	65,24	15,88	0,63	1,39	16,85	215,86	33,78	43,15	3,54
13	52,00	28,35	0,68	2,77	17,13	331,02	30,88	38,54	4,45
14	51,74	28,62	0,68	1,49	17,48	333,44	46,17	28,85	3,40
15	48,90	26,08	0,54	2,34	22,14	332,61	34,75	34,94	3,33
16	55,94	24,32	0,63	1,42	17,90	295,46	34,74	36,75	3,61
17	53,68	29,09	0,57	1,62	15,03	328,45	39,90	33,39	3,37
18	54,31	21,49	0,63	1,63	21,93	287,68	34,47	40,40	3,06
19	58,96	17,86	0,73	1,51	20,94	250,52	31,73	36,76	3,46
20	52,96	29,34	0,61	2,92	14,17	332,45	39,01	30,84	3,27
21	57,92	19,96	0,67	2,16	19,23	265,19	33,28	37,61	3,24
22	63,55	15,71	0,57	2,48	17,61	221,64	39,12	28,11	3,77
23	60,34	18,95	0,56	2,57	17,59	251,15	35,43	33,61	3,43
24	53,26	25,78	0,68	2,10	18,18	313,11	35,43	34,01	3,49
25	48,44	35,15	0,64	2,02	13,75	379,45	33,29	33,62	3,74
26	55,90	21,89	0,54	1,67	20,00	283,66	33,01	30,97	3,72
27	54,47	23,65	0,66	2,68	18,55	297,78	30,56	36,55	3,70
28	57,93	22,63	0,53	2,42	16,50	279,29	32,34	29,91	3,62
29	58,37	19,64	0,53	2,71	18,74	262,60	31,18	34,27	3,98
30	49,32	29,77	0,60	2,69	17,63	349,18	34,22	33,55	4,30
31	58,47	19,76	0,62	2,23	18,93	262,43	31,71	34,81	3,39
32	50,64	24,29	0,60	2,16	22,31	316,54	30,33	38,69	3,81
33	55,15	20,68	0,54	1,45	22,66	280,61	28,92	39,18	2,79
34	54,96	21,70	0,71	1,76	20,88	285,83	42,48	30,10	3,30
35	49,80	25,89	0,65	1,92	21,75	327,62	35,87	31,24	3,37
Mínimo	48,34	15,49	0,53	1,37	13,74	215,86	29,37	28,01	2,76
Máximo	65,24	35,25	0,78	2,92	22,66	379,45	46,17	44,65	4,45
Média	55,36	23,19	0,63	2,03	18,80	292,24	35,21	35,11	3,43
DP	4,77	4,94	0,07	0,52	2,54	45,68	3,99	4,30	0,40
CV (%)	8,62	21,31	10,54	25,58	13,51	15,63	11,33	12,25	11,53

¹ Em base úmida; ² Carboidratos por diferença, DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; VET: Valor Energético Total

Tabela 12 – Características descritivas da composição de minerais na polpa integral de pequi (*C. coriaceum* Wittm.) da Chapada do Araripe – CE.

Polpa ¹									
Plantas	Ca	Mg	P	K	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
1	43,38	41,82	28,14	195,16	2,69	1,83	1,34	4,75	2,23
2	53,66	69,53	21,95	212,74	0,47	0,97	1,84	3,36	1,88
5	46,02	91,14	24,92	231,83	0,25	1,09	1,13	3,05	1,63
6	31,33	62,94	22,89	216,82	0,43	0,59	1,20	3,46	1,18
12	40,84	80,12	17,29	193,96	0,46	0,37	1,46	4,63	1,05
13	63,32	80,26	25,40	195,89	7,17	1,44	2,02	3,04	1,38
14	51,29	36,07	25,08	263,81	5,52	2,01	2,47	4,18	1,47
19	40,16	60,19	18,29	207,27	0,48	0,65	1,33	1,78	1,43
26	33,58	41,75	19,23	175,53	0,45	0,69	1,66	3,08	1,10
29	30,76	37,22	26,03	183,74	0,42	0,74	1,36	2,50	1,02
33	39,25	58,83	17,76	140,31	0,36	0,72	1,63	1,19	0,69
Mínimo	30,76	36,07	17,29	140,31	0,25	0,37	1,13	1,19	0,70
máximo	63,32	91,14	28,14	263,81	7,19	2,01	2,47	4,75	2,23
Média	43,05	59,99	22,45	201,55	1,70	1,01	1,59	3,18	1,37
DP	10,03	19,08	3,79	31,72	2,42	0,53	0,40	1,10	0,43
CV (%)	23,30	31,81	16,88	15,74	142,55	52,55	25,18	34,60	31,70
IDR	800 mg	300 mg	800 mg	.	3 mg	14 mg	5 mg	.	15 mg
% IDR	5,4	20,6	2,8	.	46,4	7,3	31,9	.	9,7

¹ Base úmida

Tabela 13 – Características descritivas da composição de minerais na amêndoa integral do pequi (*C. coriaceum* Wittm.) da Chapada Araripe.

Amêndoa ¹									
Plantas	Ca	Mg	P	K	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
1	99,70	352,01	563,78	489,88	0,51	0,96	3,74	0,00	3,33
2	84,51	339,40	526,24	499,21	0,99	1,03	3,51	0,97	3,30
5	79,00	421,12	643,29	492,06	0,85	1,42	3,47	1,33	3,93
6	51,75	371,38	617,34	505,52	0,95	1,03	2,65	1,59	2,29
12	118,30	336,34	391,25	375,16	1,19	1,12	4,36	0,00	2,79
13	100,61	383,51	589,51	460,74	1,23	1,58	4,50	6,10	3,62
14	88,00	301,08	410,01	374,11	0,96	0,90	3,67	1,97	2,28
19	90,16	417,58	634,13	494,73	1,26	2,12	3,55	2,73	4,30
26	103,23	351,99	548,58	442,61	1,12	1,81	4,84	1,49	2,81
29	98,79	325,30	495,41	386,12	1,14	1,52	3,84	2,98	2,44
33	91,58	423,81	589,07	452,64	1,24	2,10	4,13	3,25	3,21
Mínimo	51,74	301,08	391,25	374,11	0,51	0,90	2,65	0,00	2,28
Máximo	118,29	423,81	643,29	505,51	1,26	2,12	4,84	6,10	4,30
Média	91,42	365,77	546,24	452,07	1,04	1,42	3,84	2,04	3,12
DP	16,91	41,50	84,72	51,41	0,22	0,45	0,60	1,72	0,67
CV (%)	18,49	11,35	15,51	11,37	21,28	31,65	15,56	84,67	21,37
IDR	800 mg	300 mg	800 mg	.	3 mg	14 mg	5 mg	.	15 mg
% IDR	11,4	121,9	68,3	.	34,7	10,1	76,8	.	20,8

¹ Base úmida

Tabela 14 – Estatísticas descritivas de características físico-químicas da polpa¹ de pequi (*C. coriaceum* Wittm.) da Chapada Araripe.

Plantas	pH	Acidez (%)	Sólidos solúveis (%)	Açúcares totais (%)	Brix/acidez	Aw
1	6,28	1,12	10,33	5,31	9,23	0,984
2	7,40	1,00	15,33	3,48	15,33	0,991
3	6,57	0,72	10,00	4,17	13,86	0,986
4	7,22	0,50	8,67	6,15	17,21	0,986
5	7,49	1,75	14,33	3,15	8,21	0,983
6	7,84	0,73	12,67	4,74	17,31	0,986
7	7,17	1,18	12,00	5,00	10,17	0,985
8	6,53	1,58	8,00	2,77	5,08	0,984
9	6,57	1,51	9,00	3,36	5,94	0,986
10	6,23	1,50	11,00	4,20	7,34	0,987
11	6,71	1,90	9,67	3,58	5,09	0,993
12	6,66	1,74	6,00	2,76	3,45	0,993
13	7,21	1,23	9,33	3,75	7,56	0,982
14	6,86	2,36	8,00	3,63	3,38	0,989
15	6,84	1,63	8,00	5,18	4,91	0,986
16	6,49	1,18	7,33	4,99	6,22	0,988
17	7,04	1,18	10,67	4,57	9,04	0,989
18	6,63	1,63	14,67	6,69	9,01	0,986
19	6,54	2,57	10,00	5,34	3,89	0,984
20	6,92	3,76	10,33	3,33	2,75	0,985
21	6,87	2,53	8,67	5,05	3,43	0,988
22	6,90	2,96	8,33	3,79	2,81	0,985
23	7,01	1,40	12,00	4,65	8,55	0,993
24	6,71	1,35	8,33	3,94	6,16	0,992
25	7,30	1,01	7,33	2,61	7,26	0,993
26	6,92	2,00	12,33	5,22	6,17	0,988
27	7,12	1,39	10,00	5,62	7,20	0,987
28	6,88	1,44	8,00	5,99	5,54	0,989
29	7,03	1,94	10,67	5,44	5,50	0,984
30	6,53	1,89	8,33	3,22	4,41	0,989
31	6,99	1,16	8,67	4,39	7,45	0,989
32	7,01	0,89	6,67	5,38	7,51	0,988
33	7,06	1,50	12,67	6,56	8,45	0,992
34	7,03	1,21	8,33	7,05	6,86	0,990
35	7,12	1,50	12,00	4,59	8,01	0,984
Mínimo	6,23	0,50	6,00	2,61	2,75	0,982
Máximo	7,84	3,76	15,33	7,05	17,31	0,993
Média	6,91	1,60	9,97	4,58	7,58	0,988
DP	0,38	0,76	2,49	1,25	4,01	0,003
CV (%)	5,54	47,32	24,93	27,37	52,97	0,336

¹ Em base úmida.

O pequi, também, difere da maioria das frutas tropicais no que diz respeito às características de interesse industrial por apresentar um pH que o classifica como alimento de baixa acidez (6,91), propício ao desenvolvimento de microrganismos patogênicos a exemplo de *Clostridium botulinum*. Outros fatores como atividade de água, que neste fruto encontra-se na faixa III (0,982 - 0,993), presença de nutrientes, temperatura e disponibilidade de oxigênio, devem ser considerados, não apenas por exercerem efeito seletivo sobre a microbiota dos alimentos, como também, por favorecerem a oxidação dos lipídios. Com relação aos açúcares totais e a acidez, o pequi contém um teor superior ao referido por Lima, (1980) para a mesma espécie, 3,33% e 0,24%, respectivamente, porém uma relação °Brix/acidez inferior, o que se reflete no sabor menos doce da sua polpa (Tabela 14).

Por tratar-se de um fruto oleaginoso, os lipídios tanto da polpa como da amêndoa, com 23,19 % e 35,11 %, respectivamente, se destacam como constituintes de maior interesse para exploração industrial. Além de ser empregado na indústria de cosméticos, o óleo resultante tem uma considerável importância na farmacopéia popular (ALMEIDA *et al*, 1998), dadas as suas propriedades medicinais. Neste contexto, se sobressaem os frutos das plantas 8, 25 e 30 e as 3, 9 e 12 cujas polpas e amêndoas, respectivamente, apresentaram os maiores percentuais de lipídios (Tabela 11).

Com relação aos compostos bioativos, Tabela 15, os pequis da Chapada do Araripe apresentaram um teor de carotenóides totais ($8,62 \pm 3,54 \mu\text{g/g}$), inferior aos relatados para a espécie *C. brasiliense* que variam de $72,5 \mu\text{g/g}$ de matéria seca (LIMA *et. al.*, 2007) a $231.000 \mu\text{g/g}$ (VILELA *et al.*, 1996). Em 1960, Carvalho e Burger determinaram neste fruto um teor de 120 mg/100g de caroteno que equivale a 200.000 UI de provitamina A ou 20.000 RE/100g , resultado ratificado por Vilela em 1998 que encontrou valores análogos (19.700 RE/100g).

Tabela 15 – Teores de fenólicos totais e carotenóides totais na polpa de pequi¹

Constituintes	Polpa			
	Média±DP	CV (%)	Min	Max
² Fenólicos totais (mg/100g)	104,12 ± 36,21	34,78	60,27	194,52
³ Carotenóides totais (μg/g)	8,62 ± 3,54	41,06	3,45	16,25

¹Valores expressos como média ± desvio-padrão; CV= coeficiente de variação

² mg em equivalentes de ácido gálico/100g de amostra fresca

³ μg em equivalente de β-caroteno/g de amostra fresca

De um modo geral, a literatura sobre a quantificação de carotenóides totais em pequis, é escassa e controversa: para uma mesma espécie (*C. brasiliense*) foram registrados teores de 231,09 µg/g e 83,7 µg/g de carotenóides totais por Ramos *et al.*, (2001) e Oliveira *et al.*, (2006), respectivamente. Essa variabilidade pode ser decorrente da metodologia analítica empregada, do tipo de solvente utilizado na extração desses compostos e/ou das características intrínsecas dos frutos.

O teor de carotenóides totais, considerados quantitativamente reduzidos, encontram-se, para a maioria das amostras, respaldados pelos valores de b^* , determinados em trabalho anterior para esta espécie, e concordam com a assertiva de Oliveira *et al.*, (2006) de que os carotenóides são os principais responsáveis pela coloração amarela da polpa de pequi. Desta forma, o *C. coriaceum* com um valor médio de b^* de $27,9 \pm 11,0$ que corresponde a uma polpa amarela clara, contem um menor teor deste pigmento que a *C. brasiliense*, com valores de b^* entre 72,21 a 95,64 (VERA *et al.*, 2005) e polpa de coloração alaranjada mais intensa. De acordo com a Figura 10, os frutos das plantas 1, 20 e 21 apresentaram os maiores teores de carotenóides, embora não tenha havido uma correspondência direta com o b^* da polpa, especificamente, com relação a planta 1.

A importância dos carotenóides, independentemente, da sua atividade como provitamina A, é devida às suas propriedades antioxidantes. A ingestão de alimentos ricos nesse constituinte tem sido relacionada com o fortalecimento do sistema imunológico e a redução do risco de doenças degenerativas como o câncer, doenças cardiovasculares, degeneração macular relacionada com a idade e a formação de catarata (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997).

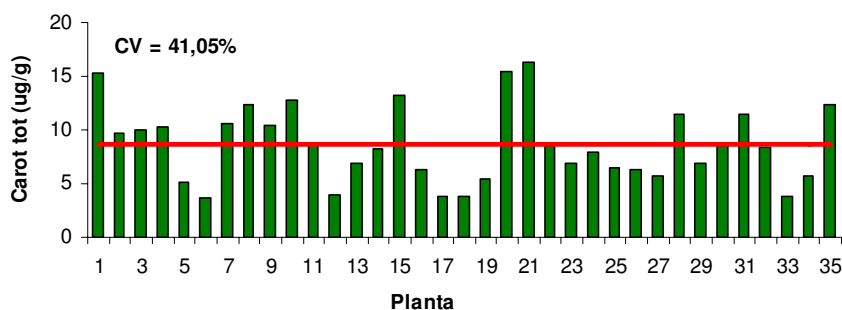


Figura 10 – Variação do teor de carotenóides totais em frutos de 35 plantas de pequi.

Não obstante a importância dos compostos fenólicos, praticamente, inexistem estudos sobre a sua quantificação na porção comestível (polpa e amêndoa) do pequi. Na espécie estudada nesta pesquisa, o teor de fenólicos totais (Tabela 15) foi inferior ao relatado por Lima *et al.*, (2007) na polpa seca da *C. brasiliense* (209 mg/100g), cuja amêndoa contém 122,0 mg/100g ou seja menos que 60% do teor da polpa. Nesta mesma espécie, Roesler *et al.*, (2007) detectaram nos extratos etanólico e aquoso da casca 209,37g de GAE/Kg de matéria seca, enquanto a porção semente + polpa apresentou teores inferiores a 15%, isto é, 27,17g GAE/Kg de amostra. De acordo com estes autores, os extratos apresentaram uma excelente capacidade de sequestrar radicais livres, portanto, elevada capacidade antioxidante. A Figura 11 demonstra que as plantas 1, 3 e 24 apresentaram os maiores teores de substâncias fenólicas.

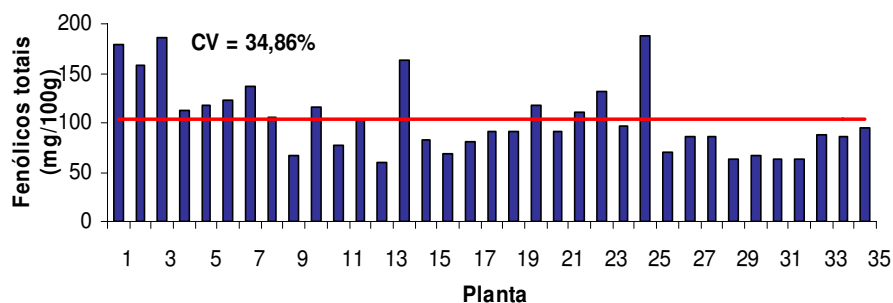


Figura 11 - Variação do teor de fenólicos totais em frutos de 35 plantas de pequi.

Para comprovar a ação antioxidante destes fitoquímicos, foram realizados ensaios *in vitro* pelo sistema β -caroteno/ácido linoléico e DPPH.

De acordo com os resultados, a oxidação do β -caroteno foi inibida pelos extratos das polpas de pequi, obtidas das 35 plantas avaliadas, em percentuais que variaram de 55 a 85%; 70 a 90% e 80 a 93%, em função da concentração do extrato 4, 8 e 16 mg da polpa seca, respectivamente, conforme Figura 12. Estes valores, próximos aos obtidos com o Trolox, mostraram uma correlação direta entre a concentração do extrato e a capacidade de inibição da oxidação. O aumento da concentração do extrato foi acompanhado do aumento do

percentual de inibição, tendendo para a saturação do sistema, quando a maioria das plantas não mais se diferenciava entre si. Assim sendo, verifica-se que os valores obtidos pela menor concentração (4mg), de extrato das plantas 14, 26, 29 e 35 exibiram o maior percentual (85%) de inibição dos radicais livres gerados durante a peroxidação do ácido linoléico. O fato de não ter sido observada uma correlação direta entre o teor de fenólicos e a atividade antioxidante (Apêndice C), se contrapõe à literatura existente sobre o tema que os considera como os principais responsáveis pela atividade antioxidante nos vegetais (HEIM *et al.*, 2002). Entretanto, para que estes compostos possam ser considerados antioxidantes e, como tal, exercer funções biológicas é necessário que em baixas concentrações sejam capazes de impedir, retardar e prevenir a auto-oxidação, ou a oxidação mediada por radicais livres e que o produto formado após a reação seja estável (DUARTE-ALMEIDA *et al.*, 2006).

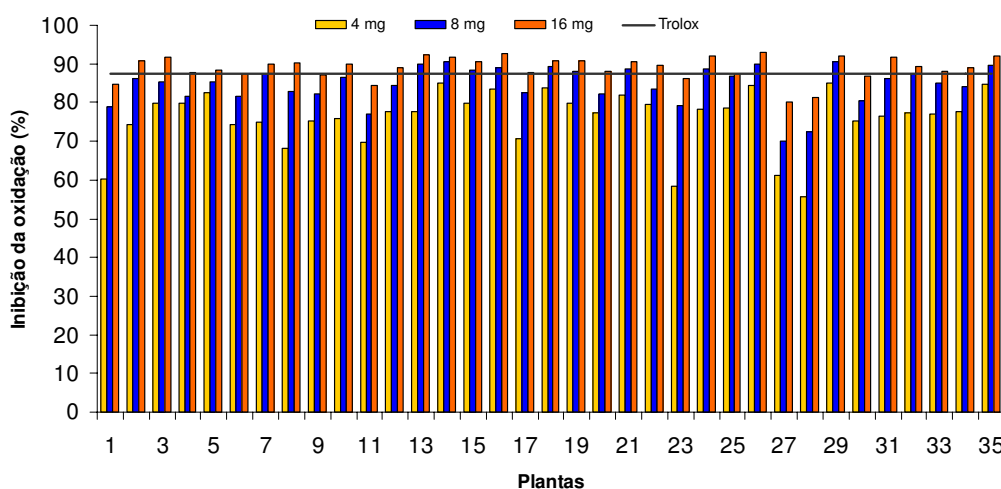


Figura 12 – Porcentagem de inibição da oxidação dos extratos fenólicos da polpa (concentrações de 4, 8 e 16 mg de amostra seca) de frutos de 35 plantas de pequi (*C. coriaceum*) em sistema ácido linoléico/ β -caroteno.

De um modo geral, a existência de correlações entre o teor de fenólicos e a atividade antioxidante é bastante controversa, independentemente do fruto: enquanto Benvenuti *et al.*, (2004); Soares *et al.*, (2008); Roesler *et al.*, (2008) referem uma alta correlação, outros sequer

observaram uma correlação direta (IMEH e KHOKBAR, 2002; WU *et al.*, 2004). Esta divergência pode ser atribuída a falta de seletividade do reagente de Folin-Ciocalteu na quantificação dos compostos fenólicos, uma vez que reage com outros compostos redutores como carotenóides, aminoácidos, açúcares e vitamina C (VINSON *et al.*, 2001).

Considerando Koleva *et al.*, (2002), ao afirmar que devido à complexidade do processo oxidação-antioxidação, nenhum método sozinho é capaz de prover um quadro compreensivo do perfil antioxidante de uma amostra, foi, também, utilizado nesta pesquisa o radical estável 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH*). Este método, que avalia o poder redutor do antioxidante, tem sido amplamente utilizado para avaliar a capacidade dos antioxidantes naturais em seqüestrar radicais livres (SANCHEZ - MORENO *et al.*, 1998).

O potencial dos extratos das polpas de pequi, em seqüestrar radicais livres foi expresso como a quantidade de amostra (g) necessária para inibir em 50% a oxidação do radical DPPH* (g). Desta forma, quanto mais baixo for o valor de EC₅₀, maior o potencial antioxidante do extrato, dada a sua capacidade de atuar como doador de hidrogênio.

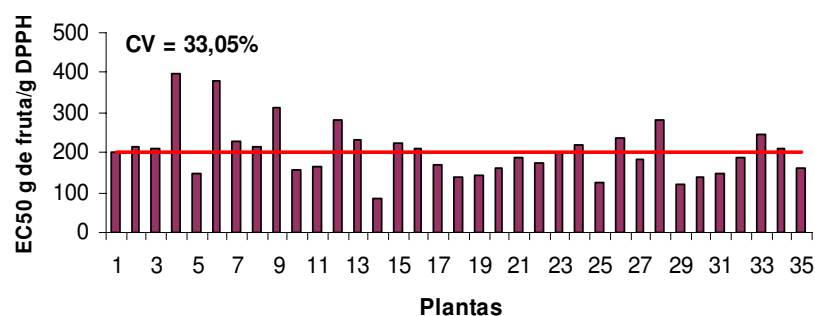


Figura 13 – Atividade antioxidante dos extratos de polpa de pequi utilizando o método de seqüestro de radicais DPPH*.

O perfil antioxidante dos extratos de pequi (Figura 13), obtido por esta metodologia, destacam as plantas 14 e 29 pela sua capacidade de seqüestrar radicais livres, ratificado os resultados obtidos para as mesmas pelo sistema β -caroteno/ácido linoléico. Em contraposição, a planta 4 que exibiu 80 % de proteção, com a menor concentração (4mg) de extrato, pelo

sistema β -caroteno/ácido linoléico, apresentou menor capacidade em seqüestrar o radical estável DPPH*. Considerando as especificidades do mecanismo de ação de cada metodologia, o resultado demonstra que o extrato dessa planta foi mais eficiente em atuar na prevenção da oxidação do ácido linoléico do que na captura de radicais livres, o que pode ser devido a de estrutura química específica de seus compostos fenólicos.

4.2.6 - Conclusões

Não obstante a grande variabilidade observada na maioria dos parâmetros avaliados, indicativa da diversidade genética na população estudada, os resultados demonstram a importância nutricional do pequi como fonte de energia, principalmente de sua amêndoa pelo elevado percentual de proteínas, zinco, cobre, manganês e fósforo; a adequação de suas características físico-químicas para consumo *in natura* e produção industrial de óleo e, em adição a capacidade antioxidante exibida por todos os extratos das plantas de pequi, com destaque para as plantas 14 e 29. Estes resultados confirmam o pequi como um fruto com considerável potencial agroindustrial e nutricional dotado de compostos bioativos capazes de contribuir para a manutenção da saúde.

4.2.7 – Agradecimentos

Ao Banco do Nordeste pelo suporte financeiro e ao IBAMA pelo apoio logístico

4.2.8 - Referências bibliográficas

ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M., RIBEIRO, J.F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464p.

ALMEIDA, S.P.; SILVA, J.A. **Piqui e buriti: importância alimentar para a população dos Cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1994. 38p. (Documentos, 54).

AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17 ed. Washington: AOAC. 2002.

AZEVEDO-MELEIRO, C.H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Confirmation of the identity of the carotenoids of tropical fruits by HPLC-DAD and HPLC-MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.17, p.385-396, 2004.

BENVENUTI, S.; PELLATI, F.; MELEGARI, M.; BERTELLI, D. Polyphenols, Anthocyanins, Ascorbic Acid and Radical Scavenging. **Food Chemistry and Toxicology**, v.69, n.3, p.164-169, 2004.

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

BRASIL. Ministério da Saúde – MS. **Ingestão Diária Recomendada (IDR)** para adultos, Portaria 33, de 13 de Janeiro de 1998, da Secretaria de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde, 1998.

BRITTON, G. Structure and properties of carotenoids in relation to function. **Faseb Journal**, Bethesda, v.9, n.15, p.1551-1558, 1995.

CARVALHO, M. C.; BURGER, O. N. **Contribuição ao estudo do pequi de Brasília**. Brasília, DF: SPS, 1960. 15p. (Coleção Estudo e Pesquisa Alimentar, 50).

COZZOLINO, S.M.F. O papel do zinco no crescimento e desenvolvimento infantil. In: FISBERG, M.; BARROS, M.J.L. **O papel dos nutrientes no crescimento e desenvolvimento infantil**. São Paulo: SARVIER, 2008. Cap. 4, p-65-82.

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

FERREIRA, F.R.; BIANCO, S.; DURIGAN, J.F.; BELINGIERI, P.A. Caracterização física e química de frutos maduros de pequi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. v.2, p.643-646.

GODOY, H.T. **Estudo de carotenóides e pró-vitamina A em alimentos**. 1993. 126f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

GODOY, H.T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. occurrence of cis-isomers of provitamin A in Brazilian fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, p.1306-1313, 1994.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M.; CROSS, C.E. free radicals, antioxidants and human disease: where are we now? **Journal of laboratory and Clinical Medicine**, v.119, p.598-620, 1992.

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

HIANE, P.A.; RAMOS, M.I.L.; RAMOS FILHO, M.M.; BARROCAS, G.E.G. Teores de minerais de alguns frutos do Estado de Mato Grosso do Sul. **Boletim do Ceppa**, v.10, n.2, p.208-214, 1992b.

HIANE, P.A.; RAMOS, M.I.L.; RAMOS FILHO, M.M.; PEREIRA, J.G. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de alguns frutos nativos do estado de Mato Grosso do Sul. **Boletim do Ceppa**, v.10, n1, p.35-42, 1992a.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ed. Brasília: IAL, 2005. 1018p.

IBGE. Estudo Nacional da Despesa Familiar. **Tabelas de composição de alimentos**. 5 ed. Rio de Janeiro, 1999.

IMEH, U.; KHOKBAR, S. Distribution of conjugated and free phenols in fruits: antioxidant activity and cultivar variations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.22, p.6301-6306, 2002.

KOLEVA, I.I.; BEEK, T.A.; LINSEN, A.; EVSTATIEVA, L.N. Screening of plant extracts for antioxidant activity: A comparative study of three testing methods. **Phytochemical Analysis**, v.13, p.8-17, 2002.

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

LEHNINGER, A.L. **Princípios de bioquímica**. Sarvier: São Paulo. 1986. p.211.

LIMA, A.; SILVA, A.M.O.; TRINDADE, R.A.; TORRES, R.P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.695-698, 2007.

LIMA, M.T. **Caracterização química e física do fruto do pequizeiro (*Caryocar coriaceum* Wittm.)**. 1980. 61f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

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

MARINHO, H.A.; CASTRO, J.S. Carotenóides e valor de pró-vitamina A em frutos da região amazônica: Pajurá, Piquiá, Tucumã e Umari. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002. Belém, PA. **CD-ROM...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002.

MARX, F., ANDRADE, E.H.A., MAIA, J.G. Chemical composition of the fruit pulp of *Caryocar villosum*. **Zeitschrift Fuer Lebensmittel Untersuchung/ Food research and technology**, v.204, p.442-444, 1997.

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

MOTA, W.F. da; FINGER, F.L.; CASALI, V.W.D. **Olericultura: melhoramento genético do quiabeiro**. Viçosa: UFV, 2000. 144p.

OLIVEIRA, M.N.S.; GUSMÃO, E.; LOPES, P.S.N.; SIMÕES, M.O.M.; RIBEIRO, L.M.; DIAS, B.A.S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.3, p.380-386, 2006.

PERKIN-ELMER. **Atomic absorption spectroscopy: analytical methods**. Norwalk, 1996. 300p.

RAMOS, M.I.L.; UMAKI, M.C.S.; HIANE, P.A.; RAMOS FILHO, M.M. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenóides pró-vitâmicos “A” da polpa do piqui (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Boletim do CEPPA**. Curitiba, v.19, n.1, p.23-32, 2001.

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

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods.** Washington: ILSI Press, 1999. 64p

ROESLER, R.; CATHARINO, R.R.; MALTA, L.G.; EBERLIN, M.N.; PASTORE, G. Antioxidant activity of *Caryocar brasiliense* (pequi) and characterization of components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, v.110, p.711-717, 2008.

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

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MANCINI FILHO, J.; MOREIRA, A.V.B. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema β -caroteno/ácido linoléico. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, **Comunicado Técnico** 126, 2006.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, **Comunicado Técnico** 127, 2007.

SANCHEZ-MORENO, C.; LAURRAURI, J.A.; SAURA-CALIXTO, F.A. Procedure to measure the anti-radical efficiency of polypnhenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.76, n.10, p.270-276, 1998.

SANTOS, B.R.; PAIVA, R.; DOMBROSKI, J.L.D.; MARTINOTO, C.; NOGUEIRA, R.C.; SILVA, A.A.N. Pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.): uma espécie promissora do Cerrado Brasileiro. **Boletim Agropecuário**. Lavras: UFLA, 2006. v.64. 33p.

SAS INSTITUTE INC. (Cary, NC). **SAS/GRAPH software:** reference, version 8. Cary, NC, 2004. p.801-858.

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

SOARES, M.; WELTER, L.; GONZAGA, L.; LIMA, A.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos fenólicos presentes no bagaço de maçã cv. Gala. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.3, p.727-732, 2008.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. NEPA-UNICAMP. 2.ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p.

TORRES, J.L.; BOBET, R. New flavanol derivatives from grape (*Vitis vinifera*) byproducts: antioxidant aminoethylthio-flavan-3-ol conjugates from a polymeric waste fraction used as a source of flavonols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v.49, p.4627-4634, 2001.

VERA, R.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. do; CHAVES, L. J.; LENDRO, W. M.; SOUZA, E. R. B. de. Caracterização física de frutos do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, p.71-79, 2005.

VERA, R.; SOUZA, E. R. B. de.; FERNANDES, E. P.; NAVES, R. V.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; XIMENES, P. A. Caracterização física e química de frutos do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) oriundos de duas regiões no estado de Goiás, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, p.93-99, 2007.

VILELA, G. F. **Variações em populações naturais de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae): fenológicas, genéticas e de valores nutricionais de frutos**. 1998. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

VILELA, G.F; ROSADO, S.C.S.R.; GAVILANES, M.L.; CARVALHO, D. Variação intra e interpopulacional em pequi – *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae). I. Carotenóides. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 4., 1996, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: Biosfera, 1996, v. 4. p. 307-309.

VINSON, J.A.; SU, X.; ZUBIK, L.; BOSE, P. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: Fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 49, p.5315-5321, 2001.

WEST, C.E.; SCHÖNFELDT, H.C. Composição dos alimentos. In: GIBNEY, M.J.; VORSTER, H.H.; KOK, F.J. **Introdução à Nutrição Humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p.228-240.

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

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.

5 - Considerações Finais

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variabilidade fenotípica observada na maioria dos caracteres avaliados é preditiva de diversidade genética na população estudada da espécie *Cariocar coriaceum* Wittm. da Chapada do Araripe-CE. Esta diferenciação, observada em relação às características morfológicas e às características químicas e físico-químicas, possibilitou a identificação de grupos de plantas cujas polpas e amêndoas apresentavam características de interesse para o processamento industrial, nutricional e funcional. Dos constituintes majoritários, destacam-se os lipídios, tanto na polpa como na amêndoa. Esta última, também se apresenta como a porção mais nutritiva do fruto. Diferentemente da espécie *C. brasiliense*, o *C. coriaceum*, devido à coloração muito clara da sua polpa, quase branca, apresenta um baixo teor de carotenóides.

Todas as plantas pesquisadas exibiram compostos fenólicos com ação antioxidante acima da média, achado que aponta para a necessidade da realização de um aprofundamento nas pesquisas tendo em vista traçar o seu perfil e para confirmar in vivo os resultados encontrados. O pequi é, portanto, um fruto com considerável potencial agroindustrial e nutricional dotado de compostos bioativos, capaz de contribuir para a manutenção da saúde e para melhorar a situação sócio econômica da população da Região

Finalmente, evidencia-se a necessidade de formação de grupo de pesquisa que inclua especialistas na área de ciência e tecnologia de alimentos e agrônômica, tendo em vista o desenvolvimento do agronegócio pequi.

6 - Apêndices

APÊNDICE A - Estatísticas descritivas dos minerais da polpa e da amêndoa do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) da Chapada do Araripe – CE.

variavel	media	dp	cv	min	p10	p25	p50	p75	p90	max
Ca_Am	91,4210	16,9068	18,4933	51,7496	78,9962	84,5105	91,5843	100,6145	103,2265	118,2965
Ca_Pol	43,0524	10,0307	23,2989	30,7551	31,3301	33,5787	40,8380	51,2907	53,6558	63,3195
Cu_Am	1,0399	0,2213	21,2825	0,5132	0,8533	0,9514	1,1199	1,2263	1,2439	1,2579
Cu_Pol	1,6999	2,4233	142,5507	0,2504	0,3599	0,4201	0,4609	2,6897	5,5180	7,1699
Fe_Am	1,4185	0,4489	31,6468	0,9049	0,9567	1,0305	1,4228	1,8069	2,1038	2,1217
Fe_Pol	1,0108	0,5312	52,5490	0,3739	0,5943	0,6502	0,7431	1,4408	1,8254	2,0107
K_Am	452,0695	51,4150	11,3732	374,1109	375,1551	386,1152	460,7390	494,7304	499,2072	505,5158
K_Pol	201,5521	31,7165	15,7361	140,3128	175,5289	183,7441	195,8922	216,8192	231,8298	263,8131
Mg_Am	365,7747	41,5031	11,3466	301,0826	325,2977	336,3367	352,0139	417,5809	421,1166	423,8057
Mg_Pol	59,9885	19,0825	31,8103	36,0711	37,2230	41,7451	60,1941	80,1169	80,2647	91,1442
Mn_Am	3,8431	0,5980	15,5609	2,6510	3,4710	3,5132	3,7408	4,3587	4,5027	4,8439
Mn_Pol	1,5855	0,3992	25,1778	1,1260	1,2013	1,3347	1,4556	1,8443	2,0246	2,4677
Na_Am	2,0376	1,7253	84,6719	0,0000	0,0000	0,9744	1,5902	2,9773	3,2477	6,1002
Na_Pol	3,1833	1,1013	34,5976	1,1923	1,7767	2,4959	3,0846	4,1843	4,6309	4,7523
P_Am	546,2379	84,7248	15,5106	391,2495	410,0141	495,4086	563,7822	617,3435	634,1326	643,2939
P_Pol	22,4531	3,7907	16,8829	17,2889	17,7641	18,2889	22,8909	25,4045	26,0277	28,1440
Zn_Am	3,1185	0,6663	21,3669	2,2823	2,2927	2,4353	3,2052	3,6184	3,9253	4,3035
Zn_Pol	1,3682	0,4338	31,7067	0,6891	1,0235	1,0472	1,3792	1,6269	1,8819	2,2300

APÊNDICE B - Estatísticas descritivas das características químicas e físico-químicas da polpa e da amêndoa do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) da Chapada do Araripe – CE

variavel	media	dp	cv	min	p10	p25	p50	p75	p90	max
Acidez	1,5701	0,6584	41,9366	0,5038	0,8887	1,1784	1,4981	1,8877	2,5270	3,7570
A tot	4,5608	1,1689	25,6280	2,6127	3,1520	3,5765	4,5885	5,3383	6,1476	7,0516
Aw	0,988	0,003	0,315	0,982	0,984	0,985	0,987	0,989	0,993	0,993
Brix	9,9333	2,2878	23,0315	6,0000	7,3333	8,3333	9,6667	12,0000	12,6667	15,3333
Carb	18,8350	2,3748	12,6085	13,7451	15,0267	17,4756	18,7422	20,8567	22,1432	22,6631
Carot_tot	8,6164	3,5376	41,0566	3,4450	3,9332	5,7980	8,5639	11,4533	13,2439	16,2533
Cinz_Amen	3,4347	0,3960	11,5284	2,7750	2,9019	3,0627	3,4296	3,6967	3,8053	4,4467
Cinz_Pol	0,6320	0,0614	9,7080	0,5272	0,5433	0,5955	0,6343	0,6730	0,7098	0,7793
DPPH	202,4202	66,9080	33,0540	84,9412	139,1494	154,5937	199,3396	226,9955	282,4988	397,1764
Gord_Amen	35,1116	4,3015	12,2511	28,0130	29,9312	31,2365	34,2722	38,5391	41,2096	44,6520
Gord_Pol	23,1940	4,9423	21,3084	15,4932	17,0572	18,9461	22,6254	26,2463	29,3444	35,1525
Ln16	89,2219	2,9281	3,2818	80,1900	86,1950	87,6550	90,0400	91,4800	92,2000	93,0650
Ln4	76,4686	7,5307	9,8481	55,6350	61,2750	74,8200	77,7400	81,8450	84,4700	85,1250
Ln8	85,0801	4,7565	5,5906	70,0150	79,1400	82,4350	86,1350	88,7800	89,7950	90,6050
Prot	2,0276	0,5004	24,6808	1,3659	1,4512	1,5578	2,0174	2,4832	2,7101	2,9192
TEP	104,1203	36,2148	34,7817	60,2684	64,0010	77,4350	91,3177	118,2548	162,8030	194,5243
Umid_Amen	35,2068	3,9886	11,3291	29,3680	30,8806	32,1547	34,4206	39,0118	40,6988	46,1700
Umid_Pol	55,3649	4,7706	8,6167	48,3392	49,0629	50,6862	54,9577	58,9575	62,1201	65,2446
VET	291,9266	42,5912	14,5897	215,8601	234,3691	251,1495	289,6707	328,4526	349,1839	379,4452
pH	6,91	0,34	4,93	6,23	6,53	6,63	6,92	7,12	7,30	7,84

APÊNDICE E – Correlações entre os minerais e as características químicas do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) da Chapada do Araripe
- CE

Minerais	Umíd_Pol	Umíd_Amen	Cinz_Pol	Cinz_Amen	Gord_Pol	Gord_Amen	Prot	Carot_tot	pH	Acidez	Brix	Aw	Atot	Carb	VET	TEP	DPPH	LN4	LN8	LN16
Ca_Pol	-0,356	0,136	0,525	0,285	0,527	-0,033	0,335	0,301	0,023	-0,134	-0,085	-0,078	-0,538	-0,387	0,455	0,212	-0,242	-0,115	0,173	0,168
Cu_Pol	-0,682	0,187	0,208	0,455	0,900	-0,088	0,243	0,314	-0,128	-0,006	-0,444	-0,273	-0,257	-0,393	0,818	0,073	-0,234	-0,040	0,283	0,254
Fe_Pol	-0,818	0,437	0,250	0,053	0,845	-0,445	0,395	0,690	-0,243	-0,005	-0,145	-0,253	-0,152	-0,066	0,851	0,561	-0,492	-0,253	0,000	-0,080
K_Pol	-0,005	0,652	0,611	0,071	0,198	-0,534	0,058	0,138	0,176	0,172	-0,111	-0,178	-0,652	-0,523	0,106	0,546	-0,355	0,167	0,089	0,080
Mg_Pol	0,515	-0,323	0,351	0,162	-0,392	0,488	0,176	-0,398	0,421	-0,297	0,154	-0,039	-0,579	-0,366	-0,462	-0,158	0,321	-0,028	-0,191	-0,168
Mn_Pol	-0,474	0,499	0,121	0,169	0,700	-0,351	-0,185	0,157	-0,083	0,185	-0,285	0,313	-0,228	-0,342	0,611	0,150	-0,312	0,257	0,529	0,514
Na_Pol	-0,079	0,509	0,295	-0,016	0,221	-0,149	0,097	0,480	-0,211	-0,242	-0,400	0,127	-0,603	-0,397	0,157	0,608	0,108	-0,377	-0,370	-0,308
P_Pol	-0,557	0,195	0,139	0,234	0,549	-0,408	0,759	0,634	0,075	-0,269	0,066	-0,602	-0,126	-0,144	0,565	0,353	-0,335	-0,258	-0,095	-0,128
Zn_Pol	-0,353	0,331	0,666	-0,142	0,235	-0,388	0,493	0,824	-0,212	-0,234	0,171	-0,325	-0,312	0,087	0,291	0,729	-0,268	-0,579	-0,381	-0,330
Ca_Amen	-0,073	-0,414	-0,380	0,406	0,154	0,433	0,089	0,201	-0,723	0,375	-0,576	0,221	-0,075	-0,183	0,125	-0,277	-0,270	0,045	0,263	0,206
Cu_Amen	0,382	-0,426	-0,253	0,371	-0,215	0,408	-0,413	-0,727	0,109	0,372	-0,198	0,208	0,106	-0,229	-0,296	-0,792	0,070	0,617	0,633	0,633
Fe_Amen	0,035	-0,693	-0,425	0,193	-0,156	0,341	-0,129	-0,436	-0,124	0,427	0,137	-0,152	0,587	0,370	-0,099	-0,732	-0,105	0,353	0,389	0,326
K_Amen	-0,059	-0,060	0,514	-0,340	-0,198	-0,115	0,211	0,177	0,318	-0,491	0,689	-0,392	0,171	0,514	-0,087	0,209	0,317	-0,500	-0,480	-0,366
Mg_Amen	0,101	-0,581	0,001	-0,094	-0,275	0,417	0,068	-0,370	0,178	-0,039	0,386	-0,300	0,306	0,412	-0,200	-0,334	0,163	-0,075	-0,197	-0,251
Mn_Amen	-0,187	-0,410	-0,538	0,494	0,291	0,305	0,035	0,004	-0,441	0,295	-0,344	0,187	0,040	-0,154	0,255	-0,497	-0,102	0,229	0,440	0,418
Na_Amen	-0,322	-0,417	-0,129	0,575	0,440	0,179	0,206	-0,267	0,220	0,074	-0,052	-0,420	0,213	-0,155	0,396	-0,651	-0,114	0,332	0,570	0,537
P_Amen	-0,105	-0,383	0,147	-0,074	-0,133	0,022	0,286	-0,079	0,333	-0,248	0,627	-0,606	0,388	0,495	-0,026	-0,192	0,182	-0,201	-0,227	-0,195
Zn_Amen	-0,011	-0,521	0,347	0,113	-0,131	0,292	0,323	0,093	-0,195	0,140	0,221	-0,391	-0,008	0,227	-0,070	-0,108	-0,229	-0,180	-0,064	-0,096

APÊNDICE F – Minerais, médias (base úmida), por planta, do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) da Chapada do Araripe - CE

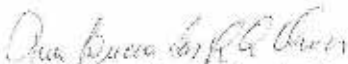
Planta	Ca_Pol	Cu_Pol	Fe_Pol	K_Pol	Mg_Pol	Mn_Pol	Na_Pol	P_Pol	Zn_Pol	Ca_Amen	Cu_Amen	Fe_Amen	K_Amen	Mg_Amen	Mn_Amen	Na_Amen	P_Amen	Zn_Amen
1	43,3819	2,6897	1,8254	195,1585	41,8164	1,3440	4,7523	28,1440	2,2300	99,7030	0,5132	0,9567	489,8759	352,0139	3,7408	0,0000	563,7822	3,3334
2	53,6558	0,4711	0,9718	212,7439	69,5292	1,8443	3,3563	21,9529	1,8819	84,5105	0,9947	1,0336	499,2072	339,4015	3,5132	0,9744	526,2382	3,3015
5	46,0233	0,2504	1,0929	231,8298	91,1442	1,1260	3,0468	24,9192	1,6269	78,9962	0,8533	1,4228	492,0569	421,1166	3,4710	1,3311	643,2939	3,9253
6	31,3301	0,4296	0,5943	216,8192	62,9376	1,2013	3,4580	22,8909	1,1760	51,7496	0,9514	1,0305	505,5158	371,3848	2,6510	1,5902	617,3435	2,2927
12	40,8380	0,4609	0,3739	193,9603	80,1169	1,4556	4,6309	17,2889	1,0472	118,2965	1,1851	1,1213	375,1551	336,3367	4,3587	0,0000	391,2495	2,7939
13	63,3195	7,1699	1,4408	195,8922	80,2647	2,0246	3,0381	25,4045	1,3792	100,6145	1,2263	1,5760	460,7390	383,5086	4,5027	6,1002	589,5050	3,6184
14	51,2907	5,5180	2,0107	263,8131	36,0711	2,4677	4,1843	25,0770	1,4671	87,9969	0,9564	0,9049	374,1109	301,0826	3,6694	1,9734	410,0141	2,2823
19	40,1573	0,4773	0,6502	207,2696	60,1941	1,3347	1,7767	18,2889	1,4338	90,1607	1,2579	2,1217	494,7304	417,5809	3,5531	2,7289	634,1326	4,3035
26	33,5787	0,4524	0,6918	175,5289	41,7451	1,6554	3,0846	19,2257	1,0958	103,2265	1,1199	1,8069	442,6135	351,9930	4,8439	1,4907	548,5838	2,8115
29	30,7551	0,4201	0,7431	183,7441	37,2230	1,3577	2,4959	26,0277	1,0235	98,7920	1,1364	1,5249	386,1152	325,2977	3,8439	2,9773	495,4086	2,4353
33	39,2457	0,3599	0,7238	140,3128	58,8310	1,6291	1,1923	17,7641	0,6891	91,5843	1,2439	2,1038	452,6444	423,8057	4,1270	3,2477	589,0659	3,2052

APÊNDICE G – Características Químicas, médias por planta, do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) da Chapada do Araripe - CE

Planta	Unid. Pol	Unid. Amen	Cinz. Pol	Cinz. Amen	Gord. Pol	Gord. Amen	Prot	Carot. tot	pH	Acidez	Brix	Aw	Atot	Carb	VEt	TEP	DPPH	Ln4	Ln8	Ln16
1	49,0629	36,3621	0,673	3,0044	25,2391	34,6699	2,7072	15,3071	6,28	1,1188	10,33	0,984	5,3115	22,3178	327,2521	179,0035	192,3396	60,13	78,855	84,63
2	59,7316	41,1006	0,793	3,0078	17,8142	29,9312	2,1309	9,6596	7,4	1,0001	15,33	0,991	3,479	19,544	247,0275	157,6076	212,3576	74,43	86,135	90,68
3	48,3392	32,8152	0,6049	3,1531	29,2956	42,6008	1,5578	8,6841	6,57	0,7217	10	0,986	4,169	20,2384	351,7912	186,7092	209,7426	79,905	85,255	91,77
4	57,6121	29,368	0,672	3,7508	25,3584	40,5985	1,7811	10,2766	7,22	0,5038	8,67	0,986	6,1476	14,5765	293,6557	112,944	397,1764	79,86	81,715	87,655
5	60,2426	33,48	0,6508	3,6285	18,0179	33,897	2,9192	5,1581	7,49	1,745	14,33	0,983	3,152	18,202	246,4225	118,2548	146,6959	82,46	85,43	88,285
6	60,0617	40,2942	0,7011	2,9934	18,1508	33,4763	1,4527	3,6308	7,84	0,7318	12,67	0,986	4,7385	19,8392	247,4129	122,823	378,6533	74,365	81,705	87,615
7	54,7793	32,1547	0,6414	2,8539	22,2707	33,6828	1,8305	10,5551	7,17	1,1803	12	0,985	5,0017	20,4781	289,6707	136,8137	226,9955	74,82	87,41	90,04
8	49,7117	31,3121	0,6252	3,5584	30,3873	30,9082	2,0174	12,424	6,53	1,5752	8	0,984	2,766	17,2583	350,5888	105,6255	213,3865	68,235	82,83	90,35
9	50,6862	34,4206	0,7342	2,775	26,2463	44,652	1,6016	10,4073	6,57	1,5145	9	0,986	3,3645	20,8567	323,4739	66,0487	311,4828	75,33	82,225	87,21
10	62,1201	37,3841	0,6091	3,58	17,0572	41,2096	1,4857	12,8553	6,23	1,4996	11	0,987	4,1975	18,7279	234,3691	115,0309	154,5937	75,845	86,48	89,775
11	63,1772	40,6988	0,6402	3,2938	15,4932	34,5015	1,3659	8,6491	6,71	1,9	9,67	0,993	3,5765	19,3235	222,1962	77,435	165,2967	80,105	86,125	90,51
12	65,2446	33,7833	0,6343	3,5371	15,8751	43,1475	1,3912	3,9332	6,66	1,7389	6	0,993	2,757	16,8547	215,8601	103,1506	280,0517	77,66	84,3	88,39
13	52,001	30,8806	0,6807	4,4467	28,3485	38,5391	2,7669	6,9686	7,21	1,2348	9,33	0,982	3,7475	17,1252	331,0155	60,2684	231,3808	77,74	89,795	92,43
14	51,7391	46,17	0,6751	3,3979	28,6201	28,013	1,4901	7,778	6,86	2,3643	8	0,989	3,6297	17,4756	333,4436	162,803	84,9412	85,125	90,415	91,695
15	48,8998	34,7498	0,5433	3,3308	26,0755	34,9435	2,3383	13,2439	6,84	1,6305	8	0,986	5,1828	22,1432	332,6052	82,0623	225,116	79,69	88,455	90,43
16	55,9411	34,736	0,6277	3,6114	24,3245	36,7464	1,4205	5,798	6,49	1,1784	7,33	0,988	4,9914	17,8955	295,4587	73,2835	211,5295	83,5	88,925	92,55
17	53,6839	39,9035	0,5707	3,3693	29,0942	33,3906	1,6245	3,445	7,04	1,1806	10,67	0,989	4,5727	15,0267	328,4526	80,4579	169,1118	70,59	82,435	87,83
18	54,3108	34,4669	0,6335	3,0627	21,4909	40,401	1,6346	4,0272	6,63	1,6287	14,67	0,986	6,693	21,9303	287,6774	91,13	139,1494	83,71	89,33	90,705
19	58,9575	31,7272	0,7328	3,4623	17,856	36,7615	1,5125	5,4752	6,54	2,5697	10	0,984	5,3383	20,9411	250,5187	91,26	142,1027	79,81	88,11	90,91
20	52,9603	39,0118	0,6072	2,971	29,3444	30,8438	2,9188	15,4566	6,92	3,757	10,33	0,985	3,3317	14,1694	332,4521	113,8258	162,8743	81,845	88,78	90,55
21	57,9183	33,2778	0,6651	2,9019	19,9583	37,6145	2,1615	16,2533	6,87	2,527	8,67	0,988	5,0487	19,2327	265,1901	91,3177	186,3527	81,845	88,78	90,55
22	63,5509	39,3573	0,5672	3,771	15,7069	28,11	2,4832	9,1115	6,9	2,9646	8,33	0,985	3,786	17,6136	221,6359	110,3164	173,8637	79,405	83,515	89,445
23	60,3351	39,115	0,5601	3,4296	18,9461	33,6082	2,5652	6,9186	7,01	1,4033	12	0,993	4,6509	17,5935	251,1495	132,0102	199,6619	58,39	79,14	86,195
24	53,26	35,4282	0,6804	3,4914	25,7752	34,0142	2,1042	8,0105	6,71	1,3517	8,33	0,992	3,9385	18,1801	313,1144	104,1672	220,4015	78,22	88,615	91,48
25	48,4385	33,2934	0,6408	3,7365	35,1525	33,6222	2,023	6,4691	7,3	1,0092	7,33	0,993	2,6127	13,7451	379,4452	194,5243	126,9594	78,51	86,73	87,33
26	55,9021	36,0093	0,5442	3,715	21,8881	30,7137	1,6705	6,316	6,92	1,9984	12,33	0,988	5,2165	19,9951	283,6553	76,0939	235,9906	84,47	90,095	93,065
27	54,4653	30,5626	0,6571	3,6967	23,6539	36,5535	2,6769	6,1408	7,12	1,3891	10	0,987	5,6157	18,5468	297,7795	85,9828	182,8541	61,275	70,015	80,19
28	57,9312	32,3376	0,5272	3,6246	22,6254	29,9061	2,4197	12,0947	6,88	1,4428	8	0,989	5,9908	16,4965	279,2937	85,0889	282,4988	55,635	72,51	81,295
29	58,3699	31,1846	0,5343	3,9794	19,6434	34,2722	2,7101	6,9132	7,03	1,9414	10,67	0,984	5,436	18,7422	262,6002	64,001	122,4954	84,97	90,605	92,2
30	49,3166	34,2195	0,5971	4,3023	29,7677	33,5523	2,6878	8,5639	6,53	1,8877	8,33	0,989	3,2221	17,6307	349,1839	67,3213	139,1948	75,28	80,3	86,855
31	58,4695	31,7084	0,6167	3,3882	19,7551	34,8142	2,231	11,46	6,99	1,1644	8,67	0,989	4,3894	18,9278	262,4305	63,6736	147,2335	76,515	86,245	91,665
32	50,6375	30,3273	0,5955	3,8053	24,2947	38,692	2,1606	8,8115	7,01	0,8887	6,67	0,988	5,3752	22,3118	316,5413	63,5846	188,8024	77,355	87,52	89,265
33	55,1525	32,2515	0,54	2,7878	20,677	39,1781	1,4512	3,8032	7,06	1,4996	12,67	0,992	6,5592	22,6631	280,6148	88,5211	243,6983	77,035	85,12	88
34	54,9577	42,4769	0,7098	3,4283	21,6999	30,1042	1,7575	5,5426	7,03	1,2137	8,33	0,99	7,0516	20,8751	285,8295	85,8063	211,1683	77,73	84,22	89,04
35	49,8031	35,8683	0,6477	3,3677	25,8853	31,2365	1,9172	11,4533	7,12	1,4981	12	0,984	4,5885	21,7467	327,6232	95,2648	161,5534	84,61	89,685	92,18

7 - Anexos

ANEXO A – Ofício de encaminhamento de licença do IBAMA

	
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA Ministério do Meio Ambiente Coordenação Geral de Florestas Nacionais – CGFN	
OFÍCIO/DIREF/CGFLOI Nº 4/ 106	Brasília, 1 de novembro de 2006
À Senhora Maria Elizabeth Barros de Oliveira Embrapa Agroindústria Tropical Rua Dra. Sara Mesquita, 2270 60.511-110 Fortaleza/CE	
Assunto: Encaminha Licença para Pesquisa Nº028/2006NP/CGFLI	
Prezada Senhora,	
1. Estamos encaminhando a Licença para Pesquisa nº LIC028/2006 NP, que autoriza a pesquisa e coleta de material botânico na Floresta Nacional do Aracá-Apodi (CE) no âmbito do Projeto: "Avaliação Física, físico-química e química de frutos de <i>Caryocar coriaceum</i> oriundos da Floresta Nacional do Aracá".	
2. Informamos, que ao final da validade da Licença, é necessário o envio de relatório das atividades desenvolvidas.	
Atenciosamente,	
 Ana Lúcia das Graças Amador Chagas Coordenação Geral de Florestas Nacionais Coordenadora Substituto	

ANEXO B – Licença para pesquisa em Floresta Nacional

	LICENÇA PARA PESQUISA EM FLORESTA NACIONAL M.M.A.	Unidade: Floresta Nacional Do Araripe-APodf	Processo Nº-02/01.006273/2006-45	Licença Nº LIC 029/2006 NP
Pesquisador Titular: Maria Elizabeth Barros da Oliveira Endereço: Rua Desdedit Costa Sousa, 29 - Pq do Cocó			Pesquisador Estrangeiro: Não Coleta: Sim Telefone: (85) 3298-1833 Cidade / UF: Fortaleza/CE Telefone: (85) 3298-1833 Cidade / UF: Fortaleza/CE	Validade: 31/10/2007 Caixa Postal: CEP: 60180-740 FAX: CEP: 60511-110
Instituição de Pesquisa: Empresa Agroindústria Tropical Endereço da Instituição: Rua Dr. Sora Vespúlia, 2270				
Título do Projeto de Pesquisa: "Avaliação Física, físico-química e química de frutos de pequizeiro <i>Caryocar coriaceum</i> oriundos da Floresta Nacional do Araripe"				
Datas de Permanência na FLONA: Será ser combinado entendiamento com a diretoria - FLONA				
Observações: 1. A renovação na licença ficará sujeito ao envio de relatório à Coordenação Geral de Florestas Nacionais e a Chefia da FLONA envolvida. 2. Esta licença não autoriza o acesso a informação genética e nem a remessa para instituição no exterior ao conhecimento tradicional associado, ficando o titular da pesquisa responsável pelo atendimento à Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001 e ao Decreto nº 3.945 de 28 de setembro de 2001, no que diz respeito aos acessos mencionados, em qualquer momento da referida pesquisa. 3. Esta licença não autoriza a coleta de produtos ameaçados de extinção. Todo pesquisador estrangeiro deverá estar acompanhado de um brasileiro, durante as atividades de campo.				
Coletas autorizadas: Haverá coleta de até 150 (Cento e cinquenta) frutos de pequi <i>Caryocar coriaceum</i> por árvore selecionada				
Participantes da pesquisa: Maria Elizabeth Barros da Oliveira, Ricardo Eliasbão Alves e Levi Moura de Barros Local e Data: Brasília, 31 de outubro de 2006		Assinatura e carimbo: Coordenação Geral de Florestas Nacionais (DIREFICGFLD) Ana Lúcia das Graças Amador Chagas Coordenadora Substituto		

ANEXO C – Artigo de revisão publicado na Série Documentos nº 113

Documentos

ISSN 1677-1915
Fevereiro, 2008 **113**

Aspectos Agronômicos e de Qualidade do Pequi



Embrapa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Agroindústria Tropical

Aspectos agronômicos e de qualidade do pequi / Maria Elisabeth Barros de Oliveira... [et al.] – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2008.

32 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 113).

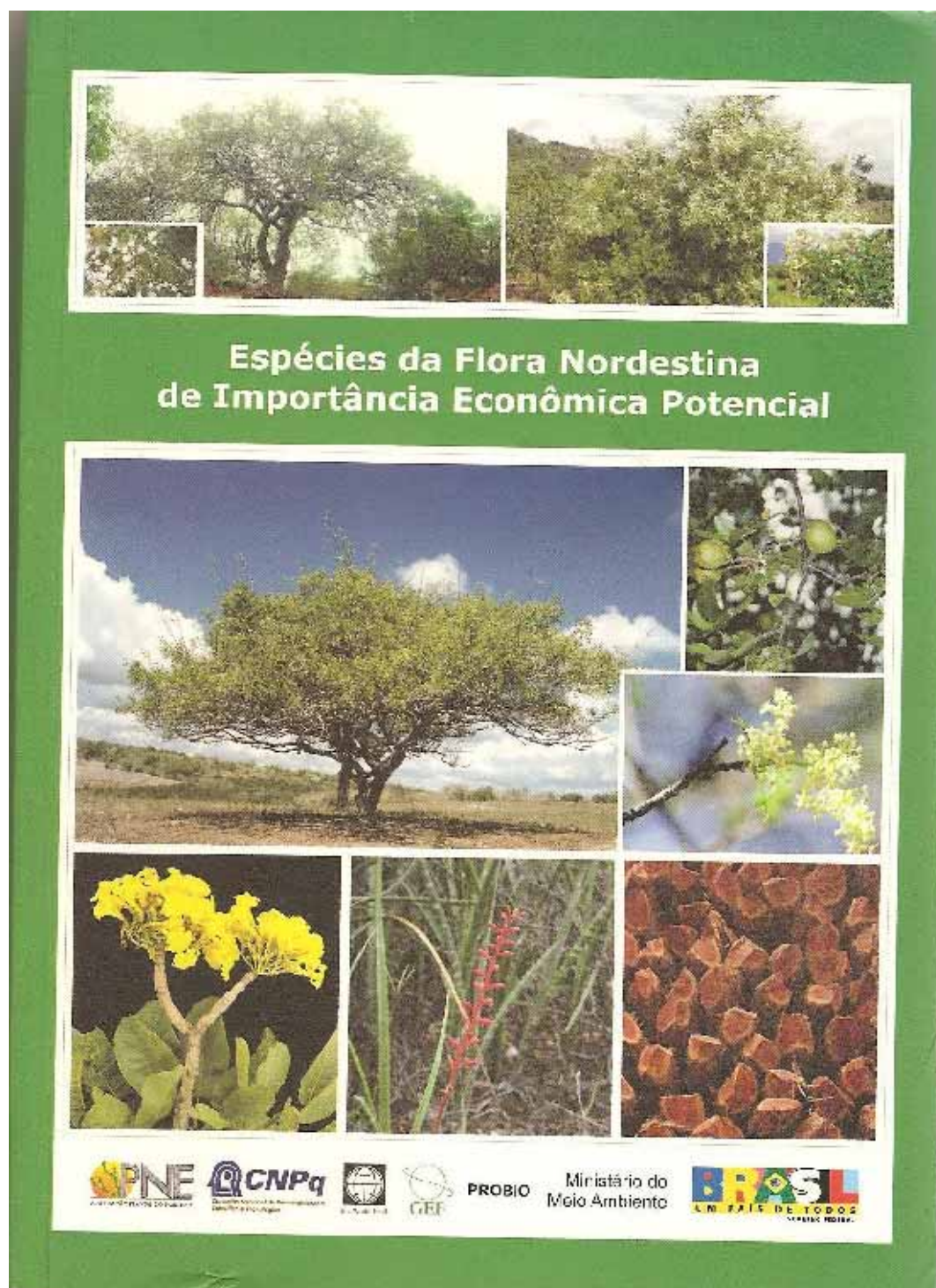
ISSN 1677-1915

1. Fruta tropical. 2. Planta oleaginosa. I. Oliveira, Maria Elisabeth Barros de. II. Guerra, Nonete Barbosa. III. Barros, Levi de Moura. IV. Alves, Ricardo Elesbão. V. Série

CDD 634.6

© Embrapa 2008

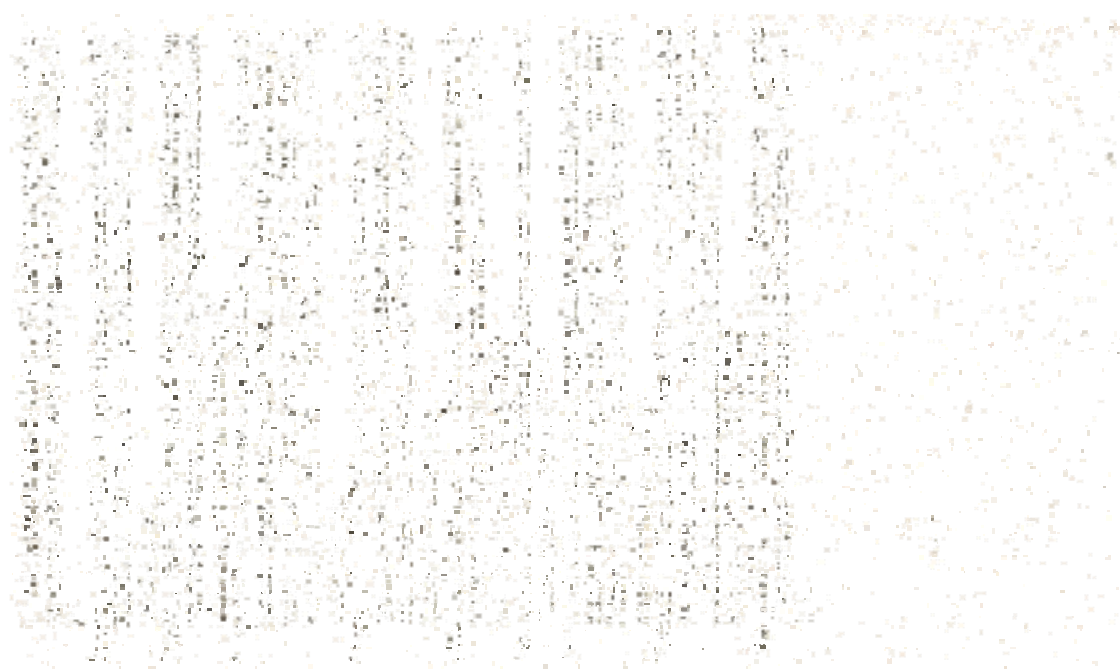
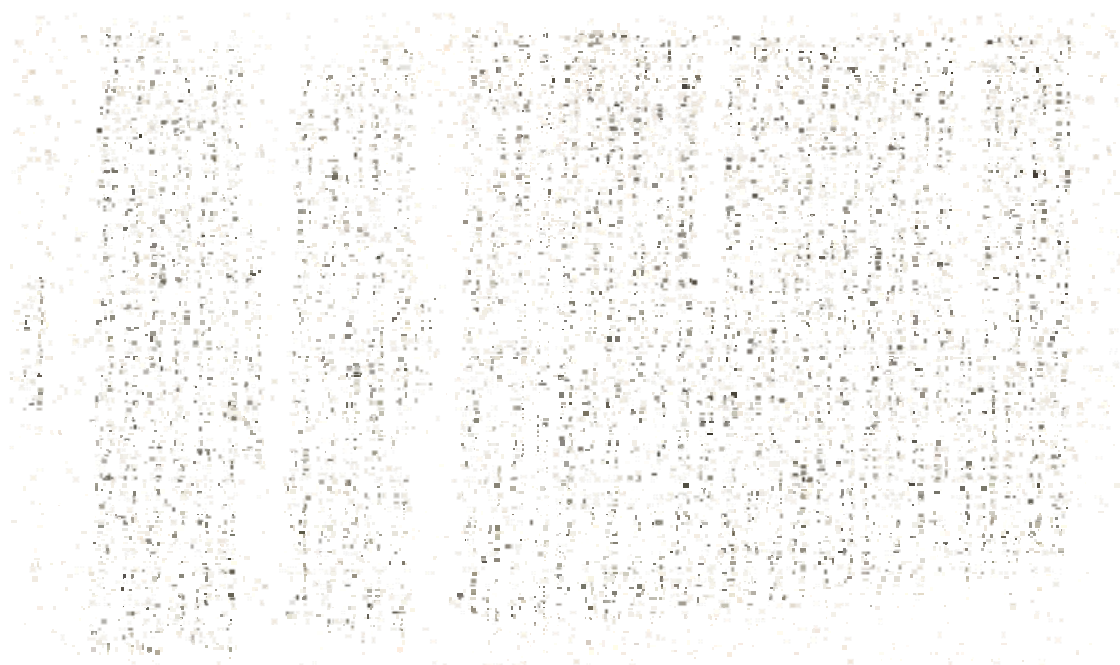
ANEXO D – Capítulo de livro publicado com parte da Revisão bibliográfica.



ANEXO D1 - Capítulo de livro publicado com parte da Revisão bibliográfica (Cont.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

ANEXO D2 - Capítulo de livro publicado com parte da Revisão bibliográfica (Cont.)



ANEXO E – Documento de encaminhamento do artigo “Caracterização física de frutos do pequiheiro nativos da Chapada do Araripe-CE” para publicação na Revista Brasileira de Fruticultura.

para elisabethbarros@gmail.com
data 2 de outubro de 2008 10:24
assunto Número Definitivo adicionado ao seu trabalho
enviado por fcav.unesp.br

Prezado(s) autor(es)

Agradecemos sua especial deferência pela escolha da RBF(REVISTA BRASILEIRA DE FRUTICULTURA), nos encaminhando o trabalho intitulado CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS DO PEQUIZEIRO NATIVOS DA CHAPADA DO ARARIPE-CE, sendo que o mesmo recebeu o seguinte nº definitivo 249/08, para fins de publicação.

A RBF, indexadas em Agris, Agrobase, Cab, e Sielo, encontra-se desde 2001 disponível 'on line', em www.scielo.br, onde tem recebido expressiva visitação.

A partir de dezembro próximo, nossa revista, que já recebeu o conceito 'A-Nacional', junto a Capes-Qualis, será também indexada no Isi-Scie o que, além de satisfação de vê-la mais reconhecida, nos obriga a um maior rigor na observação dos prazos, de sua editoração, pois estamos empenhados em obter o 'A Internacional'. Atendendo a essa tramitação, cada trabalho será submetido a pelo menos três assessores, cujos pareceres serão apreciados por um comitê que julgará a conveniência ou não de serem remetidos, na íntegra ou resumidamente, ao(s) autor(es), para as providências que julgarem cabíveis.

Uma vez devolvida, a versão revisada será novamente submetida ao referido comitê que decidirá sobre o deferimento ou não para publicação. Só excepcionalmente, o trabalho revisado será submetido a novos assessores e ou a devolução ao(s) autor(es), pelo que recomendamos desde já, extremo rigor e cuidado por ocasião da primeira revisão. Lembramos que tal critério visa, portanto manter uma tramitação com prazo desde o recebimento à publicação de até 8 meses, como forma de aplicar a editoração da revista sem comprometer o padrão de qualidade já alcançada.

Informamos que a RBF, cada vez mais se consolida como a revista da fruticultura brasileira, tendo recebido trabalhos de praticamente todos os estados brasileiros, bem como a inserção internacional cada vez mais se consolida.

Agradecemos a escolha da RBF, para ser o veículo divulgador dessa importante contribuição.

Atenciosamente

Prof. Carlos Ruggiero
Editor-Chefe

ANEXO F - Documento de encaminhamento do artigo “Características físico-químicas e compostos bioativos em pequis (*Caryocar coriaceum* Wittm.)” para publicação na Revista Brasileira de Fruticultura.

☆

de **Mirian RBF** <mirian.alves@fcav.unesp.br>

para Elisabeth Barros <elisabethbarros@gmail.com>

data 26 de fevereiro de 2009 11:55

assunto Número Definitivo adicionado ao seu trabalho

enviado por fcav.unesp.br

ocultar detalhes

26 fev (12 dias atrás)

Responder

Prezado(s) autor(es)

Agradecemos sua especial deferência pela escolha da RBF (REVISTA BRASILEIRA DE FRUTICULTURA), nos encaminhando o trabalho intitulado CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSTOS BIOATIVOS EM PEQUIS (CARYOCAR CORIACUM WITTM.) DA CHAPADA sendo que o mesmo recebeu o seguinte nº definitivo 55/09, para fins de publicação.

A RBF, indexadas em Agris, Agrobases, Cab, e Scielo, encontra-se desde 2001 disponível 'on line', em www.scielo.br, onde tem recebido expressiva visitação.

A partir de dezembro próximo, nossa revista, que já recebeu o conceito 'A-Nacional', junto a Capes-Qualis, será também indexada no Isi-Scie o que, além de satisfação de vê-la mais reconhecida, nos obriga a um maior rigor na observação dos prazos, de sua editoração, pois estamos empenhados em obter o 'A Internacional'.

Atendendo a essa tramitação, cada trabalho será submetido a pelo menos três assessores, cujos pareceres serão apreciados por um comitê que julgará a conveniência ou não de serem remetidos, na íntegra ou resumidamente, ao(s) autor(es), para as providências que julgarem cabíveis.

Uma vez devolvida, a versão revisada será novamente submetida ao referido comitê que decidirá sobre o deferimento ou não para publicação. Só excepcionalmente, o trabalho revisado será submetido a novos assessores e ou a devolução ao(s) autor(es), pelo que recomendamos desde já, extremo rigor e cuidado por ocasião da primeira revisão.

Lembramos que tal critério visa, portanto manter uma tramitação com prazo desde o recebimento à publicação de até 8 meses, como forma de aplicar a editoração da revista sem comprometer o padrão de qualidade já alcançada.

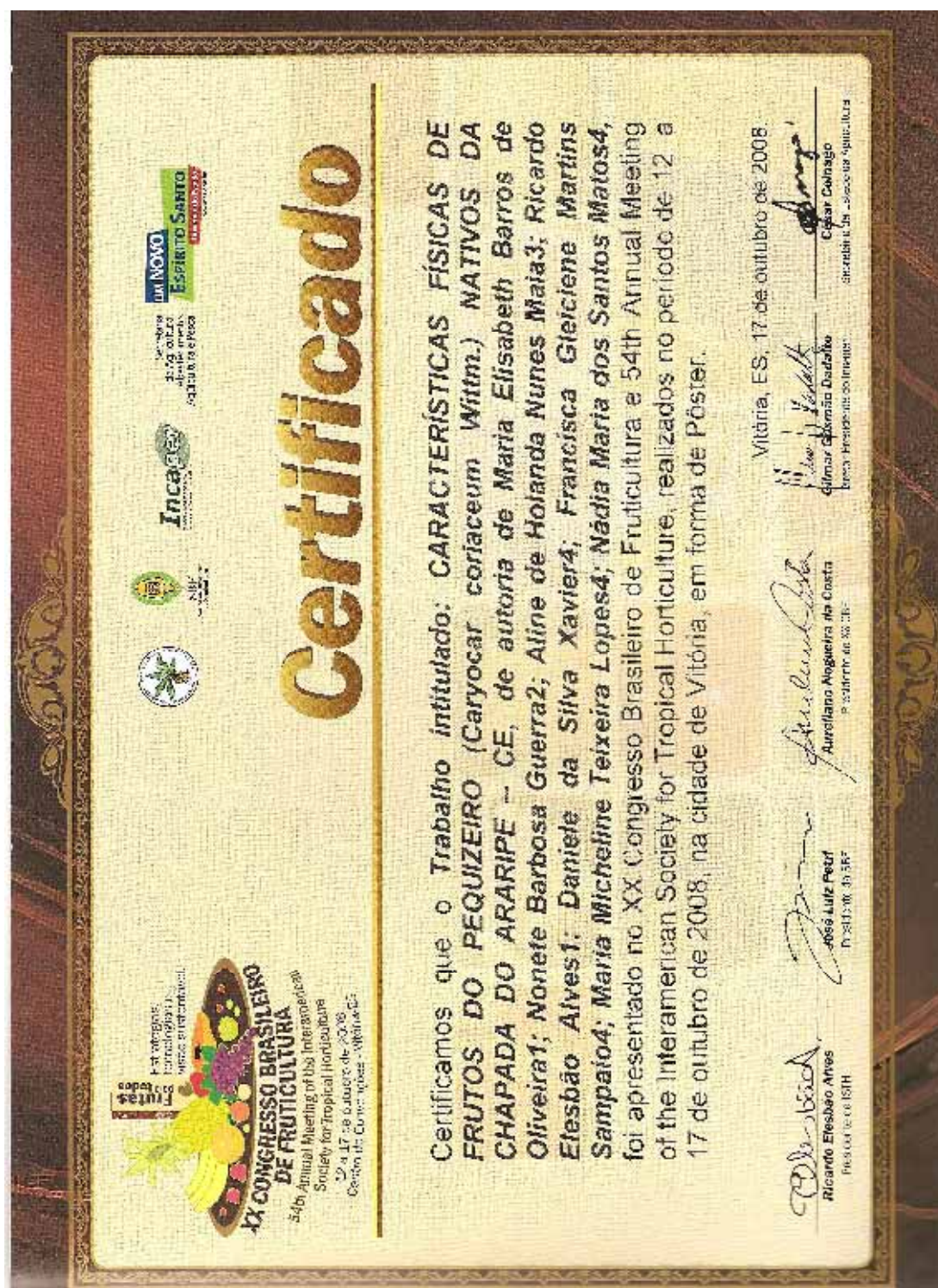
Informamos que a RBF, cada vez mais se consolida como a revista da fruticultura brasileira, tendo recebido trabalhos de praticamente todos os estados brasileiros, bem como a inserção internacional cada vez mais se consolida.

Agradecemos a escolha da RBF, para ser o veículo divulgador dessa importante contribuição.

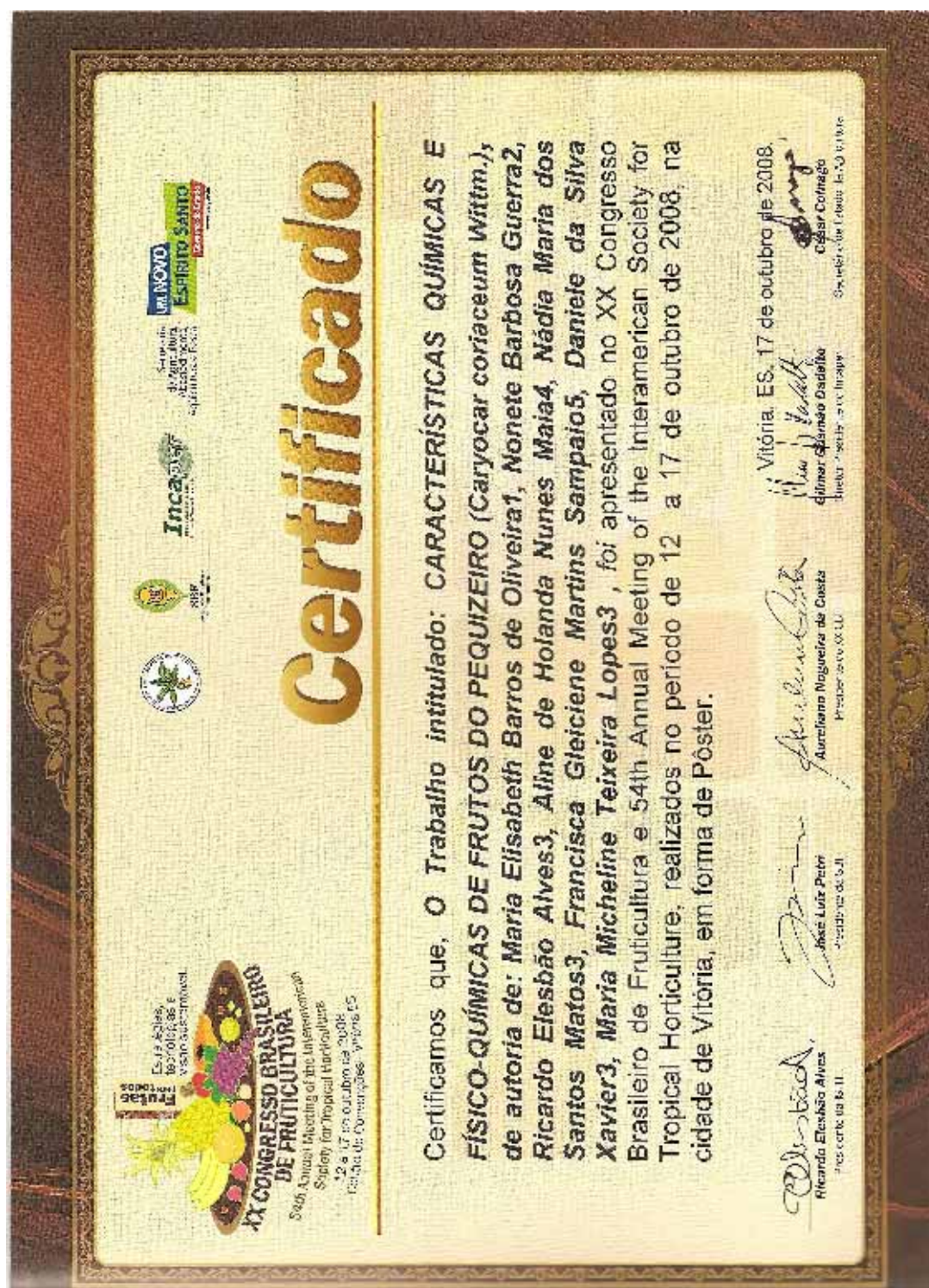
Atenciosamente

Prof. Carlos Ruggiero
Editor-Chefe

ANEXO G – Resumo expandido apresentado no XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2008.



ANEXO H – Resumo expandido apresentado no XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2008.



ANEXO I – Resumo expandido apresentado no XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2008

