



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO  
FRUTO DE QUIXABEIRA (*Sideroxylon obtusifolium* Penn) NATIVA DE  
SOLEDADE-PB**

FLÁVIA JAMILLE DE FIGUEIREDO

Recife

2013

FLÁVIA JAMILLE DE FIGUEIREDO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO  
FRUTO DE QUIXABEIRA (*Sideroxylon obtusifolium Penn*) NATIVA DE  
SOLEDADE-PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Arroxelas Galvão de Lima

CO-ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Enayde de Almeida Melo

Recife

2013

Ficha catalográfica

F475c Figueiredo, Flávia Jamille de  
Caracterização físico-química e potencial antioxidante do  
fruto de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* Penn) nativa de  
Soledade-PB / Flávia Jamille de Figueiredo. -- Recife, 2013.  
104 f. : il.

Orientadora: Vera Lúcia Arroxelas Galvão de Lima.  
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Departamento de Ciências Domésticas, Recife, 2013.  
Referências.

1. Quixaba 2. Características físicas e químicas  
3. Atividade antioxidante 4. Polifenóis I. Lima, Vera Lúcia  
Arroxelas Galvão de, orientadora II. Título

CDD 664

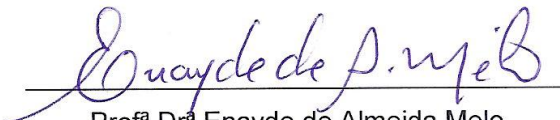
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

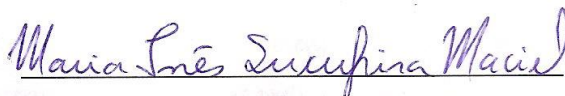
**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO  
FRUTO DE QUIXABEIRA (*Sideroxylon obtusifolium* Penn) NATIVA DE  
SOLEDADE-PB**

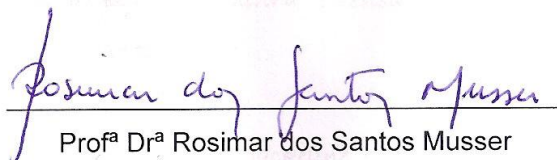
Por Flávia Jamille de Figueiredo

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e aprovada em 26/08/2013 pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos em sua forma final.

nca examinadora:

  
Profª Drª Enayde de Almeida Melo  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

  
Profª Drª Maria Inês Sucupira Maciel  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

  
Profª Drª Rosimar dos Santos Musser  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

- ♣ A Deus pelo dom da vida e pela dádiva do saber. A quem nos momentos difíceis recorri e sempre me iluminou;
- ♣ A minha mãe pela força e incentivo ao longo dos meus estudos e as minhas irmãs pela contribuição para o desenvolvimento desse trabalho;
- ♣ A professora Vera Arroxelas pela contribuição para construção de novos conhecimentos, por ter sido mais que uma orientadora, por todo seu carinho, dedicação e por ter acreditado em meu potencial desde a graduação;
- ♣ A minha querida amiga Sol por toda ajuda, pela sincera amizade e pela presença contínua nos momentos difíceis;
- ♣ Ao meu cunhado Vinícius que se disponibilizou a coletar os frutos para realização desta pesquisa;
- ♣ A Viviane Teixeira pela ajuda na obtenção dos frutos e Reginaldo Barreto pela coleta do material para as análises preliminares;
- ♣ A todos do Sítio Barrocas minha imensa gratidão pelo acolhimento e disponibilidade em doar os frutos;
- ♣ As companheiras de sala Náira, Jackeline e Renata pelo auxílio em algumas análises;

- ♣ A estrela (Thiago), pelo apoio e companhia de tantas noites na construção desse trabalho;
- ♣ A minha amiga Ana pelo companheirismo, amizade e pela contribuição na revisão do trabalho e elaboração dos slides;
- ♣ A Randerson por toda torcida que sempre demonstrou nas minhas conquistas e pela colaboração na impressão e entrega desta dissertação;
- ♣ A professora Enayde Melo pela oportunidade para realização deste trabalho e à banca examinadora pelo tempo dedicado à análise deste trabalho;
- ♣ A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em especial ao Departamento de Ciências Domésticas pela oportunidade da realização do curso;
- ♣ Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, em especial a secretária Ana pelo carinho e disposição para ajudar sempre;
- ♣ Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização dessa etapa de minha vida, meu sincero reconhecimento e agradecimento!

"Salvem a Fauna! Salvem a Flora! Salvem as águas do Brasil"

Você já viu Babaçu?  
Comeu fruto de facheiro,  
Ou então conhece o cheiro  
Da casca do cumaru?  
Sabe o que é Mulungu?  
Já pescou de jereré?  
Comeu coco Catulé,  
Já ouviu falar de Pequi  
Ou já tomou Assai  
Numa cuia de Cuité?  
Saboreou Anajá?  
Tomou suco de Mangaba,  
Comeu fruto de QUIXABA  
Experimentou Juá?  
Me diga a cor do Cajá?  
E pra que serve também,  
Sem desmerecer ninguém  
Estou sendo impertinente  
Pra mostrar que a gente  
Sequer conhece o que tem.  
Furão, Tatu e Preá,  
Galinha d'Água e Socó,  
Putrião, Tejo e Mocó,  
Ribaça, Maracajá  
Você procura e não há  
Um desses nem pra estudo,  
De selva o campo é desnudo  
De água a terra é privada  
Sendo assim, não resta nada,  
O homem destruiu tudo.

(MONTEIRO, 2004)

"E você aprende que realmente pode suportar,  
que realmente é forte, e que pode ir mais  
longe depois de pensar que não se pode mais"

William Shakespeare

## RESUMO

Diante da necessidade do desenvolvimento de estudos com frutas nativas do semiárido brasileiro, esta pesquisa teve como objetivo determinar as características físicas e físico-químicas de frutos de quixaba colhidos na safra 2012 e provenientes do município de Soledade, PB e avaliar a sua capacidade antioxidante. Frutos maduros foram utilizados nas seguintes determinações físicas: massa do fruto, massa das sementes, massa da casca juntamente com a polpa, diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT); relação diâmetro longitudinal/transversal (DL/DT); e nas seguintes análises físico-químicas sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação SS/AT, ácido ascórbico, carotenoides totais, antocianinas totais e composição centesimal. Extratos obtidos utilizando metanol (80 e 100%), etanol (80 e 100%) e acetona (80 e 100%), foram submetidos à quantificação de fenólicos totais, flavonoides e à determinação da atividade antioxidante utilizando o radical DPPH<sup>•</sup> (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) e o radical ABTS<sup>•+</sup> (2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico). Os diâmetros, transversal e longitudinal, revelaram valores médios de 10,46 e 11,95 mm, respectivamente. A massa média dos frutos foi de 0,87 g enquanto que das sementes foi de 0,24g. Com relação às análises físico-químicas os valores encontrados de SS, pH, AT, relação SS/AT, ácido ascórbico, carotenoides totais e antocianinas totais foram, respectivamente: 27 °Brix; 4,98; 1,01 (% de ácido cítrico); 26,73; 37,73 mg 100g<sup>-1</sup>; 12,32 µg g<sup>-1</sup>; 101,26 mg 100g<sup>-1</sup>. Referente a composição centesimal os valores encontrados para umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos totais foram respectivamente: 54,11; 0,95; 1,69; 5,86 e 37,39%. A maior concentração de fenólicos totais foi conseguida com uso de solventes orgânicos aquosos (acetona 80%), enquanto que os solventes orgânicos puros foram mais eficazes para a extração de flavonoides totais, com destaque para a acetona 100%. Os extratos exibiram ação antioxidante frente aos radicais DPPH<sup>•</sup> e ABTS<sup>•+</sup>, no entanto, os extratos hidroacetônico e o hidrometanólico exibiram, respectivamente, maior capacidade de sequestro do radical DPPH<sup>•</sup> e do radical ABTS<sup>•+</sup>. Os frutos de quixaba por apresentarem teor de fenólicos e ação antioxidante relevante podem ser considerados como fonte interessante de antioxidantes naturais. No entanto, estudos adicionais são necessários para testar sua ação antioxidante em outras condições experimentais.

**Palavras-chave:** quixaba; características físicas e químicas; atividade antioxidante.



## ABSTRACT

In order to develop studies with native fruits from Brazilian semiarid, the aim of this research was to determine the physical and physical chemical characteristic of quixaba fruits harvested in 2012 from Soledade city/PB and evaluate their antioxidant capacity. Mature fruits were used for physical measurements: fruit mass, seed mass, peel and pulp mass, longitudinal diameter (LD), transversal diameter (TD), longitudinal diameter/transversal diameter ratio (LD/TD) as well as the physical chemical characteristics; soluble solids (SS), pH, titratable acidity (TA), SS/TA ratio, ascorbic acid, total carotenoids, total anthocyanins and proximate composition. The extracts obtained using methanol (80 and 100%), ethanol (80 and 100%) and acetone (80 and 100%) were used to measure the total phenolics, the flavonoids and antioxidant activity by using DPPH<sup>•</sup> (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) and ABTS<sup>•+</sup> (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radicals. The transversal and longitudinal diameters showed mean values of 10.46 and 11.95 mm, respectively. The average fruits mass were 0.87 g while the seeds were 0.24 g. Regarding to physical chemical analyzes the values found for SS, pH, TA, SS/TA ratio, ascorbic acid, total carotenoids and total anthocyanins were: 27° Brix; 4.98; 1.01 (% citric acid); 26.73; 37.73 mg 100g<sup>-1</sup>; 12.32 µg g<sup>-1</sup>, 101.26 mg 100g<sup>-1</sup>, respectively. With respect to the proximate composition the values found for moisture, ash, protein, lipid and carbohydrate were; 54.11; 0.95; 1.69; 5.86 and 37.39%, respectively. The higher concentration of total phenolics was achieved using aqueous organic solvents (acetone 80%) meanwhile the pure organic solvents were more effective for the extraction of total flavonoids, especially the 100% acetone. The extracts showed antioxidant activity against radicals DPPH<sup>•</sup> and ABTS<sup>•+</sup>. However, the hydroacetic and hydromethanolic extracts exhibited respectively, the higher sequestration capacity of radicals DPPH<sup>•</sup> and ABTS<sup>•+</sup>. The quixaba fruits have phenolic compounds and antioxidant activity that can be considering interesting source of natural antioxidants. However, additional studies are needed to test their antioxidant action in other experimental conditions.

**Keywords:** quixaba; physical and chemical characteristics; antioxidant activity.

## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

- Figura 1 (a).** Frutos de quixabeira provenientes de Soledade-PB (Soledade,2012).  
e **Figura1 (b)** Frutos de quixabeira.....20
- Figura 2.** Plantas de Quixabeiras nativas do município de Soledade–PB  
(Soledade, 2012).....21
- Figura 3.** Estrutura básica dos flavonoides.....28
- Figura 4.** Estrutura e substituintes das antocianinas.....30
- Figura 5.** Estrutura de alguns carotenoides encontrados nos vegetais.....34
- Figura 6.** Estrutura química da vitamina C .....35
- Figura 7.** Estabilização do radical ABTS<sup>•+</sup> por um antioxidante e sua formação pelo  
persulfato de potássio.....38
- Figura 8.** Esquema da redução do DPPH<sup>•</sup> na presença de um antioxidante doador  
de hidrogênio.....38

**ARTIGO 1**

---

**Figura 1.** Localização do município de Soledade no estado da Paraíba.....57

**Figura 2.** Frutos de *S. obtusifolium*. A: verdes; B: maduros.....63

**Figura 3.** Frutos de *S. obtusifolium*. A: fruto inteiro; B: corte longitudinal.....64

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

---

- Tabela 1:** Características físicas de frutos de quixabeira provenientes de Soledade-PB, safra 2012.....62
- Tabela 2:** Características físico-química de frutos de quixabeira provenientes de Soledade-PB, safra 2012.....65
- Tabela 3:** Composição centesimal e valor energético total de frutos de quixabeira provenientes de Soledade-PB, safra 2012.....70

### ARTIGO 2

---

- Tabela 1:** Teores de Fenólicos totais e flovonoides em extratos obtidos do fruto de quixaba safra 2012 em diferentes sistemas de solventes.....90
- Tabela 2:** Capacidade de sequestro do radical DPPH (%) pelos extratos de quixaba safra 2012 em diferentes sistemas de solventes.....95
- Tabela 3:** Capacidade de extratos de quixaba em sequestrar o radical ABTS...97

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
2.1 GERAL.....	17
2.2 ESPECÍFICOS.....	17
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>18</b>
3.1 BIOMA CAATINGA .....	18
3.2 QUIXABEIRA ( <i>Sideroxylon obtusifolium Penn.</i> ).....	20
3.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ESPÉCIES FRUTÍFERAS.....	23
3.4 COMPOSTOS FENÓLICOS.....	27
3.5 ANTOCIANINAS.....	29
3.6 CAROTENOIDES.....	32
3.7 VITAMINA C.....	35
3.8 AGENTES ANTIOXIDANTES.....	36
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>39</b>
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
<b>5.1. ARTIGO I: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FRUTO DE QUIXABEIRA NATIVA DE SOLEDADE- PB.....</b>	<b>53</b>
5.1.1 Resumo.....	53
5.1.2 Abstract.....	54
5.1.3 Introdução.....	55
5.1.4 Materiais e Métodos.....	57

5.1.5 Resultados e Discussão.....	62
5.1.6 Conclusões.....	73
5.1.7 Referências Bibliográfica.....	74
<b>5.2 ARTIGO II: CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM FRUTO DA QUIXABEIRA.....</b>	<b>81</b>
5.2.1 Resumo.....	81
5.2.2 Abstract.....	82
5.2.3 Introdução.....	83
5.2.4 Materiais e Métodos.....	86
5.2.5 Resultados e Discussão.....	90
5.2.6 Conclusões.....	98
5.2.7 Referências Bibliográficas.....	99

# INTRODUÇÃO

No Brasil, o semiárido ocupa aproximadamente 900.000 km<sup>2</sup>, equivalente a 54% da área total da região Nordeste e 11% do território Nacional (ANDRADE et al., 2005). Abrangendo os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais, estima-se nele uma população de cerca de 20 milhões de pessoas. É uma região de elevadas temperaturas, onde o regime pluvial é bastante irregular. Os solos são geralmente rasos, pedregosos (escudo cristalino), com ocorrência de vegetação do tipo xerófila (REPORTERBRASIL, 2012).

O Nordeste brasileiro destaca-se como um grande produtor de frutos tropicais nativos e cultivados, em virtude das condições climáticas prevalentes. A fruticultura, nesta região, constitui-se em atividade econômica bastante promissora, devido ao sabor e aroma exótico de seus frutos e à sua enorme diversificação (NORONHA et al., 2000).

A fruticultura brasileira é uma atividade importante na fixação do homem a terra, constituindo-se em uma expressiva fonte geradora de empregos. A sua importância não se restringe apenas ao setor primário da economia, mas também para a indústria e o comércio, proporcionando alto valor agregado aos produtos vegetais, como as frutas, destinadas ao consumo *in natura* ou industrializadas (SILVA JUNIOR; BEZERRA; LEDERMAN, 2008).

Avanços significativos têm sido registrados, consolidados no aumento da produção, da produtividade e na melhoria da qualidade dos frutos, como laranja, banana, manga, uva e maçã; no entanto, a participação de frutas tropicais, como as nativas e exóticas, é praticamente nula (LEDERMAN et al., 2008). Muitas delas, em razão do seu caráter essencialmente extrativista, ainda permanecem na condição de cultivos não domesticados, para os quais não existem sistemas de produção definidos (SACRAMENTO; SOUZA, 2000).

Neste contexto se insere a quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.), que ocorre na região da caatinga do Nordeste, na restinga da costa litorânea do Ceará e do Rio Grande do Sul, no Pantanal Mato-Grossense, sendo ainda encontrada no vale do São Francisco (LORENZI, 1998).



Nesse sentido, pesquisas com frutos de quixabeira são necessários para gerar conhecimentos sobre suas características físicas e químicas, com o intuito de ampliar o consumo, o potencial de comercialização, o desenvolvimento de produtos e conseqüentemente agregar valor a este fruto. E, assim, difundir a importância do cultivo da quixaba para o desenvolvimento socioeconômico da região semiárida nordestina.

## **OBJETIVOS**

### **GERAL:**

- Caracterizar o fruto de quixabeira proveniente do Estado da Paraíba.

### **ESPECÍFICOS:**

- Avaliar as características físicas e físico-químicas dos frutos maduros;
- Quantificar os principais compostos bioativos em extrato etanólico, metanólico e acetônico;
- Verificar a capacidade antioxidante nos extratos obtidos.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **BIOMA CAATINGA**

A região Nordeste do Brasil foi durante muito tempo esquecida por apresentar grande parte de sua extensão formada por vegetação tipicamente seca, conhecida por Caatinga. Atualmente, este importante domínio vegetal passou a ser alvo de pesquisas voltadas para avaliar os usos terapêuticos das plantas utilizadas por comunidades locais (DESMARCHELIER et al., 1999; DESMARCHELIER; BARROS, 2003; VIANA et al., 2003; ARAÚJO et al., 2008). Estas pesquisas têm desmistificado a idéia de improdutividade deste domínio, revelando uma imensa diversidade de plantas usadas com finalidade medicinal (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2002; SILVA; ANDRADE, 2005; ALMEIDA et al., 2006).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2010), os dados do monitoramento do desmatamento no bioma, realizado entre 2002 e 2008, revelam que, nesse período, o território devastado foi de 16.576 Km<sup>2</sup>, o equivalente a 2% de toda a caatinga, onde 1.013,18 Km<sup>2</sup> é referente ao estado da Paraíba. Até o ano de 2009 o desmatamento neste estado foi de 45,66%.

Este bioma é caracterizado por um reduzido potencial hídrico no solo, precipitações escassas e irregulares, com estação seca entre sete e dez meses. A precipitação média anual varia entre 240 e 1.500 mm, porém a metade da região recebe menos de 750 mm e algumas áreas centrais menos de 500 mm. A temperatura apresenta poucas variações com média anual aproximada de 26°C (SAMPAIO, 1995; PRADO, 2003).

A flora apresenta espécies vegetais com caracteres especializados para sobrevivência destas plantas às condições adversas de clima e solo, típico desta fisionomia. A vegetação é composta por espécies lenhosas e herbáceas, de pequeno porte, muitas dotadas de espinhos. Árvores e arbustos densos são baixos, retorcidos, de aspecto seco, de folhas pequenas e caducas e raízes

muito desenvolvidas, grossas e penetrantes (FERNANDES, 1998).

Os estudos já realizados sobre a caatinga revelam que, além da importância biológica, este bioma encerra um considerável potencial econômico, com espécies de excelente uso como as frutíferas. As frutíferas nativas que ocorrem na caatinga ainda são pouco conhecidas em decorrência da falta de estudos abordando esse tema. A diversidade dos recursos vegetais possibilita a sua utilização para diferentes fins pela população regional, principalmente para a alimentação. De suas plantas utiliza-se os frutos mas também outras partes comestíveis como raízes, sementes, folhas e caules. Quando não são consumidos diretamente pela família, são comercializados em feiras livres (GIULIETTI et al., 2004).

Os frutos nativos brasileiros estão entre os mais saborosos e nutritivos do mundo, porém muitos deles são conhecidos apenas pela população local ou aparecem sazonalmente em algumas regiões específicas (FERREIRA et al., 2005). Na caatinga, apesar de muitas espécies possuírem frutos que são utilizados como alimento, as frutíferas nativas que ocorrem no Nordeste ainda são pouco conhecidas cientificamente. Alguns frutos são comercializados, como o umbu, pitomba e a mangaba, porém outros são coletados da vegetação nativa pela população local e consumidos sem que sua produção seja registrada (GIULIETTI et al., 2002).

Em 2004, foi criado o Instituto Nacional do Semiárido (INSA) como Unidade de Pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) que tem como missão “Viabilizar soluções interinstitucionais para desafios de articulação, pesquisa, formação, difusão e políticas para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro, a partir de uma filosofia que assume a semiaridez como vantagem” (INSA, 2010).

**QUIXABEIRA (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.)**

A fruticultura é o setor que mais cresce no contexto da agricultura brasileira. Está em constante desenvolvimento, no que se refere às novas opções de cultivo, tanto pela busca por parte dos produtores, como pela procura de novas opções de frutas pelos consumidores, colaborando para a expansão de produção e mercado (LUNA et al., 2005; ANDRADE et al., 2008).

Várias linhas de pesquisas se propõem a estudar as potencialidades de frutos nativos e dentro do ecossistema caatinga, encontra-se a quixabeira (Figura 1 A-B) (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.), com sinonímia *Bumelia Sartorum* mart., *Bumelia obtusifolia* Humb. Ex Roem & Schult., *Bumelia excelsa* A. DC., *Bumelia buxifolia* Roem. & Schut., *Bumelia dunatu* A. DC., *Bumelia cruegeri* Griseb, *Bumelia nicaraguensis* Loes., *Lyciodes buxifolia* (Roem. & Schult.), *Bumelia rotundifolia* Schut., Kintze *Lyciodes dunanti* (A. DC.), e popularmente conhecida como quixaba, quixabeira, rompe-gibão, coronilha, coca, maçaranduba-da-praia, miri e sacutiaba (LORENZI; MATOS, 2008). Como relatado por Paulino et al. (2011) este fruto ainda recebe vários outros nomes vulgares.



**a)**



**b)**

**Figura 1:** a) Frutos da quixabeira provenientes de Soledade - PB (Soledade, 2012).  
 b) Frutos de quixabeira (Fonte: <http://www.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.ejardim.com/adm/fotos/sapotiaba>)

A quixaba tem ocorrência no México, América Central e América do Sul, e nesta última encontra-se na Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela. No Brasil, é nativa da caatinga do Nordeste, na restinga da costa litorânea do Ceará e do Rio Grande do Sul, no Pantanal Mato-Grossense, sendo muito frequente no vale do São Francisco, preferencialmente em solos argilosos e ricos em cálcio (AGRA et al., 2005; LORENZI, 1998).

De acordo com Lima et al. (2006), a quixabeira, pertencente à família Sapotaceae, apresenta copa ampla e sua árvore pode atingir 15 m de altura. A árvore é perenifólia, seu tronco é grosso e áspero e seus ramos são espinhosos e tortuosos com pontas pendentes, os espinhos são rígidos e longos, de 1,5 a 4 cm de comprimento. Segundo Amabiz e Martho (1996) possui adaptações ao clima, como folhas transformadas em espinhos, raízes bem definidas com a capacidade de obter água do solo (Figura 2).



**Figura 2:** Plantas de Quixabeiras nativas do município de Soledade– PB (Soledade, 2012).

As folhas e frutos são forrageiros, folhas simples, opostas, coriáceas, inicialmente espiraladas e glabras, com 2 a 5 cm de comprimento. Inflorescências axilares, fasciculadas, suas flores são perfumadas e de cor amarelo-esverdeado (SILVA et al., 2004; LORENZI; MATOS, 2008).

A árvore da quixabeira é utilizada na arborização e a madeira é utilizada em carpintaria bem como no artesanato.

No entanto, apresenta grande importância pelo uso na medicina popular, uma vez que a casca de seu tronco e raízes tem ação adstringente, tônica, cicatrizante e atua no tratamento da diabetes (SILVA et al., 2004; LIMA et al., 2006), de úlceras (COSTA-NETO; OLIVEIRA, 2000), como expectorante e analgésico (FILIPOY, 1994) e ainda em infecções bacterianas (ATAIDE et al., 2007). Em decorrência destas utilizações a quixabeira se encontra ameaçada de extinção (BELTRÃO et al., 2008).

De acordo com Lorenzi (1998), essa árvore floresce durante os meses de outubro e novembro, quando há o surgimento de nova folhagem e seus frutos amadurecem nos meses de janeiro a março, início do período chuvoso.

Seus frutos são comestíveis e avidamente procurados por pássaros e outros animais silvestres. Produz anualmente abundante quantidade de sementes viáveis (GARRIDO et al., 2007). São drupas ovóides de 1 a 1,5 cm de comprimento, lisos, brilhantes, com polpa de sabor doce e cor verde, com látex viscoso e sua casca apresenta coloração roxo-escuro quando maduros (MARQUES, 2008). Essa cor é decorrente da presença de antocianinas cujo teor relatado por AROUCHA et al. (2010) foi de 37,83 mg 100mL<sup>-1</sup> de suco, quantificado em frutos de quixabeira colhidos de plantas localizadas no município de Mossoró-RN.

Um estudo realizado em Sergipe demonstrou que embora a quixaba estivesse presente entre as 16 espécies frutíferas da Caatinga, não foi encontrada sendo comercializada nas feiras. Esse resultado constata que muitas frutas encontradas na Caatinga, apesar de seu potencial econômico, são apreciadas apenas pela população local. Esse fato decorre possivelmente, do desconhecimento que os produtores, a indústria e a população têm das frutas nativas e seu potencial alimentício e nutricional (SANTOS; JÚNIOR; PRATA, 2012).

Considerando as dificuldades impostas pelo clima da região semiárida aos produtores rurais, é de crucial importância a busca de alternativas que possam influenciar positivamente na renda dos produtores, de modo a colaborar para sua fixação no campo.

## **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ESPÉCIES FRUTÍFERAS**

Diversos fatores influenciam as características físicas e físico-químicas de frutos, dentre os quais se destacam a característica genética, estágio de maturação, condições edafoclimáticas, localização da fruta na planta, cultivar, época do plantio, colheita, tratamentos culturais e tratamento pós-colheita (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001).

Os caracteres físicos dos frutos referentes à aparência externa, tamanho, peso, forma e cor, e as características físico-químicas relacionadas como sólidos solúveis, pH, acidez titulável e outros, constituem atributos de qualidade e variam em função do destino do fruto e das exigências do mercado consumidor (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001).

As características físicas como peso, comprimento, diâmetro transversal, cor da película, tamanho da semente, relação polpa/semente e textura, refletirão na aceitabilidade do produto pelo consumidor e no rendimento industrial, enquanto as físico-químicas, reveladas pelos teores de sólidos solúveis, acidez titulável, balanço sólidos solúveis/acidez (SS/AT) são indicadores das características organolépticas, importantes tanto na industrialização como no consumo dos frutos *in natura* (COELHO, 1994).

O tamanho e forma são atributos importantes, pois a variação entre as unidades individuais de um produto pode afetar a escolha desses produtos pelo consumidor. O diâmetro longitudinal e o transversal representam, em conjunto, o tamanho e a sua relação confere a ideia da forma do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O peso se correlaciona bem com o tamanho do fruto e constitui uma característica varietal que está relacionado linearmente com o seu grau de desenvolvimento e/ou amadurecimento, exceto quando se encontra em estágio avançado de maturação, quando apresenta tendência a perder massa fresca (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O pH (potencial hidrogeniônico) representa o inverso da concentração de



íon de hidrogênio (H) em um dado material (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Vários fatores tornam importante a determinação do pH de um alimento, tais como: influência na palatabilidade, desenvolvimento de microorganismos, escolha da temperatura de esterilização e do tipo de material de limpeza e desinfecção, escolha do equipamento com o qual se vai trabalhar na indústria, seleção dos aditivos, entre outros (CHAVES, 1993).

Os sólidos solúveis (SS), expressos em °Brix, indicam o teor de sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa de frutas e tem tendência de aumentar com a maturação. Os açúcares constituem a maior parte dos sólidos solúveis e apresentam-se principalmente sob a forma de glicose, frutose e sacarose, podendo variar com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima. Frutos com altos teores de sólidos solúveis são geralmente preferidos para consumo *in natura* e para industrialização, por oferecerem a vantagem de propiciar maior rendimento no processamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005; SANTOS et al., 2011).

Apesar de os açúcares serem os mais representativos, a exatidão da medida também é afetada pela presença de outras substâncias que se encontram dissolvidas no conteúdo celular como vitaminas, compostos fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos, entre outras (CHITARRA; ALVES, 2001).

A acidez em vegetais é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células. Expressa em resultados de porcentagem do ácido predominante, como representante da acidez titulável. Com o amadurecimento, as frutas perdem rapidamente acidez, mas, em alguns casos, há um pequeno aumento nestes valores, com o avanço da maturação. Os ácidos mais abundantes em frutas são o ácido cítrico e o málico, havendo predominância desses ou de outros, de acordo com a espécie (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A relação SS/AT é um dos índices mais utilizados para avaliar a maturação dos frutos. Essa relação é altamente dependente do mercado consumidor. Assim, para o consumo brasileiro, a preferência é por uma relação maior, que é verificada por altos teores de SS e baixa acidez (SANTOS et al., 2011).

As cinzas em alimentos se referem ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, sem resíduo de carvão. A composição das cinzas depende da natureza do alimento e do método de determinação utilizado (CECCHI, 2003). Essa determinação fornece uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais, é o ponto de partida para análise de minerais específicos.

Os alimentos, de modo geral, se diferenciam por conter maior ou menor teor de umidade. O conhecimento do teor de umidade em um alimento é muito importante, quando se determina o seu valor nutritivo, pois os teores percentuais dos nutrientes como açúcares e lipídios são inversamente proporcionais ao teor de umidade. Esse teor referencia o índice de estabilidade e qualidade do alimento, bem como exerce grande importância no controle de sua elaboração, qualidade e pode indicar se processos como desidratação, liofilização, entre outros foram aplicados corretamente (MAIA et al., 1998).

A umidade representa a água contida no alimento, que pode ser classificada como umidade de superfície, água livre do alimento ou presente na superfície do alimento que pode ser facilmente evaporada e umidade adsorvida, aquela encontrada no interior do alimento, sem combinar-se quimicamente com o mesmo (IAL, 2008). Em frutas frescas o teor médio de umidade encontra-se entre 65-95% (CECCHI, 2003).

As proteínas são formadas de unidades estruturais básicas de aminoácidos, ligados entre si por ligações peptídicas, que são constituídos de carboidratos com um grupo amino ( $\text{NH}_2$ ) adicionado ao carbono  $\alpha$ , que é o carbono próximo ao grupo carboxila. Possuem importância funcional por atuarem como enzimas, por serem componentes da estrutura das paredes celulares ou de macromoléculas como glicoproteínas, lipoproteínas e outras, as quais desempenham diferentes funções nos vegetais (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2005; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Sabe-se que, as proteínas de origem animal têm maior valor biológico que aquelas de origem vegetal, e que os produtos vegetais são primariamente compostos de carboidratos, principalmente as frutas que contém em média teor reduzido de proteínas (KINUPP; BARROS, 2008).

Os lipídios contribuem essencialmente para as características sensoriais dos alimentos, como textura, aroma, cor e sabor atribuindo palatabilidade aos produtos. As frutas contém cerca de 1% apenas de lipídios, mas estes desempenham importantes funções celulares, pois se encontram associados às camadas de cutícula protetora da superfície e são componentes das membranas celulares. Podem ou não apresentar propriedades nutricionais, mas em seu conjunto possuem importante papel multifuncional (CHITARRA, CHITARRA, 2005). Ocorrem em quase todos os tipos de alimentos, e a maioria deles é encontrada na forma de triacilgliceróis.

Os carboidratos são os componentes mais abundantes e largamente distribuídos em alimentos de origem vegetal. Em frutas frescas podem variar entre 10 e 25%, influenciando a estrutura e textura dos tecidos, o sabor, o valor calórico e o conteúdo de fibras. Funcionam como material de reserva energética ou como material estrutural dos tecidos vegetais. São compostos basicamente formados por carbono, hidrogênio e oxigênio, encontrados como açúcares simples ou altamente polimerizados e classificados de diferentes modos com base no tamanho da cadeia, a fonte alimentícia e as funções dietéticas. A principal função destes nutrientes está relacionada ao fornecimento de energia, correspondendo de 50-70% da energia derivada da dieta normal. Os carboidratos também são utilizados para a síntese de componentes celulares, depósitos de energia química e elementos estruturais de células e tecidos, como fonte de carbono. Ao agir como fonte de energia poupam proteínas para que sejam utilizadas na construção de tecidos (WAITZBERG, 2004).

Considerando o grau de polimerização, os carboidratos são classificados em açúcares simples, oligossacarídeos e polissacarídeos (CHITARRA, CHITARRA, 2005; OETTERER, SARMENTO, 2006). Os açúcares simples como a glicose, frutose e sacarose são encontrados principalmente nas frutas maduras.

O nível de açúcar redutor é importante em vários produtos pós-colheita, e a condição de armazenamento e manuseio antes do processamento pode alterar significativamente o nível de açúcar redutor livre no produto, conduzindo a um produto de qualidade inferior. Os polissacarídeos das paredes celulares dos vegetais são os principais componentes da fibra dietética, consideradas como substâncias resistentes à hidrólise enzimática no trato gastrointestinal dos mamíferos (CHITARRA, CHITARRA, 2005). Dos carboidratos ingeridos, cerca de 60% deles está na forma de polissacarídeos, principalmente amido, que representa o principal carboidrato de armazenamento na maioria dos produtos pós-colheita. A conversão do amido em açúcares nos frutos é um componente importante do processo de maturação, dando a fruta o sabor doce característico assim como precursores para muitos dos compostos aromáticos (KAYS, 1991). Para efeito da composição centesimal de um alimento, o teor de carboidratos totais pode ser calculado por diferença, subtraindo de 100 a somatória do teor de proteínas, lipídeos, umidade e cinzas (SOUZA et al., 2012).

### **COMPOSTOS FENÓLICOS**

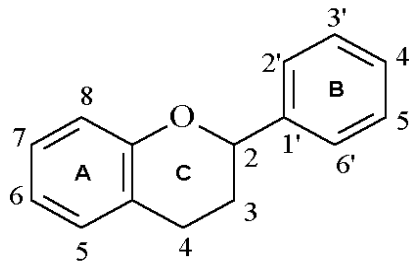
Os compostos fenólicos ou polifenóis são substâncias aromáticas hidroxiladas que apresentam grande diversidade estrutural. Amplamente distribuídos na natureza, com mais de 8000 estruturas conhecidas (ARAÚJO, 2011).

Uma atenção crescente tem sido dedicada ao papel da dieta na saúde humana. Vários estudos epidemiológicos indicaram que a alta ingestão de produtos vegetais está associada com uma redução no risco de uma variedade de doenças crônicas. Estes efeitos têm sido particularmente atribuídos aos compostos que possuem atividade antioxidante. Os principais antioxidantes nos vegetais são as vitaminas C e E, os carotenoides e os compostos fenólicos, especialmente os flavonoides. Esses antioxidantes reagem com os radicais livres e inibem a cadeia de iniciação ou interrompem a cadeia de propagação das reações oxidativas promovidas pelos radicais livres (PODSEDEK, 2007).

A qualidade e quantidade de compostos fenólicos indicam estágio fisiológico do desenvolvimento do fruto além de serem sensíveis a fatores ambientais, especialmente à luz e temperatura. Nos frutos esses compostos contribuem para a qualidade sensorial como cor, adstringência e aroma (MACHEIX; FLEURIET; BILLOT, 1990).

Esses compostos encontram-se divididos em várias classes dentre as quais se destacam a dos ácidos fenólicos e a dos flavonoides, entre outros. Estruturalmente, os flavonoides constituem substâncias aromáticas com 15 átomos de carbono no seu esqueleto básico ( $C_6-C_3-C_6$ ), consistindo de dois anéis aromáticos ligados por um heterocíclico oxigenado (Figura 3) (CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007).

Os flavonoides constituem o mais importante grupo dos compostos fenólicos e são divididos nos seguintes subgrupos: antocianinas, flavanas, flavononas, flavonas, flavonóis e os isoflavonoides (PIMENTEL, FRANCKI, GOLLÜCKE, 2005).



**Figura 3:** Estrutura básica dos flavonoides (Fonte: Bravo, 1998).

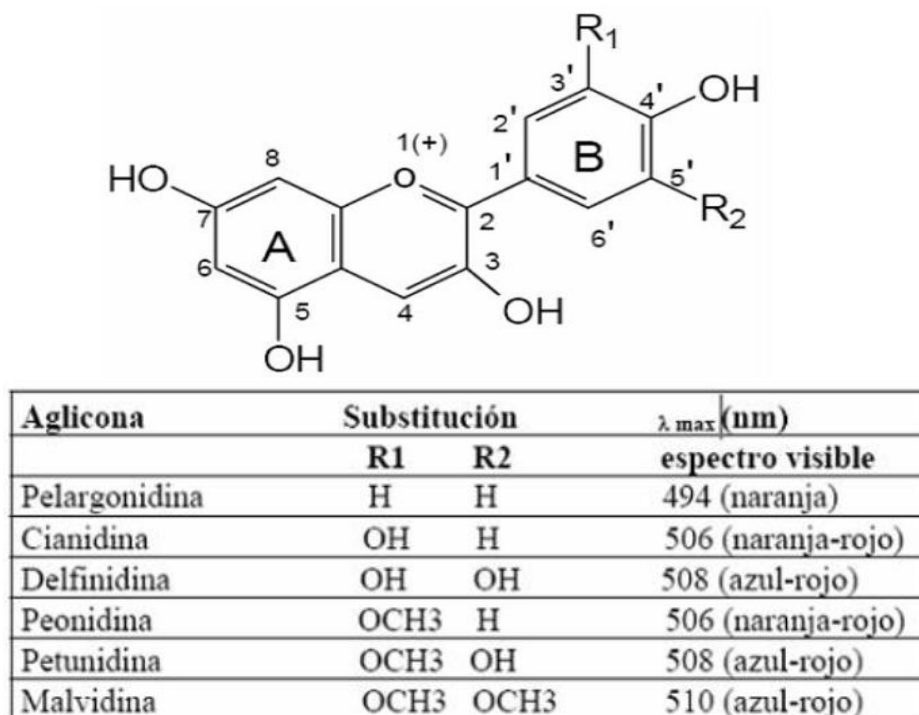
Estima-se que o consumo diário de compostos fenólicos varie entre 25mg e 1,0g/dia, dependendo da dieta. A principal classe de polifenóis na dieta são os ácidos fenólicos, os quais são encontrados em frutas e hortaliças, ocorrem na forma esterificada com ácidos orgânicos, açúcar e lipídeos (ARAÚJO, 2011). As frutas, principais fontes dietéticas de polifenóis em função de fatores intrínsecos

(cultivar, variedade, estágio de maturação) e extrínseco (condições climáticas e edáficas) apresentam, em termos quantitativos e qualitativos, composição variadas desses constituintes. Por sua vez a eficácia da ação antioxidante depende da estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento (MELO et al., 2008).

### **ANTOCIANINAS**

As antocianinas são pigmentos de origem vegetal encontrados principalmente em flores, frutas e folhas, com mais de 600 identificadas na natureza. São os principais flavonoides encontrados em frutas e hortaliças, solúveis em água e álcool (BOBBIO; BOBBIO, 1992; WROLSTAD; CULVER, 2012). Encontram-se nos vacúolos celulares e nas camadas superficiais da epiderme. Por serem de cor forte, em geral ocultam a clorofila e os carotenoides (KOBBLITZ, 2008).

Ocorrem na forma glicosídica, contendo uma ou mais moléculas de açúcar e, dentre as agliconas encontradas na natureza, apenas seis estão presentes em alimentos: pelargonidina, cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina e malvidina (Figura 4) (MARÇO; POPPI; SCARMINIO, 2008).



**Figura 4:** Estrutura e substituintes das antocianinas.

Esses pigmentos são muito instáveis sendo degradados durante o processamento e armazenamento, devido a sensibilidade a luz, temperatura, pH, oxigênio e outros. Destes, pH é o fator que mais afeta a cor da maioria das antocianinas em solução, apresentando a cor vermelha em pH ácido, em pH de 4-6, o carbinol incolor predomina e com o aumento do pH apresenta a cor azul. A velocidade de degradação varia entre as antocianinas em razão de sua diversidade de estrutura. Geralmente, o aumento da hidroxilação diminui a estabilidade, enquanto o aumento de metilação aumenta a estabilidade (DAMODARAN; PARKIN; FENEMMA, 2010).

O grau de hidroxilação e metoxilação também se relaciona com a cor das antocianinas, pois o aumento no número de grupos hidroxilas tende a tornar a coloração azulada. Na direção contrária, incrementos no número de grupos metoxilas aumentam a intensidade do vermelho (LÓPEZ; JIMÉNEZ; VARGAS 2000).

As antocianinas podem estar glicosiladas por diferentes açúcares ligados na posição 3 podendo, também, estar ligados nas posições 5 e 7. Os açúcares mais comuns são a glicose, como hexose e arabinose e xilose, como pentose (GROSS, 1987). O tipo e o número de substituições de açúcares e da acilação também desempenham papel importante sobre as características da cor (DAMODARAN; PARKIN; FENEMMA, 2010).

As antocianinas são um dos mais conhecidos pigmentos naturais, capazes de agregar valor à qualidade alimentar de vegetais e alimentos industrializados que podem conter esses pigmentos naturalmente ou adicionados na forma de corantes naturais (TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008).

A segurança da utilização dos corantes sintéticos na indústria de alimentos tem sido questionada nos últimos anos levando a uma redução no número de permissão desses corantes. Assim, a restrição progressiva a que estão sujeitos muitos corantes sintéticos contribuiu para estimular a pesquisa de corantes naturais e não tóxicos (LOPES et al., 2007).

Além do atributo da cor, o interesse em antocianinas tem se intensificado devido aos possíveis benefícios à saúde. Pesquisas têm demonstrado várias vantagens destes pigmentos para a saúde humana, principalmente como agente antioxidante que age na inibição dos radicais livres (KÄHKÖNEN; HEINONEN, 2003; PHILPOTT et al., 2004; NAM et al., 2006; GARCÍA-ALONSO et al., 2009;), prevenindo doenças degenerativas como o câncer, podendo fornecer atividades anti-inflamatórias, reduzindo a incidência de doenças cardiovasculares e ajudando no tratamento contra a obesidade e hiperglicemia (HE; GIUSTU, 2010). São também utilizadas na prevenção e tratamento de glaucoma e outras doenças da visão (GHOSH; KONISHI, 2007).



## **CAROTENOIDES**

Os carotenoides formam um dos grupos de pigmentos mais difundidos na natureza, sendo responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha de grande número de frutas, folhas e algumas flores. São solúveis em lipídios e sua solubilidade varia com a presença e número de grupos oxigenados como hidroxilas e carboxilas (BOBBIO; BOBBIO, 1992). Embora sejam micronutrientes, presentes em níveis muito baixos, estão entre os constituintes alimentícios mais importantes (RODRIGUES-AMAYA, 2008).

Existem, aproximadamente, 700 carotenoides encontrados na natureza, os quais são constituídos por dois grupos, denominados: carotenos, constituídos por carbono e hidrogênio, e xantofilas, hidrocarbonetos que possuem um ou mais átomos de oxigênio. São compostos terpenóides formados por oito unidades de isopreno (BRITTON; LIAAEN-JENSEN; PFANDER, 2004; PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005; CHITARRA; CHITARRA, 2005)

Em plantas superiores, os carotenoides estão localizados em organelas subcelulares (cloroplastos e cromoplastos). Nos cloroplastos encontram-se associados principalmente às proteínas e são, normalmente, mascarados pela presença de outros pigmentos clorofílicos dominantes. Atuam como pigmentos fotoprotetores na fotossíntese e como estabilizadores de membranas. Nos cromoplastos, eles são depositados na forma cristalina ou como gotículas de óleo (KURZ, CARLE; SCHIEBER, 2008).

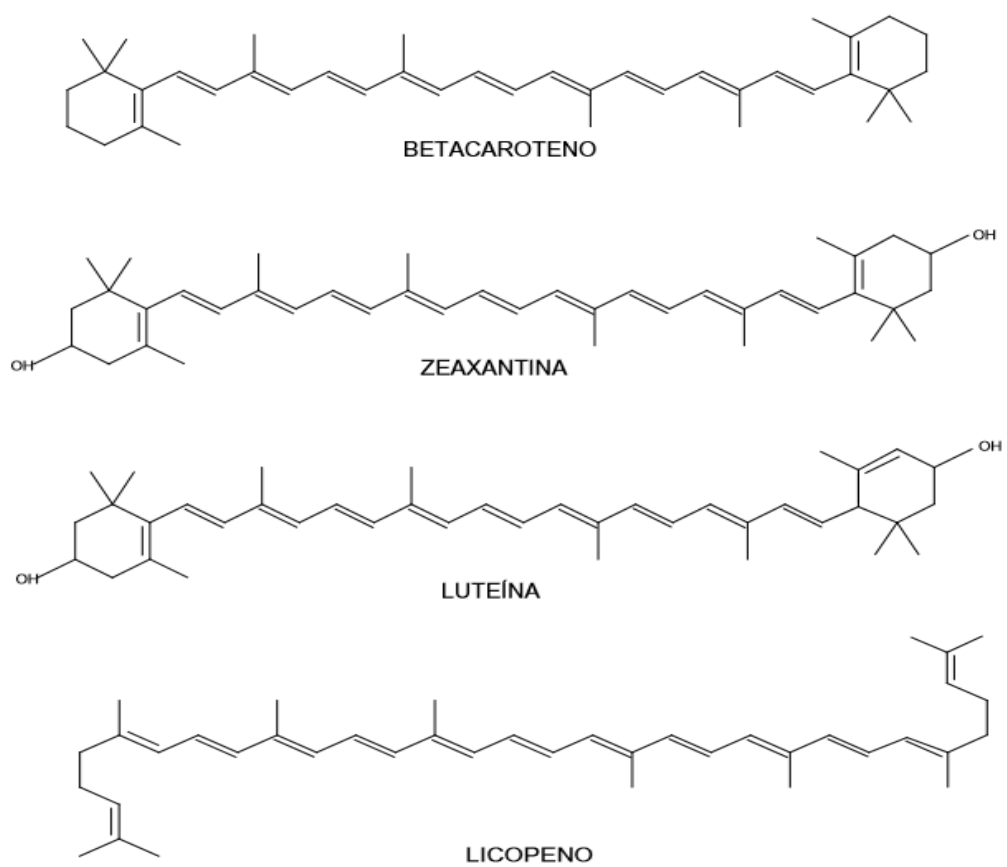
A característica de maior destaque nestas moléculas é um sistema de duplas ligações conjugada responsável pelas suas propriedades e funções. Esse sistema serve como cromóforo por sua habilidade de absorver luz na região visível e por seu poder corante. Os carotenoides permanecem nos tecidos durante a senescência do fruto e os de cor amarela e laranja são bastante comuns sendo, de um modo geral, uma forma pela qual o consumidor julga a maturidade e a qualidade de muitos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005; AWAD, 1993). A cor intensifica-se com o aumento do número de duplas ligações conjugadas na

molécula e pelo menos sete ligações conjugadas são necessárias para que o carotenoide apresente cor (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997).

Usualmente, diferentes carotenoides encontram-se nos tecidos vegetais (Figura 5) em pequenas proporções, resultando na gama de coloração característica de cada espécie e/ou cultivar. Os exemplos mais comuns são: tomates (licopeno), cenouras ( $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno), milho (luteína e zeaxantina), pimentas vermelhas (capsantina), urucum (bixina) e batata doce ( $\beta$ -caroteno) (CHITARRA; CHITARRA, 2005, RODRIGUES-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

O carotenoide de ocorrência mais comum nos tecidos vegetais é o  $\beta$ -caroteno (DAMODARAN; PARKIN; FENEMMA, 2010). A concentração desse pigmento nas frutas e vegetais depende de vários fatores como: variedade genética, estágio de maturação, armazenamento pós-colheita, processamento e preparo (CAPECKA; MARECZEK; LEJA, 2005).

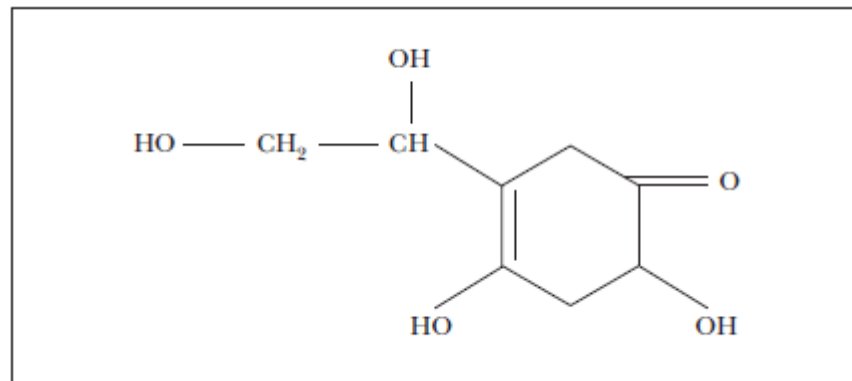
O principal papel destes compostos na dieta dos seres humanos e de outros animais é a capacidade de alguns carotenoides de atuarem como precursores da vitamina A. Estima-se que os carotenoides pró-vitamínicos A presentes em frutas e vegetais forneçam de 30 a 100% da exigência para o ser humano. Além disso, estudos apontam que a função antioxidante dos carotenoides desempenha um papel importante na redução do risco de câncer, catarata, aterosclerose e no processo de envelhecimento (DAMODARAN; PARKIN; FENEMMA, 2010).



**Figura 5:** Estrutura de alguns carotenoides encontrados nos vegetais.

## VITAMINA C

A vitamina C ou ácido ascórbico ( $C_6H_8O_6$ ) (Figura 6), é um composto cristalino, hidrossolúvel e termolábil, insolúvel na maior parte dos solventes orgânicos. A maioria dos animais e plantas sintetizam ácido ascórbico a partir da D-glicose ou D-galactose. No entanto, os seres humanos não têm essa capacidade, e por isso, deve ser adquirido a partir da dieta (NAIDU, 2003).



**Figura 6:** Estrutura química da vitamina C.

O ácido ascórbico encontra-se na natureza sob a forma reduzida, denominada de ácido L-ascórbico, ou na forma oxidada denominada de ácido L-dehidroascórbico (DHA), sendo esta última, presente em menores quantidades nos compostos naturais (JACQUES, ZAMBIASE, 2011).

Esta vitamina participa na síntese e manutenção dos tecidos e age na formação dos ossos, dentes e sangue, interferindo no metabolismo do ferro, glicose e glicídios (LEE; KADER, 2000). Por ser altamente biodisponível é, portanto, o mais importante antioxidante hidrossolúvel em fluídos biológicos, eficiente sequestrador de espécies de oxigênio reativo, protegendo outros substratos de danos oxidativos (DOBLADO; FRÍAS; VIDAL-VALVERDE, 2007).

## **AGENTES ANTIOXIDANTES**

Antioxidantes são compostos químicos com capacidade de reagir com os radicais livres e assim restringir os efeitos maléficos ao organismo. O corpo humano produz alguns antioxidantes endógenos, ou estes podem ser consumidos através da dieta. De forma geral, denominam-se antioxidantes as substâncias que presentes em concentrações baixas, comparadas ao substrato oxidável, retardam significativamente ou inibem a oxidação desse substrato. A maioria dos flavonoides tem a capacidade de reagir com radicais livres e exercem funções antioxidantes no organismo (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005).

Os radicais livres são formados naturalmente no metabolismo, e também durante o exercício físico e pela exposição da pele à luz solar. A superprodução de radicais livres também pode ocorrer no caso de tabagismo, inflamações crônicas e poluição ambiental. Estes radicais são moléculas instáveis e reativas, que para se estabilizarem sequestram elétrons de outras moléculas, como do DNA, de proteínas e de outros componentes da membrana celular do organismo (PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005).

Segundo Adegoke et al. (1998) os antioxidantes, podem ser classificados em primários e secundários. São classificados como primários aqueles que atuam interrompendo a cadeia da reação através da doação de elétrons ou hidrogênio aos radicais livres, convertendo-os em produtos termodinamicamente estáveis e/ou reagindo com os radicais livres. Os antioxidantes secundários são aqueles que retardam a etapa de iniciação da autooxidação, por diferentes mecanismos que incluem, sequestro de oxigênio, complexação de metais, decomposição de hidroperóxidos para formar espécie não radical, absorção da radiação ultravioleta ou desativação de oxigênio singlete.

A ingestão de antioxidantes como a glutathione, arginina, citrulina, creatinina, selênio, zinco, vitamina E, vitamina C e polifenóis, associada com a atuação de enzimas antioxidantes endógenas como a superóxido dismutase, catalase, glutathione redutase e glutathione peroxidase, exerce ação sinérgica para

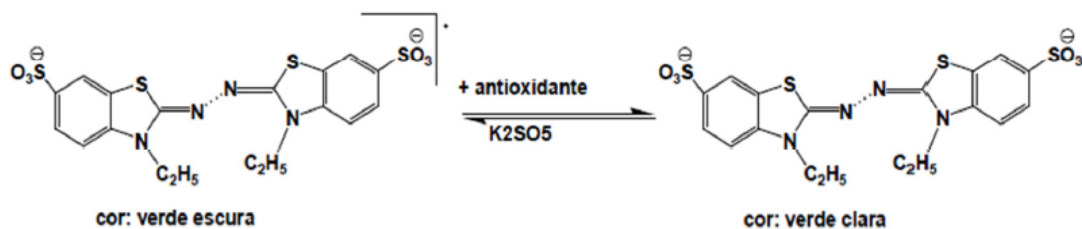
combater ação dos radicais livres (ARAÚJO, 2011). Porém, o desbalanço entre os sistemas antioxidantes e a produção de compostos oxidativos (espécies reativas de oxigênio, ERO) denominado de estresse oxidativo, torna o mecanismo de defesa ineficaz, podendo causar danos e morte celular. Aparentemente está associado com diversas doenças de cunho multifatorial, especialmente os vários tipos de câncer, doenças cardiovasculares e desordens inflamatórias (KAWANISHI et al., 2002; LAGUERRE; LECOMTE; VILLENEUVE, 2007).

Compostos antioxidantes como ácidos fenólicos e flavonoides sequestram o radical livre e conseqüentemente inibem o mecanismo oxidativo que são responsáveis por vários distúrbios e doenças como infecções, diabetes, artrite, doenças cardiovasculares, câncer, Alzheimer, etc (PATEL; PATEL; KAJAL, 2010).

A atividade antioxidante esta relacionada com a natureza dos diferentes componentes antioxidantes que, dependendo de suas características químicas e polaridade, podem ou não, ser solúvel em um determinado solvente. Geralmente os solventes polares são empregados para extrair compostos antioxidantes de plantas e alimentos de origem vegetal. Os solventes mais adequados, tanto em sistema de extração a quente quanto a frio, são misturas aquosas contendo etanol, metanol, acetona ou acetato de etila (PESCHEL et al, 2006; SULTANA; ANWAR; ASHRAF,2009).

Dentre os métodos analíticos disponíveis para determinar a capacidade antioxidante *in vitro* de alimentos, os mais utilizados são o ABTS<sup>•+</sup> (2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) e o DPPH<sup>•</sup> (1,1-difenil-2-picrilhidrazil), que envolvem um radical cromóforo, simulando as espécies reativas de oxigênio. São amplamente utilizados por serem práticos, rápidos e sensíveis (ARNAO, 2000).

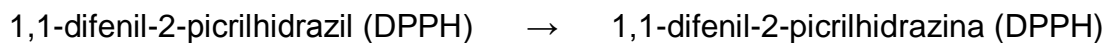
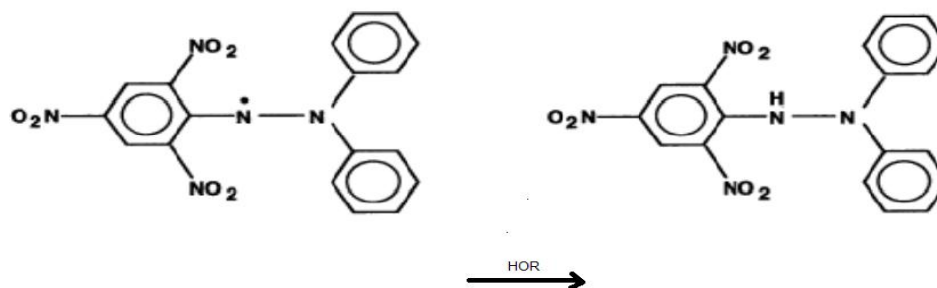
Utilizando o radical ABTS<sup>•+</sup> (Figura 7), gerado pela adição do persulfato de potássio, a atividade antioxidante é determinada pela descoloração decorrente da adição de um antioxidante ao radical cátion, cuja diminuição da absorbância é monitorada em comprimento de onda de 734nm sendo utilizada para calcular a porcentagem de inibição (ARAÚJO, 2011).



FONTE: Adaptada por SOUSA *et al.*(2007).

**Figura 7:** Estabilização do radical  $\text{ABTS}^{+\bullet}$  por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.

O método de  $\text{DPPH}^{\bullet}$  baseia-se na capacidade do radical estável 1,1-difenil-2-picrilhidrazil de reagir com doadores de hidrogênio. A redução do  $\text{DPPH}^{\bullet}$  (Figura 8) pelo antioxidante resulta na perda de cor monitorada pela absorvância registrada a 515nm. Assim, o grau de descoloração da solução indica a eficiência da substância adicionada.



**Figura 8:** Esquema da redução do  $\text{DPPH}^{\bullet}$  na presença de um antioxidante doador de hidrogênio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGOKE, G.O.; VIJAY KUMAR, M.; GOPALA KRISHNA, A.G; VARADARAJ, M.C.; SAMBAIAH, K.; LOKESH, B.R. Antioxidants and lipid oxidation in food – a critical appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, v.35, n.4, p.283-398, 1998.

AGRA, M.F.; FRANÇA, P.F.; CÂMARA, C.A.; SILVA, T.M.S.; ALMEIDA, R.N.; AMARAL, F.M.M.; ALMEIDA, M.Z.; MEDEIROS, I.A.; MORAES, M.O.; BARBOSA-FILHO, J.M.; NURIT, K.; OLIVEIRA, F.S.; FREIRE, K.R.L.; MORAIS, L.C.S.L.; RÊGO, T.J.A.S.; BARROS, R.F.M. **Medicinais e produtoras de princípios ativos**. In: SAMPAIO, E.V.S.B. (ed.). 2005. **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005, p.135-198.

ALBUQUERQUE, U.P.; ANDRADE, L.H.C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de Caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.16, n.3, p.273-285, 2002.

ALMEIDA, C.F.C.B.R.; AMORIM, E.L.C.; ALBUQUERQUE, U.P.; MAIA, M.B.S. Medicinal plants popularly used in the Xingó region – a semi-arid location in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**.v.2, n.15, p.1-9, 2006.

AMABIZ, J.M.; MARTHO, G.R. **Biologia das populações 3 :Genética, Ecologia, Evolução**. São Paulo: Editora Moderna, 1996. 511p.



ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I.M.; LEITE, U.T.; BARBOSA, M.R.V. Análise de cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. **Cerne**, v.11, n.3. p.256-262, 2005.

ANDRADE, R.A; LEMOS, E.G.M.; MARTINS, A.B.G.; PAULA, R.C.P.; JÚNIOR, J.L.P. Caracterização morfológica e química de frutos de rambutan. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.4, p.958-963, 2008.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 5 Ed. Viçosa: editora UFV, 2011.601p.

ARAÚJO, T.A.S.; ALENCAR, N.L.; AMORIM, E.L.C.; ALBUQUERQUE, U.P.A new approach to study medicinal plants with tannins and flavonoids contents from the local knowledge. **Journal of Ethnopharmacology**, v.120, p.72- 80, 2008.

ARNAO, M.B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. **Trend in Food Science & Technology**, v.11, p.419-421, 2000.

AROCHA, E.M.M.; LINHARES, P.C.F.; RODRIGUES, G.S.O.; SOUZA, A.E.; QUEIROZ, R.F. Características químicas de frutos da quixabeira. **Revista Verde**, v.5, n.2, p.05-08, 2010.

ATAIDE, R.A. , OLIVEIRA, R.A.G., ARAÚJO E.C., VASCONCELOS, E.M. R. Use of remedies produced by women of the family health program. **Revista Enfermagem UFPE On line**,v.1, p.97-103. 2007.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Editora Nobel, 1993. 114p.

BARREIROS, A.L.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v.29, n.1, p.113-123, 2006.

BELTRÃO, A.E.S.; TOMAZ, A.C.T.; BELTRÃO, F.A.; MARINHO, P. Produção de biomassa in vitro de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult). **Revista Brasileira Farmacognosia**, v.18, p.696-698, 2008.

BOBBIO, G.O.; BOBBIO, P.A. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Editora Varela, 1992. 238p.

BRAVO L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, v.56, p.317-33, 1998.

BRITTON, G. LIAAEN-JENSEN; PFANDER. **Carotenoids Handbook**. 1 ed., Boston: editor Birkhäuser, 2004. 658p.

CAPECKA, E.; MARECZEK, A.; LEJA, M. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. **Food Chemistry**, v. 93, p. 223-226, 2005.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2 ed. São Paulo, 2003.

CERQUEIRA, F.; MEDEIROS, M.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n.2, p.441-449, 2007.

CHAVES, J.B.P. **Noções de microbiologia e conservação de alimentos**. Viçosa: UFV, 1993. 113p.

CHITARRA, A.B.; ALVES, R.E. **Tecnologia de pós-colheita para frutas tropicais**. Fortaleza: Instituto Frutal/Sindifruta, 2001. v.1, 314p.

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

COELHO, A.H.R. Qualidade pós- colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 180, p. 31-39, 1994.

COSTA-NETO, E.M. OLIVEIRA, M.V.V. The use of medicinal plants in the Country of Tanquinho, State of Bahia, North-Eastern Brazil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.2, p.1-8, 2000.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de alimentos de Fennema**. 4 ed. São Paulo: Editora Artmed , 2010. 900 p.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMENÉZ, A.R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.40, n.3, p.173-289, 2000.

DESMARCHELIER, C.J.; BARROS, S.B.M. Pharmacological activity of South American plants: effects on spontaneous in vivo lipid peroxidation. **Phytotherapy Research**, v. 17, p.80-82, 2003.

DESMARCHELIER, C.J., LISBOA ROMÃO, R., COUSSIO, J., CICCIA, G. Antioxidant and free radical scavenging activities in extracts from medicinal trees used in the “Caatinga” region in northeastern. **Brazil Journal of Ethnopharmacology**, v. 67, p.69-77, 1999.

DOBLADO,R.; FRÍAS, J.; VIDAL-VALVERDE,C. Changes in vitamin C content and antioxidant capacity of raw and germinated cowpea ( *Vigna sinensis* var. *carilla*) seeds induced by high pressure treatment. **Food Chemistry**, v.101, p.918-923, 2007.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.3, p.541-545, 2001.

FERNANDES, A. **Fitogeografia Brasileira**. Fortaleza: editora Multigraf, 1998, 339p.

FERREIRA, G.F.; LEMOS, E.E.P.; SOUZA, F.X.; LOURENÇO, I.P.; LEDERMAN, I. E.;BEZERRA, J.E.F.; JÚNIOR, J.F.S.; BARROS, L.M.; RUFINO, M.S.M.; OLIVEIRA, M.E.B.; MENDONÇA, R.M.N.; ALVES, R.E.; ARAÚJO, R.R. ; SILVA, S.M. SOUZA, A.B. **Frutíferas**. In: SAMPAIO, E.V.S.B. (ed.). **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. p.49-100.

FILIPOY A. Medicinal plant of the Pilage of Central Chaco. **Journal of Ethnopharmacology**, v.44, p.181-193, 1994.

GARCÍA-ALONSO M; MINIHANE A.M; RIMBACH G; RIVAS-GONZALO J.C; PASCUAL-TERESA S. Red wine anthocyanins are rapidly absorbed in humans and affect monocyte chemoattractant protein 1 levels and antioxidant capacity of plasma. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.20, n.7, p.521-529, 2009.

GARRIDO, M.S; SOARES, A.C.F; SOUZA, C.S; CALAFANTE, P.L.P. Características física e química de frutos de quixaba (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.). **Revista Caatinga**, v.20, n.4, p.34-37, 2007.

GHOSH, D.; KONISHI, T. Anthocyanins and anthocyanin-rich extracts: Role in diabetes and eye function. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.16, n.2, p.200-208, 2007.

GIULIETTI, A.M.; HARLEY, R.M.; QUEIROZ, L.P.; BARBOSA, M.R.V.; BOCAGENA, A.L.; FIQUEIREDO M.A. **Espécies endêmicas da Caatinga**. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L. **Vegetação e flora da Caatinga**. Recife: APNE/CNIP, 2002. p.103-115.

GIULIETTI, A.M.; NETA, A.L.B.; CASTRO, A.A.J.F.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; VIRGÍNIO, J.F.; QUEIROZ, L.P.; FIQUEIREDO, M.A.; RODAL, M.J.N.; BARBOSA, M. R. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga**. In: SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T.; LINS, L.V. (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: ações prioritárias para conservação**. Brasília: MMA. UFPE, 2004. p.47-90.

HE, J. GIUSTI, M.M. Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. **Annual Review of Food Science Technology**. v.1, p.163-187, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v.1, 1.ed. Online. São Paulo: IAL, 2008.

INSA (Instituto Nacional do Semiárido). Disponível em: <http://www.insa.gov.br>. Acesso em: 17 de set 2010.

JACQUES, A.C.; ZAMBIAZI, R.C. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus* spp). **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.1, p.245-260, 2011.

KÄHKÖNEN M.P, HEINONEN M. Antioxidant activity of anthocyanins and their aglycons **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.3, p.628-633, 2003.

KAWANISHI, S.; MURATA, M.; TAKAHASHI, A.; SAITO, I. The role of metals in site-specific DNA damage with reference to carcinogenesis. **Free Radical Biology & Medicine**, v.32, p.822-32, 2002.

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinholds, 1991. 532p.

KINUPP, V.F.; BARROS, I.B.I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.28, n.4, p. 846-857, 2008.

KOBLTZ, M.G.B. **Bioquímica de alimentos: teoria e aplicações práticas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 242p.

KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. HPLC-DAD- MSn characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. **Food Chemistry**, v.110, p.522-530, 2008.

LAGUERRE, M.; LECOMTE, J., VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. **Review Progress in Lipid Research**, v.46, p.244-282, 2007.

LEDERMAN, I.E.; SILVA JÚNIOR, J.F.; BEZERRA, J.E.F.; LIRA JÚNIOR, J.S. **Potencialidades das espécies de Spondias no desenvolvimento da fruticultura brasileira**. In: Lederman, I.E.; Lira Júnior, J.S. de. (Org). **Spondias no Brasil: Umbu, Cajá e Espécies Afins**. Recife/PE: Editora Universitária da UFRPE, 2008. p.15-22.

LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v.20, n.3, p.207-220, 2000.

LIMA, J.L.S.; FURTADO, D.A.; PEREIRA, J.P.G.; BARACUHY, J.G.V.; XAVIER, H.S. **Plantas Medicinais de uso comum no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: Ludigraf editora e gráfica, 2006.

LOPES; T.J.; XAVIER, M.F; QUADRI, M.G.N.; QUADRI, M.B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.3, p.291-297, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativos do Brasil. 2 editora Nova Odessa: Instituto Plantarum, SP, 1998. 32p.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. São Paulo: editora Nova Odessa, 2008. 576p.

LUNA, J.V.U.; JUNIOR, D.S.R. Banco de germoplasma de fruteiras nativas e exóticas. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, 2005.

MACHEIX, J.J.; FLEURIET, A.; BILLOT, J. **Fruits Phenolics**. Boca Raton: CRC Press, 1990.

MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia**, 11 ed, São Paulo: Roca, 2005.

MAIA, G.A.; OLIVEIRA, G.S.F.; FIGUEIREDO, R.W.F.; GUIMARÃES, A.C.L. **Tecnologia em processamento de sucos e polpas tropicais**. Brasília: v.1, 1998. p.104.

MARÇO, P.H.; POPPI, R.J.; SCARMINIO, I.S. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Química Nova**, v. 31, n.5, p.1218-1223, 2008.

MARQUES, J.B. Comércio e conservação de três espécies vegetais da caatinga ameaçado de extinção e de uso medicinal em duas áreas do cariri oriental paraibano. 2008. 107 f. Dissertação Mestrado em Desenvolvimento e meio ambiente- Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Paraíba, 2008.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de frutas. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.44, n.2, p. 193-201, 2008.

Ministério do Meio Ambiente (2010). Monitoramento por Satélite do Desmatamento no Bioma Caatinga. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/203/arquivos/cartilha\\_monitoramento\\_caatinga\\_203.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/203/arquivos/cartilha_monitoramento_caatinga_203.pdf). Acesso em 07 maio de 2013.

NAIDU, K.A. Vitamin C in human health and disease is still a mystery? an overview. **Nutrition Journal**, v.2, n.7, p.1-10, 2003.

NAM, S.H. Antioxidative activities of bran from twenty one pigmented rice cultivars. **Food Chemistry**, v.94, n.4, p.613-620, 2006.

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



OETTERER, M.; SARMENTO, S.B.S. **Propriedades dos açúcares.** In: OETTERER, M.; D'ARCE, M.A.B.R.; SPOTO, M.H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Barieri: Manole, 2006. cap. 4, p.135-195.

PAULINO, R.C.; HENRIQUES, G.P.S.A.; COELHO, M.F.B.; MAIA, S.S.S.; AZEVEDO, R.A.B. Contribuição ao conhecimento e conservação da laranjinha. **INTERAÇÕES - Revista Internacional de Desenvolvimento Local.** v.12, n.2, p. 215-223, 2011.

PATEL, V.R.; PATEL, P.R.; KAJAL, S.S. Antioxidant activity of some selected medicinal plants in western region of India. **Advances in Biological Research.** v.4, n.1, p.23-26, 2010.

PESCHEL, W.; SÁNCHEZ-RABANEDA, F.; DIEKMANN, W.; PLESCHER, A.; GARTZIA, I.; JIMÉNEZ, D.; LAMUELARAVENTÓS, R.; BUXADERAS, S.; CODINA, C. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. **Food Chemistry**, v.97, n.1, p.137-150, 2006.

PHILPOTT, M. In situ and in vitro antioxidant activity of sweetpotato anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** v.52, n.6, p.1511-1513, 2004.

PIMENTEL, C.V.M.B.; FRANCKI, V.M., GOLLÜCKE, A.P.B. **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos.** São Paulo: Livraria Varela, 2005. 95p.

PODSEDEK A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: a review. **Swiss Society of Food Science and Technology**, v.40, p.1-11, 2007.

PRADO, D. **As caatingas da América do Sul**. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária da UFPE, Recife, 2003. p.3-73.

REPORTERBRASIL (JOÃO SUASSUNA, 2007). Semiárido brasileiro, também chamado sertão. Disponível em <http://www.reporterbrasil.org.br/noticias.php>. On line. Acesso: agosto de 2012.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods**. Washington DC: Usaid-Omni, 1997. 88p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides: Tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Coradin, Lidio; Pombo, Vivian Beck, Org. Brasília: MMA/SBF, 2008. 100p.

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

SAMPAIO, E.V.S.B.. **Overview of the Brazilian Caatinga**. In: BULLOCK, S.H.; MOONEY, H.A.; MEDINA, E. (eds.). **Seasonally dry forests**. Cambridge University Press, Cambridge, 1995. p.35-58.

SANTOS, M.B; CARDOSO, R.L.; FONSECA, A.A.O.; CONCEIÇÃO, M.N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* X *S. mombin*) provenientes do Recôncavo Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, 2011.

SANTOS, T.C.; JÚNIOR, J.E.N; PRATA A.P.N. Frutos da Caatinga de Sergipe utilizados na alimentação humana, **Scientia Plena**, v 8, n.4, 2012.

SILVA, A.J.R.; ANDRADE, L.H.C. Etnobotânica nordestina: estudo comparativo da relação entre comunidades e vegetação na Zona do Litoral - Mata do Estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.19, n.1, p.45-60, 2005.

SILVA JUNIOR, J.F.; BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E. Recursos genéticos e melhoramento de fruteiras nativas e exóticas em Pernambuco. 2008. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/fruteirasnativas.pdf>> Acesso em: 07 maio de 2013.

SILVA, G.N.C.; MARTINS, P.L.; SILVA, H. KALLIANY, K.; FREITAS, C. Estudo autoecológico de *Bumelia sertorium* (Quixabeira) – Espécie ameaçada de extinção no ecossistema Caatinga. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.4, n.1, 2004.

SOUZA, E.P.; FERRARONI, M.; OLIVEIRA M.J.; CLERICE M.T.P.S. Bolo contendo fubá, óleo e pasta de gergelim e amido resistente: características sensoriais e tecnológicas. **Revista Agrotecnologia**, v.3, n.2, p. 108-124, 2012.

SOUSA, ET AL. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v.30, p.351-355, 2007.

SULTANA, B.; ANWAR, F.; ASHRAF, M. Effect of extraction solvent/technique on the antioxidante activity of selected medicinal plant extracts. **Molecules**, v.14, p.2167-2180, 2009.

TEIXEIRA, L.N.; STRINGHETA, P.C.; OLIVEIRA, F.A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**. v.55, n.4, p. 297-304, 2008.

VIANA, G.S.B., BANDEIRA, M.A.M., MATOS, F.J.A. Analgesic and antiinflammatory effects of chalcones isolated from *Myracrodruon urundeuva* Allemão. **Phytomedicine**, v.10, p.189-195, 2003.

WAITZBERG, D.L. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**. 3ª ed. São Paulo: editora Atheneu, 2004, p.15-150.

WROLSTAD, R.E.; CULVER, C.A. Alternatives to those artificial FD & C food colorants. **Annual Review of Food Science Technology**, v.3, p.59-77, 2012.

RESULTADOS

## **ARTIGO I: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FRUTO DE QUIXABEIRA NATIVA DE SOLEDADE- PB**

### **RESUMO**

No Brasil a diversidade frutífera tem despertado interesse de várias linhas de pesquisas que se propõem a estudar as potencialidades de frutos nativos do semiárido e dentro desse ecossistema, encontra-se a quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.), pertencente à família Sapotaceae. Em decorrência da limitação de pesquisas sobre este fruto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar as características físicas e físico-químicas de frutos maduros da quixabeira colhidos na safra 2012 e provenientes do município de Soledade, PB. No Laboratório de Análise Físico-Química de Alimentos do Departamento de Ciências Domésticas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, foram realizadas as seguintes determinações físicas: massa do fruto; massa das sementes, massa da casca juntamente com a polpa, diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT); relação diâmetro longitudinal/transversal (DL/DT); e as seguintes análises físico-químicas: sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação SS/AT, ácido ascórbico, carotenoides totais, antocianinas totais e composição centesimal. Os diâmetros, transversal e longitudinal revelaram valores médios de 10,46 e 11,95 mm, respectivamente. A massa média dos frutos foi de 0,87 g enquanto que das sementes foi de 0,24g. Com relação às análises físico-químicas os valores encontrados foram: SS (27° Brix), pH (4,98), AT (1,01 em % de ácido cítrico), relação SS/AT (26,73), ácido ascórbico (37,73 mg 100g<sup>-1</sup>), carotenoides totais (12,32 µg g<sup>-1</sup>) e antocianinas totais (101,26 mg 100g<sup>-1</sup>). Referente a composição centesimal os valores encontrados para umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos totais foram respectivamente: 54,11%, 0,95%, 1,69%, 5,86% e 37,39%. A quixabeira, portanto, é uma alternativa de fruta nativa para a exploração em regiões semiáridas. O aproveitamento socioeconômico e a demanda de pesquisas de espécies frutíferas nativas refletem na oferta de novas opções de frutas frescas para o consumo *in natura* e matéria-prima para agroindústria.

**Palavras-Chave:** *Sideroxylon obtusifolium* Penn.; características físicas; características químicas

## ABSTRACT

The diversification of Brazilian fruits has attracted attention of several researches in order to study the potential of native fruits from semiarid. Within this ecosystem, there is the Quixabeira tree (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.) that belongs to the family Sapotaceae. Due to the limitation of research about quixaba fruits, the aim of the present study was to evaluate the physical and physical chemical characteristics from this mature fruits harvested in 2012 from Soledade city-PB. In the Physical Chemical Laboratory of Food Analysis from the Department of Home Science- Federal Rural University of Pernambuco, the following physical determinations were made: fruit mass, seed mass, peel and pulp mass, longitudinal diameter (LD), transversal diameter (TD); longitudinal diameter/transversal diameter ratio (LD/TD), as well as the physical chemical characteristics; soluble solids (SS), pH, titratable acidity (TA), SS/TA ratio, ascorbic acid, total carotenoids, total anthocyanins and proximate composition. The transversal and longitudinal diameters showed mean values of 10.46 and 11.95 mm, respectively. The average fruits mass were 0.87 g while the seeds were 0.24 g. Regarding to physical chemical analyzes the values found were SS (27° Brix), pH (4.98), TA (1.01 % citric acid), SS/TA ratio (26.73), ascorbic acid (37.73 mg 100g<sup>-1</sup>), total carotenoids (12.32 µg g<sup>-1</sup>) and total anthocyanins (101.26 mg 100g<sup>-1</sup>). With respect to the proximate composition the values found for moisture, ash, protein, lipid and carbohydrate were respectively; 54.11%; 0.95%; 1.69%; 5.86% and 37.39%, and the total energy was 209.06 kcal. Therefore, the quixabeira is a source alternative native fruit to semiarid region exploration. Their socio economic use and the seeking for research about native fruits offers new alternatives for fresh fruit consumption and raw materials for agro-industry.

**Keywords:** *Sideroxylon obtusifolium* Penn.; physical characteristics; chemical characteristics

## INTRODUÇÃO



Devido a sua vasta extensão territorial e ampla variação climática, o Brasil apresenta uma das maiores diversidades de espécies frutíferas do mundo no qual existem cerca de 500 espécies, ainda amplamente desconhecidas que se encontram distribuídas pelos mais diferentes ecossistemas (VIEIRA NETO, 2002). Dentre elas encontra-se a quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.) também conhecida por quixaba, sapotiaba, sacutiaba, coronilha, coca, miri, rompegibão, entre outros. Pertence à família Sapotaceae, comum em seu habitat natural na caatinga do Nordeste, Vale do São Francisco e na restinga litorânea, desde o Ceará até o Rio Grande do Sul (LORENZI; 1998).

A família Sapotaceae é composta por espécies arbóreas e arbustivas, onde cerca de 40% produzem frutos comestíveis e são fornecedoras de madeira e látex, utilizados na medicina popular e ornamentação (MARCHIORI, 2000; KUERA et al., 2002). Geralmente, nessa família os frutos são do tipo bacóide, quando maduros possuem formato globoso, com cerca de 1-2 cm de diâmetro, exocarpo fino, de coloração escura brilhante (BARROSO et al., 2004).

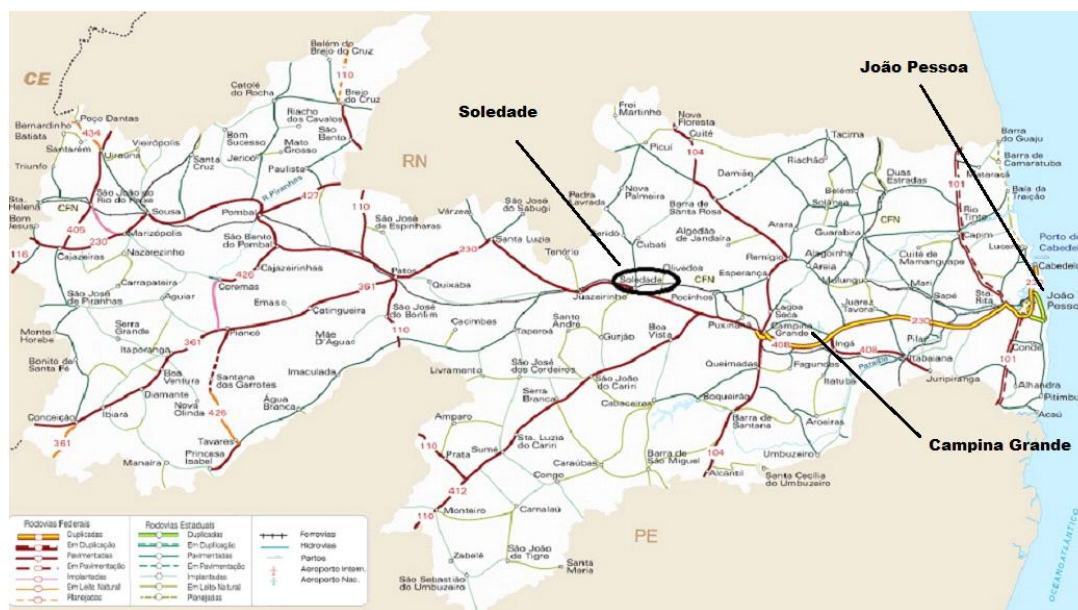
A casca do tronco e a raiz dessa árvore são amplamente utilizadas na medicina popular por conter propriedades adstringentes, tônicas, antidiabética e cicatrizante. Utilizadas no tratamento de dores em geral, gastrite, azia, inflamação crônica, lesão genital, inflamação dos ovários, cólicas, problemas renais, problemas cardíacos e como expectorante (FILIPOY, 1994; SILVA et al., 2004; ALBUQUERQUE et al., 2007; BELTRÃO et al., 2008).

As características físicas e químicas dos frutos dessa espécie são desejáveis para processamento na agroindústria, por conter alto teor de açúcar, com cerca de 27% de sólidos solúveis. O baixo rendimento da polpa é compensado pela elevada produtividade por planta, cuja produção de uma única planta pode chegar a 60 kg de frutos por safra, representando em média 13,2 kg de polpa por planta (GARRIDO et al., 2007).

Na literatura, as informações sobre as fruteiras nativas são limitadas, principalmente no que diz respeito à quixabeira. Diante da escassez de informações sobre a espécie, objetivou-se no presente trabalho estudar as características físicas e físico-químicas dos frutos de quixabeira.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos utilizados neste estudo foram provenientes do sítio Barrocas, localizado no município de Soledade, região do semiárido da Paraíba. O município de Soledade está situado a 186 km da capital João Pessoa (Figura 1), na microrregião do Curimataú Ocidental, tendo como coordenadas geográficas 7° 03' 30" de latitude Sul e 36° 21' 47" de longitude Oeste. Limita ao Norte com o Município de São Vicente do Seridó, ao Leste com os Municípios de Olivedos e Pocinhos, ao Oeste com o Município de Juazeirinho e ao Sul com os Municípios de Gurjão e Boa Vista, apresentando uma extensão territorial de 560 km<sup>2</sup>. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano 2011 sua população era estimada em 13.739 habitantes.



**Figura 1:** Localização do município de Soledade no estado da Paraíba.

Fonte: <http://www.google.com.br/imgres?q=localiza%C3%A7%C3%A3o+de+soledade>

Os frutos, no estágio de maturação maduro, foram coletados manualmente de diferentes pontos de três árvores no mês de março durante a safra de 2012. Estes, foram acondicionados em sacos de polietileno, armazenados sob refrigeração e posteriormente transportados para o Laboratório de Análises Físico-Química de Alimentos do Departamento de Ciências Domésticas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde os experimentos foram realizados.

### **AVALIAÇÕES FÍSICAS**

Os frutos foram selecionados quanto a seus atributos de qualidade (grau de maturação uniforme apresentando a cor roxo-escuro e ausência de injúrias), lavados e secos. Posteriormente, foram separados aleatoriamente 3 lotes contendo 100 frutos cada, e aferidas as seguintes características biométricas: diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT), com auxílio de um paquímetro digital (marca Lee Tools) e os resultados expressos em mm; relação diâmetro longitudinal/transversal (DL/DT); massa do fruto, em gramas (g); massa da casca juntamente com a polpa em gramas (g); massa das sementes em gramas (g); mensurada em balança analítica (marca Bioprecisa- FA 2104N).

### **AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS**

Para realização das análises físico-químicas foram utilizados cerca de 1 kg do fruto. Após a remoção das sementes com auxílio de uma faca de aço inoxidável, as cascas juntamente com a polpa foram homogeneizadas em liquidificador doméstico. Após este processo, a polpa obtida (polpa e casca) foi acondicionada em potes plásticos, com capacidade de cerca de 30 g cada, e armazenadas em freezer doméstico ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) para posterior determinação da acidez titulável (AT), ácido ascórbico, carotenoides totais, antocianinas totais, e

composição centesimal cujos resultados foram utilizados para calcular o valor energético total (VET).

Cerca de 500g de fruto foram utilizados para obtenção de polpa que foi manualmente removida com auxílio de uma faca de aço inoxidável. Essa polpa foi utilizada para determinação do teor de sólidos solúveis (SS), de pH e do teor de antocianinas totais. A casca obtida, após remoção desta polpa, foi também utilizada para determinação do teor de antocianinas totais. Todas as determinações foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos como média aritmética das três determinações.

### **pH**

Determinado diretamente na polpa (sem casca) homogeneizada, utilizando um potenciômetro (Tecnal, modelo: Tec-5), previamente calibrado com soluções tampão de pH 7 e 4 , segundo método nº 981.12 da AOAC (2005).

### **SÓLIDOS SOLÚVEIS (SS)**

Leitura realizada em refratômetro manual ATAGO (N1), com escala variando de 0 a 32 °Brix e os resultados foram expressos em °Brix, segundo método nº 932.12 da AOAC (2005).

### **ACIDEZ TITULÁVEL (AT)**

Determinada em 3g de polpa diluída em 50 mL de água destilada e titulado com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M até pH 8,1. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico, segundo método nº 942.15 da AOAC (2005).

### **RELAÇÃO SS/AT**

Calculada pela razão dos valores obtidos de sólidos solúveis e da acidez titulável.

### **ÁCIDO ASCÓRBICO**

Determinado pelo método titulométrico utilizando o reagente 2,6 diclorofenolindofenol, método nº 967.21 da AOAC (2005). Para a quantificação do teor de ácido ascórbico, a amostra foi previamente clarificada segundo metodologia descrita por Bezerra Neto; Barreto (2011).

### **CAROTENOIDES TOTAIS**

Os carotenoides foram extraídos, saponificados e quantificados segundo metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999), com leitura de extrato em éter de petróleo e registrada no comprimento de onda de 450nm, em espectrofotômetro (Shimadzu UV-1650PC). Durante esta determinação, todas as etapas foram realizadas ao abrigo da luz e o teor de carotenoides totais foi calculado utilizando o coeficiente de absorção de 2500 (GROSS, 1987) sendo os resultados expressos em µg de carotenoides totais em equivalente de β-caroteno por grama da amostra.

### **ANTOCIANINAS TOTAIS**

As antocianinas foram extraídas segundo metodologia descrita por Rodriguez-Saona; Wrolstad (2001) e quantificadas pelo método do pH diferencial conforme descrito por Giust; Wrolstad (2001), utilizando espectrofotômetro Shimadzu UV 1650 PV.

## **COMPOSIÇÃO CENTESIMAL**

### **Umidade**

A umidade foi quantificada por meio do determinador de umidade por infravermelho (Marca Marte: Modelo- ID 50) (IAL, 2008).

### **Proteínas**

O conteúdo proteico foi quantificado pelo método Kjeldahl (IAL, 2008)

### **Lipídeos**

A fração de lipídeos foi determinada pelo método Bligh-Dyer (CECCHI, 2003)

### **Cinzas**

Para determinação de cinzas foi utilizado o método gravimétrico através de carbonização prévia da amostra, seguido de incineração em mufla a 550°C, segundo metodologia de CECCHI (2003) e IAL (2008).

### **Carboidratos totais**

O teor de carboidratos totais foi obtido através do cálculo por diferença: % carboidratos total= 100 – (% umidade + % cinzas + % lipídeos+ % proteínas)

### **Valor Energético Total**

O valor energético total (V.E.T.) foi calculado utilizando os seguintes fatores de conversão: 9kcal por g de lipídios, 4kcal por g de proteínas e 4kcal por g de carboidratos e expresso em Kcal 100g<sup>-1</sup>da amostra (GALISA; ESPERANÇA; SÁ, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS FRUTOS

As características físicas do fruto estão apresentadas na Tabela 1. A massa dos frutos variou de 0,30 a 1,41 g, com um valor médio de 0,87g, o qual foi inferior aos relatados por outros autores. Garrido et al. (2007) em frutos de quixaba provenientes de Santa Terezina-BA e colhidos na safra 2004/2005 encontraram uma massa média de 0,971g enquanto que Aroucha et al. (2010) em frutos advindos de Mossoró- RN, relataram um valor médio de 0,94g. Valor ainda mais elevado foi encontrado nos frutos estudados por Silva et al. (2012), cujo valor médio foi de 1,06g.

**Tabela 1: Características físicas de frutos de quixabeira provenientes de Soledade-PB, safra 2012.**

PARÂMETROS	VALORES MÍNIMOS	VALORES MÁXIMOS	VALORES MÉDIOS *	CV
Massa do fruto (g)	0,30	1,41	0,87±0,24	0,28
Massa da semente (g)	0,10	0,47	0,24±0,07	0,29
Massa polpa e casca (g)	0,18	1,03	0,60±0,18	0,30
Diâmetro transversal (DT) mm	8,38	12,48	10,46±0,99	0,09
Diâmetro longitudinal (DL) mm	9,39	17,79	11,95±1,14	0,09
Relação DL/DT	0,97	1,52	1,14±0,08	0,07

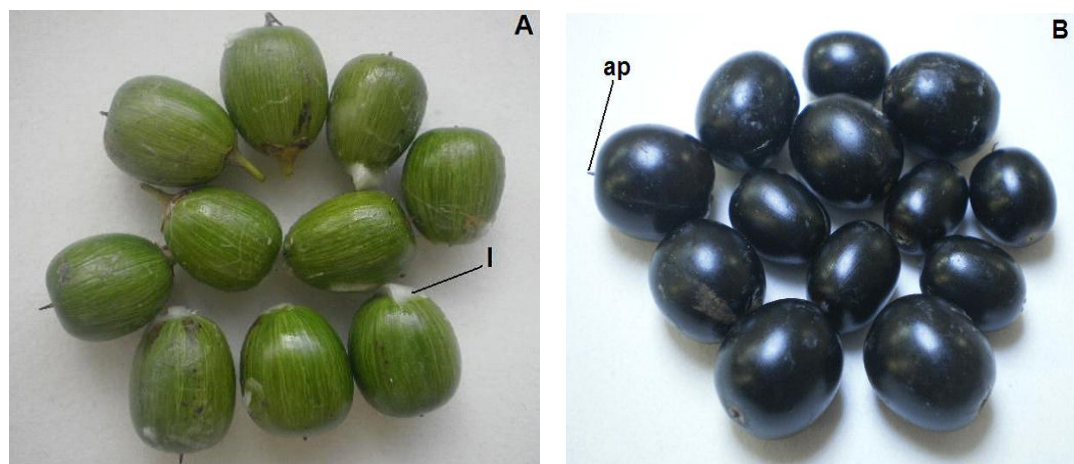
\* Média de 3 lotes de 100 frutos ± desvio padrão. CV= Coeficiente de variação.

Segundo Lira Júnior et al. (2010), a massa média de frutos é uma característica importante para o mercado de frutas frescas, uma vez que os frutos mais pesados são também os de maiores tamanhos, tornando-se mais atrativos para os consumidores.

Quanto à massa da semente, o valor mínimo e máximo encontrado foi de 0,1g e 0,47g, respectivamente, com média calculada de 0,24 g, o que corresponde em termos médios a 27,59% da massa do fruto. Esses resultados revelaram que a massa das sementes representam proporções similares aos dos frutos estudados por Aroucha et al. (2010) que detectaram valores médios de 26,6% de semente em relação aos frutos de quixaba coletados em 2008 na região de Mossoró-RN. No entanto, Silva et al. (2012) em estudo com quixabas da safra 2009, provenientes do Município de Boa Vista-PB Brasil relataram que a massa média da semente foi 0,15g, valor inferior ao encontrado nesse estudo. A variação nas características físicas dos frutos está relacionada a fatores como: condições climáticas, tratos culturais, cultivar, época de plantio, colheita e outros.

Um dos atributos de qualidade para a comercialização de frutos é o menor peso de sementes por fruto. Esta variável influencia diretamente o percentual de rendimento, também considerado um atributo de qualidade, especialmente para os frutos destinados à elaboração de produtos, cujo valor mínimo exigido pelas indústrias processadoras é de 40% (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O epicarpo e mesocarpo constituem a parte comestível dos frutos, com o mesocarpo possuindo polpa de consistência sucoso-gelatinosa de sabor adocicado quando maduro, os quais são consumidos exclusivamente *in natura* (Figura 2 A-B).



**Figura 2:** Frutos de *S. obtusifolium*. A: frutos verdes; B: frutos maduros

Legenda: l: látex; AP: apículo (Fonte: Silva, 2011).



O diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) mensurados nos frutos apresentou uma média de 11,95mm e 10,46mm, respectivamente. Embora os valores do DT relatados por Garrido et al. (2007) e Silva et al. (2012) (10,47mm e 10,41mm, respectivamente) tenham sido próximos ao encontrado nesse estudo, os valores de DL relatados por esses autores foram mais elevados, com valores de 13,50mm e 12,12mm, respectivamente.

A relação média DL/DT calculada nesse estudo foi 1,14. Esse valor foi semelhante ao encontrado por Silva et al. (2012), cujo valor foi de 1,16; porém foi inferior ao relatado por Garrido et al. (2007), cujo valor foi de 1,28. Esta variável é indicadora do formato do fruto, que é mais arredondado à medida que este quociente aproxima-se de 1 (CHITARRA, CHITARRA, 2005). Portanto, se o diâmetro longitudinal for maior que o diâmetro transversal o fruto apresentará forma ovalada (Figura 3 A). A forma do fruto exerce influência no seu valor comercial. Para as indústrias, são preferidos aqueles com valores próximos a 1 por facilitar as operações de limpeza e processamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Na fabricação de doces em calda, em que a aparência do produto final é primordial, normalmente, dá-se preferência a frutos com uniformidade de formato levemente arredondado ou oblongo (ANDRADE et al., 1993).



**Figura 3:** Frutos de *S. obtusifolium*. A: fruto inteiro; B: corte longitudinal; Legenda: ep: epicarpo; me: mesocarpo; se: semente (Fonte: Silva, 2011).

Os diâmetros transversais e longitudinais estão relacionados com o tamanho e a forma do fruto, enquanto a massa dos frutos, das cascas e das sementes está relacionada com o rendimento do produto, tornando-se fatores

importantes no estabelecimento do ponto de maturação, da viabilidade econômica para a industrialização, além do dimensionamento de embalagens (VALLILO et al., 2005).

### **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

Os resultados das determinações de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação (SS/AT), ácido ascórbico, carotenoides totais e antocianinas totais estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2: Características físico-química de frutos de quixabeira provenientes de Soledade-PB, safra 2012.**

PARÂMETROS	VALORES MÉDIOS*
pH**	4,98 ±0,13
SS (°Brix)**	27 ±3,02
AT (% ácido cítrico)***	1,01 ±0,07
SS/AT**	26,73± 0,17
Ácido ascórbico (mg 100g <sup>-1</sup> )***	37,37± 6,12
Carotenoides totais (µg g <sup>-1</sup> )*** <sup>a</sup>	12,32±0,60
Antocianinas totais (mg 100g <sup>-1</sup> )*** <sup>b</sup>	101,26±1,74
Antocianinas totais na polpa (mg 100 <sup>1</sup> ) <sup>b</sup>	30,49±3,75
Antocianinas totais na casca (mg 100 <sup>1</sup> ) <sup>b</sup>	236,15±24,76

\*Valores médios ± desvio padrão, \*\*na polpa do fruto; \*\*\*na polpa e casca; SS = Sólidos Solúveis; AT = Acidez Titulável, <sup>a</sup>expresso como µg em equivalente de β-caroteno por g de polpa, <sup>b</sup>expresso como mg de cianidina 3-glicosídeo 100 g<sup>-1</sup> de polpa.

As variáveis físico-químicas são indicadoras das características sensoriais, importantes tanto para consumo dos frutos *in natura* quanto para determinar o tempo e as condições de armazenamento dos frutos, além de determinar o

emprego de processamentos pós-colheita visando agregar valor aos excedentes das safras (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Nesse estudo, o valor de pH determinado foi superior ao relatado por Garrido et al. (2007) ao estudarem frutos de quixaba da Bahia cujo valor encontrado foi de 4,35 e por Nascimento et al. (2011) em quixabas provenientes do município de Soledade-PB, cujo valor foi de 4,6. No entanto, Aroucha et al. (2010) encontraram em quixabas procedentes de Mossoró- RN, um valor de pH de 5,4. O pH é estabelecido como atributo de qualidade pela legislação, por favorecer a conservação da polpa, evitando o crescimento microbiano, embora para quixaba ainda não haja nenhum índice utilizado como padrão.

Outros frutos possuem valores de pH ainda mais baixos do que o encontrado nessa pesquisa. Hirsch et al. (2012) em estudo realizado com amoras das cultivares 'Guarani', 'Cherokee' e 'Tupy' produzidas em Pelotas-RS relataram valores de 2,78 a 3,06. No trabalho desenvolvido por Hajilou; Fakhimrizaei (2011), oito diferentes cultivares de pêssigo provenientes da Universidade de Tabriz no Irã foram avaliados e os valores de pH relatados variaram de 3,47 a 4,89.

Com relação ao teor de SS, o valor médio determinado nesse trabalho foi semelhante ao encontrado por Aroucha et al. (2010) em frutos de quixabeira colhidos de plantas localizadas no município de Mossoró-RN (27°Brix). No entanto, nesse mesmo fruto Nascimento et al. (2011) e Garrido et al. (2007) relataram valores inferiores, os quais foram, respectivamente, 25,6 °Brix e 24,13 °Brix. Os teores de sólidos solúveis indicam a quantidade dos sólidos dissolvidos na polpa, e de modo geral, altos teores de SS são desejáveis para a indústria e para consumo como fruta fresca (CHITARRA; CHITARRA, 2005; MEDINA et al., 1981). Segundo GORGATTI NETTO (1993), os teores de sólidos solúveis são determinantes para a escolha de frutos vinícolas para a produção de vinhos e licores pelo alto poder fermentativo, além da produção de doces e compotas por oferecerem a vantagem de propiciar maior rendimento no processamento.

Nessa pesquisa, os frutos apresentaram acidez titulável (AT) de 1,01 (% de ácido cítrico), cujo valor obtido por Aroucha et al. (2010) foi próximo (0,95%).

Entretanto, nos estudos com esse fruto realizados por outros autores como Nascimento et al. (2011) e Garrido et al. (2007) os valores relatados foram 0,64% e 0,4%, respectivamente e, portanto, inferiores ao encontrado nessa pesquisa. Outros frutos apresentam AT elevada como relatado por Hirsch et al. (2012) que em três cultivares de amoras do estado do Rio Grande do Sul, encontraram valores de 1,54% a 1,58%. Pinto et al. (2003), ressaltam que frutos com AT acima de 1,00% em ácido cítrico apresentam maior interesse para a agroindústria, tendo em vista não haver necessidade da adição de ácido cítrico para conservação da polpa, artifício utilizado para tornar o meio impróprio ao desenvolvimento de microrganismos.

Os ácidos são encontrados nos vacúolos das células, na forma livre ou combinados com sais, ésteres e glicosídeos, como importantes fontes de energia para os frutos, durante o processo de maturação, por conseguinte, é de se esperar que seu conteúdo diminua durante o período de atividade metabólica máxima dos vegetais. Alguns ácidos são voláteis e contribuem para o aroma de muitas frutas (KOBBLITZ, 2008).

O valor da relação SS/AT neste estudo foi inferior ao encontrado por outros autores. Em quixabas maduras provenientes de Mossoró-RN, o valor foi de 39,84 (AROUCHA et al., 2010); em quixabas provenientes da região de Santa Terezinha- BA, o valor foi de 60,32 (GARRIDO et al., (2007) e em quixabas provenientes do município de Soledade-PB, o valor foi de 40,52 (NASCIMENTO et al., 2011). A relação SS/AT é um importante indicativo do sabor, pois relaciona os açúcares e os ácidos do fruto sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares e de acidez (PINTO et al., 2003; SILVA et al., 2012).

O teor de ácido ascórbico encontrado nesse estudo foi de 37,37 mg 100g<sup>-1</sup> de polpa. Embora alguns estudos tenham sido desenvolvidos para determinar as características físico-químicas (AROUCHA et al. (2010); GARRIDO et al. (2007), até o momento não foram encontrados dados referentes ao teor de ácido ascórbico presente no fruto da quixaba.

De acordo com a quantidade de ácido ascórbico presente em frutos, Andrade et al. (2002) classificaram como baixa fonte dessa vitamina, os frutos

com teores variando de 25 a 50 mg.100g<sup>-1</sup>. Assim, considerando essa classificação, os frutos de quixaba representam baixa fonte de ácido ascórbico, tendo em vista que os valores encontrados não ultrapassaram 50 mg100g<sup>-1</sup> de polpa. Entretanto, um consumo diário de quixaba irá colaborar para atender as necessidades diárias de vitamina C uma vez que a ingestão diária recomendada (IDR) é de 75mg/dia (adulto sexo feminino) e de 90mg/dia (adulto sexo masculino) amostra (GALISA; ESPERANÇA; SÁ, 2008).

Outros frutos apresentam teor de ácido ascórbico ainda mais baixos. Sousa et al. (2012) avaliaram as características físico-química da polpa de sapoti oriundas do estado do Ceará e relataram valor de ácido ascórbico de 2,24 mg/100g. Rufino et al. (2010) ao avaliarem os compostos bioativos de 18 frutas tropicais não tradicionais do Brasil, também encontraram baixos teores de ácido ascórbico em frutos de bacuri (2,4 mg/100g), cajá (26,5 mg/100g), gurguri (27,5 mg/100g) e umbu (18,4 mg/100g).

O conteúdo de ácido ascórbico diminui durante o amadurecimento em alguns frutos e em outros aumenta. O aumento está relacionado à liberação de açúcares precursores da biossíntese do ácido ascórbico durante o processo de degradação da parede celular, enquanto a redução está relacionada à oxidação do ácido (KOBBLITZ, 2008).

Com relação ao teor de carotenoides, o valor encontrado foi de 12,32 µg g<sup>-1</sup> de polpa. Nascimento et al. (2011), ao determinar o teor desse fitoquímico em diferentes plantas nativas da região semiárida do nordeste do Brasil encontraram em quixaba um teor mais elevado, cujo valor foi de 47,21µg g<sup>-1</sup>.

Valores mais baixos de carotenoides totais foram encontrados em outros frutos. Melo e Andrade (2010) relataram que em frutos de umbu (*Spondias tuberosa*) adquiridos no comércio local da cidade do Recife-PE, os teores de carotenoides foram de 3,02 e 1,70 µg g<sup>-1</sup> nos frutos em estágio de maturação maduro e semi maduro, respectivamente. Em frutas pequenas cultivadas na região sul do Estado do Rio Grande do Sul, Jacques et al.(2009) encontraram em amora cv. Tupy e cv. Xavante, teores de carotenoides de 9,1 e 6,0 µg g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Segundo Rodrigues-Amaya, Kimura e Amaya-Farfan (2008) as frutas palmáceas como buriti, tucumã, bocaiuva, bacuri e umari (mari) são ricas fontes de  $\beta$ -caroteno, com destaque para o buriti que apresenta a maior concentração conhecida desse composto dentro da vasta gama de alimentos brasileiros analisados. Embora estes mesmos autores considerem que alimentos que contenham mais de  $20 \mu\text{g g}^{-1}$  de carotenoides sejam importantes para a saúde ainda assim, o consumo de quixaba pode contribuir para o aporte nutricional de carotenoides.

O teor de antocianinas total determinado neste trabalho foi de  $101,26 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  (casca e polpa) o qual foi superior ao encontrado nesse mesmo fruto por Nascimento et al. (2011) e Aroucha et al. (2010) que relataram valores de 58,68 e  $37,83 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ , respectivamente. Esta discrepância entre o teor encontrado nesse estudo e o relatado pelos autores acima citados pode ser decorrente de diferentes metodologias utilizadas na quantificação, assim como o modo de preparo da amostra.

Outros frutos também contêm quantidades significantes de antocianinas. Em polpa de amora-preta, Ferrari, Ribeiro e Aguirre (2012) relataram um teor de antocianinas totais de  $77,90 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  de polpa. Rodrigues et al. (2011) avaliaram os principais cultivares de mirtilo (*Vaccinium* sp.) produzidas no Brasil e encontraram uma concentração de antocianinas que variou de 40,62 a  $378,31 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ .

O teor de antocianinas foi, também, quantificado separadamente na casca e polpa de quixaba cujos teores foram  $236,15$  e  $30,49 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ , respectivamente. Gross (1987) corrobora com esses resultados ao afirmar que as antocianinas encontram-se localizadas principalmente nas cascas dos frutos, e assim pode-se considerar que a casca de quixaba é uma boa fonte de antocianinas. Em jambo vermelho Augusta et al. (2010) encontraram um valor de  $300,54 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  de casca. Segundo Macheix, Fleuriet e Billot (1990) frutos ricos em antocianinas ( $>200 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ) são extremamente coloridos e apresentam a cor roxa intensa ou preta, característica constatada na quixaba madura.

Outros frutos também apresentam um teor mais elevado de antocianinas na

casca ou película do que na polpa como, por exemplo, a ameixa e a uva (GROSS, 1987). Lima et al. (2002a) relataram que em pitanga roxa madura estes compostos encontram-se, também, mais concentrados na película do que na polpa cujos valores encontrados foram 420 e 26 mg100g<sup>-1</sup>, respectivamente.

### **COMPOSIÇÃO CENTESIMAL**

As frutas desempenham um importante papel na alimentação humana, contribuindo para o fornecimento de calorias, sais minerais, vitaminas, fibras e água, constituindo-se, dessa forma, em fontes mantedoras da saúde. Os resultados da composição centesimal encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3: Composição centesimal e valor energético total de frutos de quixabeira provenientes de Soledade-PB, safra 2012.**

PARÂMETROS ANALISADOS	VALORES MÉDIOS*
Umidade (g 100g <sup>-1</sup> )	54,11±1,41
Cinzas (g 100g <sup>-1</sup> )	0,95±0,03
Proteínas (g 100g <sup>-1</sup> )	1,69±0,14
Lipídeos (g 100g <sup>-1</sup> )	5,86±0,05
Carboidratos totais** (g 100g <sup>-1</sup> )	37,39±1,51
Valor energético total (Kcal 100g <sup>-1</sup> )	209,06±5,30

\*Valores médios ± desvio padrão; \*\*Carboidratos por diferença.

O teor de umidade determinado nesta pesquisa foi de 54,11% sendo, portanto, próximo ao encontrado nesse mesmo fruto por Nascimento et al. (2011) cujo valor relatado foi de 57,39%.

As frutas, por seu caráter biológico, apresentam inúmeras alterações na sua composição, as quais podem levar à modificação nos teores de nutrientes em função das características próprias de cada cultivar e das condições edafoclimáticas, entre outras (ELIAS et al., 2008).

Quanto ao teor de cinzas, o valor determinado nesse estudo foi 0,95%. Nascimento et al (2011) caracterizando frutos do semiárido nordestino relataram que o teor de cinzas em quixaba foi de 1,23% e, portanto, superior ao encontrado nesse estudo. Schmeda-Hirschmann et al. (2005) em estudo com frutos comestíveis do noroeste da Argentina, colhidos no período de outubro de 2000 a maio 2001 relataram que o teor de cinzas em quixaba variou de 2,10 a 3,68% (em peso seco).

O conteúdo de cinzas varia de 0,4 a 2,1% em frutas frescas e representam os minerais contidos nos alimentos que podem estar em grandes quantidades como o potássio, sódio e cálcio e pequenas, como o ferro, manganês e zinco (CECCHI, 2003).

O teor de proteínas determinado nesse estudo foi 1,69% sendo inferior ao encontrado por Nascimento et al. (2011) em estudo com esse mesmo fruto proveniente do município de Soledade-PB, safra 2010, cujo valor foi de 2,86%. Schmeda-Hirschmann et al. (2005) relataram que o teor de proteínas em quixaba proveniente do noroeste da Argentina variou de 6,56 a 8,6% (em peso seco).

No que concerne ao conteúdo de lipídeos, a quixaba contém quantidades significativas desse nutriente cujo valor foi de 5,86%. Schmeda-Hirschmann et al. (2005) ao realizar a composição centesimal de fruto de quixaba da província Yungas na Argentina, relataram que o teor de lipídeo, em peso seco, variou de 5,2 e 5,7%. No entanto, Nascimento et al. (2011) em estudo de quixaba proveniente do estado da Paraíba quantificaram conteúdo de lipídeo de 9,62 %, valor acima do encontrado nessa pesquisa. Esta discrepância entre o teor encontrado nesse estudo e o relatado pelos autores acima citados pode ser decorrente de diferentes metodologias utilizadas na quantificação, assim como o modo de preparo da amostra.



Em relação ao teor de carboidratos totais, o valor obtido nesse estudo foi 37,39%. Nascimento et al. (2011) estudando a composição química das porções comestíveis dos frutos do semiárido nordestino encontraram para frutos de quixaba o valor de carboidratos totais de 28,5%, sendo, portanto, um valor inferior ao encontrado nessa pesquisa.

Outro parâmetro avaliado foi a quantidade de calorias cujo valor calculado foi de 209,06 Kcal 100g<sup>-1</sup>. Esse valor é próximo ao relatado por Nascimento et al. (2011) que avaliando a composição química de quixaba encontraram um valor calórico de 212,02 kcal 100g<sup>-1</sup>.

A qualidade dos frutos é atribuída aos seus caracteres físicos, que correspondem à aparência externa, destacando-se o tamanho, a forma do fruto e a cor da casca. Associada a esses atributos, a composição do fruto também é muito relevante, dada a presença de vários constituintes físico-químicos e químicos na polpa. É essa qualidade intrínseca que oferece aos frutos e aos produtos deles obtidos a qualidade organoléptica e nutricional, responsável pela sua aceitação no mercado (LIMA et al., 2002b).

## **CONCLUSÕES**

Nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos, os resultados obtidos permitem concluir que:

A quixaba está incluída no grupo de frutas pequenas e a relação entre o diâmetro longitudinal e o transversal caracteriza um formato ovalado. Sua polpa é doce e de baixa acidez e a alta concentração de antocianinas encontrada na casca do fruto indica que seu consumo proporciona aos indivíduos uma dieta rica em compostos bioativos, juntamente com os carotenoides e o ácido ascórbico.

A quixabeira, portanto, é uma alternativa de fruta nativa para a exploração em regiões semiáridas. O aproveitamento socioeconômico e a demanda de pesquisas de espécies frutíferas nativas refletem na oferta de novas opções de frutas frescas para o consumo *in natura* e matéria-prima para agroindústria.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, U.P.; MONTEIRO, J.M.; RAMOS, M.A.; AMORIM, A.L.C. Medicinal and magic plants from a public market in northeastern Brasil. **Journal of Ethnopharmacology**, v.110, p.76-91, 2007.

ANDRADE, J.S.; ARAGÃO, C.G.; FERREIRA, S.A.N. Caracterização física e química dos frutos de Araçá-Pêra (*Psidium acutangulum*) D.C. **Acta Amazônica**, v.23, n.2-3, p.213-217,1993.

ANDRADE, R.S.G.; DINIZ, M.C.T.; NEVES, E.A.; NÓBREGA, J.A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclectica Química**, v.27, n.especial, p.1-8, 2002.

AOAC INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 18<sup>th</sup> ed., Gaithersburg: AOAC International, 2005.

AROUCHA, E.M.M.; LINHARES, P.C.F.; RODRIGUES, G.S.O.; SOUZA, A.E.; QUEIROZ, R.F. Características químicas de frutos da quixabeira. **Revista Verde**, v.5, n.2, p. 05-08, 2010.

AUGUSTA, I.M.; RESENDE, J.M.; BORGES, S.V.; MAIA, M.C.A.; COUTO, M.A.P.G. Caracterização física e química da casca e polpa de jambo vermelho (*Syzygium malaccensis*, (L.) Merryl & Perry). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.4, p.928-932, 2010.

BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 2004. 443p.

BELTRÃO, A.E.S.; TOMAS, A.C.A.; BELTRÃO, F.A.S.; MARINHO, P. In vitro biomass productin of *Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult). **Revista Brasileira Farmacognosia**, v.18, p.696-698, 2008.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. **Análises químicas e bioquímicas em plantas**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária da UFRPE, 2011. 267 p.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2 ed. São Paulo, 2003.

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

ELIAS, N.F.; BERBET, P.A.; MOLINA, M.A.B.; VIANA, A.P.; DIONELLO, R.G.; QUEIROZ, V.A.V. Avaliação nutricional e sensorial de caqui cv. Fuyu submetido à desidratação osmótica e secagem por convecção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.2, p.322-328, 2008.

FERRARI, C.C.; RIBEIRO, C.P.; AGUIRRE, J.M. Secagem por atomização de polpa de amora-preta usando maltodextrina como agente carreador. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.15, n.2, p.157-165, 2012.

FILIPOY, A. 1994. Medicinal plant of the Pilage of Central Chaco. **Journal of Ethnopharmacology**, v.44, p.181-193, 1994.

GALISA, M.S.; ESPERANÇA, L.M.B.; SÁ, N.G. **Nutrição-conceitos e aplicações**. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda, 2008. 258p.

GARRIDO, M.S.; SOARES, A.C.F.; SOUZA, C.S.; CALAFANTE, P.L.P. Características física e química de frutos de quixaba (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.). **Revista Caatinga**, v.20, n.4, p.34-37, 2007.

GIUSTI, M.M.; WROLSTAD, R.E. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In: WROLSTAD, R.E. (Ed.). **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2001, p. FI 2.1-2.13.

GORGATTI NETTO, A. **Uva para exportação**: procedimentos de colheita pós colheita. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993. 40 p. (Série publicações técnicas FRUPEX; 2)

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

HAJILOU, J.; FAKHIMREZAEI, S. Evaluation of fruit physicochemical properties in some peach cultivars. **Research in Plant Biology**, v.1, n.5, p.16-21, 2011.

HIRSCH, G.E.; FACCO, M.P.; RODRIGUES, D.B.; VIZZOTTO, M.; EMANUELLI, T. Caracterização físico-química de variedades de amora-preta da região sul do Brasil. **Ciência Rural**, v.42, n.5, p.942-947, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=251610> acesso em 26 de agosto de 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v.1, 1.ed.Online. São Paulo: IAL, 2008.

JACQUES, A.C.; PERTUZATTI, P.B.; BARCIA, M.T.; ZAMBIAZI, R.C. Compostos bioativos em pequenas frutas cultivadas na região sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12, n.2, p.123-127, 2009.

KOBLTZ, M.G.B. **Bioquímica de alimentos: teoria e aplicações práticas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 242p.

KUERA, N.Y.M.; LOPEZ, J.A.; LITTLE JÚNIOR, E.L.; RITZ, G.F.; ROMBOLD, J.S.; HAHN, W.J. **Arboles comues del Paraguay**. Asunción: Universidad Nacional de Asunción/Facultad de Ciencias Agrarias, 2002. 458p.

LIMA, V.L.A.G.; MELO, E.A.; LIMA, D.E.S. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.447-450, 2002a.

LIMA, E.D.P.A.; LIMA, C.A.A.; ALDRIGUE, M.L.; GONDIM, P.J.S. **Umbu-cajá (*Spondias spp.*) aspectos de pós-colheita e processamento**. João Pessoa: Ed Universitária/Ideia, 2002b. 57p.

LIRA JÚNIOR, J.S.; BEZERRA, J.E.F; LEDERMAN, I.E.; MOURA, R.J.M. Produção e características físico-químicas de clones de cirigueleira na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.43-48, 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativos do Brasil**. 2 editora Nova Odessa: Instituto Plantarum, SP, 1998. 32p.

MACHEIX, J.J.; FLEURIET, A.; BILLOT, J. **Fruits Phenolics**. Boca Raton: CRC Press, 1990.

MARCHIORI, J.N.C. **Dendrologia das Angiospermas: das bixáceas às rosáceas**. Santa Maria: Editora UFSM, 2000. 240p.

MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; MARTIN, J. **Manga: da cultura ao processamento e comercialização**. São Paulo: ITAL, 1981. 399p. (Série frutas tropicais, 8).

MELO, E.A.; ANDRADE, R.A.M.S. Compostos bioativos e potencial antioxidante de frutos do umbuzeiro. **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.3, p.453-457, 2010.

NASCIMENTO, V.T.; MOURA, N.P.; VASCONCELOS, M.A.S.; MACIEL, M.I.S.; ALBUQUERQUE, U.P. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region of northeastern Brazil. **Food Research International**, v.44, n.7, p.2112-2119, 2011.

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

RODRIGUES, E.; POERNER, N.; ROCKENBACH, I.I.; GONZAGA, L.V.; MENDES, C.R.; FETT, R. Phenolic compounds and antioxidant activity of blueberry cultivars grown in Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.4, p.911-917, 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A Guide to Carotenoids Analysis in Foods**. Washington DC: ILSI Press, 1999. 64p.

RODRIGUES-AMAYA, D.B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Coradin, Lidio; Pombo, Vivian Beck, Org. Brasília: MMA/SBF, 2008. 100 p.

RODRIGUEZ-SAONA, L.E.; WROLSTAD, R.E. Extraction, isolation, and purification of anthocyanins. In: WROLSTAD, R.E. (Ed.). **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2001, p. FI 1.1-1.11.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, p. 996–1002, 2010.

SCHMEDA-HIRSCHMANN, G.; FERESIN, G.; TAPIA, A.; HILGERT, N.; THEODULOZ, C. Proximate composition and free radical scavenging activity of edible fruits from the Argentinian Yungas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.85, p.1357-1364, 2005.

SILVA, G.M.C.; MARTINS, P.L.; SILVA, H.; FREITAS, K.K.C. Estudo autoecológico de *Bumelia sertorium* (quixabeira) - espécie ameaçada de extinção no ecossistema caatinga. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.4, n.1, p.1-11, 2004.

SILVA, K. B. **Tecnologia de sementes de quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.]**. 2011. 115 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Federal da Paraíba, Areia- PB, 2011.

SILVA, K.B.; ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; MATOS, V.P. Caracterização morfológica de frutos, sementes e germinação de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. e Schult.) Penn. (Sapotaceae). **Revista Árvore**, v.36, n.1, p.59-64, 2012.



SOUSA, E.P.; FIGUEIRÊDO, R.M.F.; QUEIROZ, A.J.M.; SILVA, L.M.M.; SOUSA, F.C. Caracterização físico-química da polpa de sapoti oriunda do estado do Ceará. **Revista Verde**, v.7, n.1, p.45-48, 2012.

VALLILO, M.I.; GARBELOTTI, M.L.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L.C.A. Características físicas e químicas dos frutos de cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.2, p.241-244, 2005.

VIEIRA NETO, R D. (Ed.) **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros/ Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe – Emdagro, 2002. 216p.

## **ARTIGO II: COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE EM FRUTO DA QUIXABEIRA**

### **RESUMO**

O consumo de frutas está relacionado a promoção de efeitos benéficos à saúde humana uma vez que apresentam em sua composição compostos bioativos. Considerando que os polifenóis integram o grupo de fitoquímicos com propriedade antioxidante presentes em vegetais, este trabalho teve como objetivo determinar o teor de fenólicos e a capacidade antioxidante de frutos de quixaba provenientes do município de Soledade-PB. Para extração de fenólicos totais e flavonoides totais empregou-se acetona, etanol e metanol nas concentrações de 80 e 100%, e os extratos obtidos foram submetidos à quantificação destes fitoquímicos por métodos espectrofotométricos e aos ensaios da capacidade de sequestrar os radicais DPPH<sup>•</sup> e ABTS<sup>•+</sup>. A maior concentração de fenólicos totais foi conseguida com uso de solventes orgânicos aquosos (acetona 80%), enquanto que os solventes orgânicos puros foram mais eficazes para a extração de flavonoides totais, com destaque para a acetona 100%. Os extratos exibiram ação antioxidante frente aos radicais DPPH<sup>•</sup> e ABTS<sup>•+</sup>, no entanto, os extratos hidroacetônico e o hidrometanólico exibiram, respectivamente, maior capacidade de sequestro do radical DPPH<sup>•</sup> e do radical ABTS<sup>•+</sup>. Os frutos de quixaba por apresentar teor de fenólicos e ação antioxidante relevante podem ser considerados como fonte interessante de antioxidantes naturais. No entanto, estudos adicionais são necessários para testar sua ação antioxidante em outras condições experimentais.

**Palavras-Chave:** Atividade antioxidante, polifenóis, flavonoides

## **ABSTRACT**

The consumption of fruits is related to promotion beneficial effects on human health because they have bioactive compounds in their composition. Since that the polyphenols are phytochemicals with antioxidant properties present in fruits and vegetables, the aim of this research was quantify phenolics compounds content and verify the antioxidant activity of quixaba fruits from the city of Solidade-PB. To obtain total phenolics and total flavonoid extracts, organic solvents like acetone, ethanol and methanol in concentrations of 80 and 100% were used. These extracts were used to quantify these phytochemicals by spectrophotometric methods and to test the ability to scavenging radicals DPPH<sup>•</sup> and ABTS<sup>•+</sup>. The higher concentration of total phenolics was achieved using aqueous organic solvents (acetone 80%) meanwhile the pure organic solvents were more effective for the extraction of total flavonoids, especially the 100% acetone. The extracts showed antioxidant activity against radicals DPPH<sup>•</sup> and ABTS<sup>•+</sup>. However, the hydroacetic and hydromethanolic extracts exhibited respectively, the higher sequestration capacity of radicals DPPH<sup>•</sup> and ABTS<sup>•+</sup>. The quixaba fruits have phenolic compounds and antioxidant activity that can be considering interesting source of natural antioxidants. However, additional studies are needed to test their antioxidant action in other experimental conditions.

**Keywords:** antioxidante activity; polyphenols; flavonoid

## INTRODUÇÃO

A quixaba, também denominada de sapotiaba, rompe-gibão, entre outros, é nativa do semiárido nordestino e pertence à família Sapotaceae, gênero *Sideroxylon*. Apresenta grande importância pelo uso na medicina popular, uma vez que a casca de seu tronco exibe propriedades adstringente, tônica, antidiabética e cicatrizante (AROUCHA et al., 2010; GARRIDO et al., 2007; SILVA et al., 2004).

Evidências epidemiológicas têm demonstrado que o consumo regular de frutas está associado à redução da mortalidade e morbidade por algumas doenças crônicas não transmissíveis. Compostos fitoquímicos com ação antioxidante presentes nas frutas, como por exemplo, os polifenóis, têm apresentado efeito protetor nestes alimentos, contra doenças crônico-degenerativas (BRAVO, 1998; MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000; KAUR; KAPOOR, 2002; ROESLER et al., 2007)

Os compostos fenólicos compõem a grande classe dos fitoquímicos alimentares, com mais de 800 estruturas conhecidas, classificados em dois grupos, flavonoides e não flavonoides. Todos os flavonoides possuem estrutura básica ( $C_6-C_3-C_6$ ), contendo dois anéis benzênicos (A e B) ligados ao anel heterocíclico pirano (C). A variação no anel C é a base da classificação dos flavonoides como: flavonóis, flavonas, flavanóis, isoflavonas, flavanonas e antocianinas (ARAÚJO, 2011).

Fatores ambientais relacionado ao tipo de solo, exposição ao sol e frequência de chuva e/ou práticas agrônômicas como cultivo em estufas, cultivo hidropônico, número de fruta/árvore etc., exercem efeito sobre a concentração de substâncias fenólicas no alimento. Entretanto, a eficácia da ação antioxidante depende da estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento (ARAÚJO, 2011; MELO et al., 2008).

Os antioxidantes são agentes que restringem os efeitos maléficos das reações de oxidação. Os componentes celulares não são protegidos totalmente por antioxidantes endógenos, e é bem estabelecido que antioxidantes obtidos da dieta sejam indispensáveis para a defesa apropriada contra a oxidação e,

portanto, têm importante papel na manutenção da saúde (CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007). Porém, o desbalanço entre os sistemas antioxidantes e a produção de compostos oxidativos (*espécies reativas de oxigênio*, EROs) denominado de estresse oxidativo, torna o mecanismo de defesa ineficaz, podendo causar danos e morte celular (LAGUERRE; LECOMTE; VILLENEUVE, 2007).

A avaliação e determinação de polifenóis totais em frutas e hortaliças produzidas e consumidas no Brasil são essenciais para avaliar os alimentos-fonte de compostos bioativos e estimar sua ingestão pela população (FALLER; FIALHO, 2009). Assim, considerando a escassez de dados científicos, especialmente no que concerne ao potencial antioxidante da quixaba, essa pesquisa teve como objetivo determinar o teor de fenólicos e capacidade antioxidante de frutos de quixaba provenientes do município de Soledade-PB.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **MATERIAL**

Os frutos utilizados neste estudo foram provenientes do sítio Barrocas, localizado no município de Soledade, região do semiárido da Paraíba.

O município de Soledade está situado a 186 km da capital João Pessoa, na microrregião do Curimataú Ocidental, tendo como coordenadas geográficas 7° 03' 30" de latitude Sul e 36° 21' 47" de longitude Oeste. Limita ao Norte com o Município de São Vicente do Seridó, ao Leste com os Municípios de Olivedos e Pocinhos, ao Oeste com o Município de Juazeirinho e ao Sul com os Municípios de Gurjão e Boa Vista, apresentando uma extensão territorial de 560 km<sup>2</sup>. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano 2011 sua população era estimada em 13.739 habitantes.

Os frutos foram coletados manualmente, no estágio de maturação maduro, no mês de março durante a safra de 2012, acondicionados em sacos de polietileno, armazenados sob refrigeração e posteriormente transportados para o Laboratório de Análise Físico-Química de Alimentos do Departamento de Ciências Domésticas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde os experimentos foram realizados.

### **MÉTODOS**

#### **Frutos**

Os frutos maduros foram lavados em água corrente e secos. Após a remoção das sementes com auxílio de uma faca de aço inoxidável, as cascas juntamente com a polpa foram homogeneizadas em liquidificador doméstico. Em seguida, as polpas foram acondicionadas em potes plásticos com capacidade de

cerca de 30 gramas cada, e armazenadas em freezer doméstico ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) para posterior determinação das análises químicas.

### **OBTENÇÃO DOS EXTRATOS**

Os extratos foram obtidos utilizando 2g de polpa de quixaba e 30mL de solvente que permaneceram sob agitação constante por meio de um agitador orbital Shaker durante 30 min a 180 rpm em ausência de luz, à temperatura ambiente ( $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ). Em seguida, os extratos foram centrifugados a 4.000 rpm por 20 minutos e filtrados, sendo esse processo repetido por mais duas vezes. Os extratos obtidos foram combinados e o volume final aferido para 100 mL com o solvente extrator. Os solventes utilizados para obtenção dos extratos foram: acetona 100% e a 80%, metanol 100% e a 80% e etanol 100% e a 80%. Os solventes em solução aquosa (80%) foram acidificados com 0,1% HCl (v/v).

Os extratos obtidos foram acondicionados em vidro âmbar e mantidos sob congelamento ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) até o momento das análises. Todo processo de extração foi efetuado em triplicata.

### **DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS**

O teor de fenólicos totais dos extratos foi determinado, por método espectrofotométrico, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu (Merk) tendo o ácido gálico como padrão de referência (WETTASINGHE; SHAHIDI, 1999). Este método envolve a redução do reagente pelos compostos fenólicos com formação de um complexo azul e a absorbância foi determinada a 725nm. Os resultados foram expressos em mg de fenólicos totais em equivalente de ácido gálico (EAG) por 100g de polpa.



## **FLAVONOIDES TOTAIS**

A quantificação dos flavonoides totais foi efetuada por espectrofotometria, segundo método descrito por Dewanto et al., (2002). A absorbância foi registrada a 510nm. Os resultados expressos em mg de flavonoides totais em equivalente de catequina por 100g de polpa.

## **DETERMINAÇÃO DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

### **Método DPPH<sup>•</sup> (1,1-difenil-2-picrilhidrazil)**

Os extratos obtidos foram utilizados para avaliar a capacidade de sequestrar o radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH<sup>•</sup>), de acordo com o método descrito por Brand-Williams, Cuvelier, Berset (1995), com modificações. Alíquotas de 0,2 mL de cada extrato foram transferidas para tubos de ensaio contendo 3,8 mL de solução de DPPH<sup>•</sup> em metanol (0,1 mM). Após leve agitação, os tubos foram deixados ao abrigo da luz à temperatura ambiente (25 ± 1°C) e ao final de 15, 30, 45, e 60 minutos a absorbância foi registrada a 515nm em espectrofotômetro (Shimadzu UV-1650PC). Metanol foi utilizado para zerar o espectrofotômetro e uma solução, contendo 0,2 mL de metanol e 3,8 mL de DPPH<sup>•</sup>, foi utilizada como branco.

Os resultados foram calculados pela Equação 1 e expressos como percentual de sequestro de radical livre (MILIAUSKAS; VENSKUTONIS; van BEEK, 2004):

Equação 1:

$$\% \text{ de sequestro de radical livre} = [(A_B - A_A)/A_B] \times 100$$

onde:

$A_B$  = absorção do branco (t = 0 min);

$A_A$  = absorção dos extratos

(t = diferentes intervalos de tempo)

### **Método ABTS<sup>•+</sup> (2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico)**

A capacidade de sequestrar o radical 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico) (ABTS<sup>•+</sup>) foi determinada segundo o método descrito por Re et al. (1999). O radical ABTS<sup>•+</sup> foi gerado a partir da reação da solução aquosa de ABTS<sup>•+</sup> (7 µMol) com 2,45 mM de persulfato de potássio. Esta solução foi mantida ao abrigo da luz, em temperatura ambiente por 16h. Em seguida, foi diluída em etanol até obter uma medida de absorvância de  $0,7 \pm 0,05$ , em comprimento de onda de 734 nm.

Os extratos com diferentes concentrações de fenólicos totais foram adicionadas a solução do ABTS<sup>•+</sup>, atingindo concentração final de 14,70 e 140 mg L<sup>-1</sup>, e a absorvância medida, após 6 minutos, em espectrofotômetro (Shimadzu UV-1650PC). A capacidade antioxidante da amostra foi calculada em relação à atividade do antioxidante sintético Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico), nas mesmas condições, e os resultados foram expressos em atividade antioxidante equivalente ao Trolox (mmol TEAC g<sup>-1</sup> do fruto).

### **TRATAMENTO ESTATÍSTICO**

Todas as determinações foram realizadas em triplicata e as médias dos valores encontrados foram submetidas à Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico "Statistica" (versão 6.0, StatSoft, Inc., Tulsa, USA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de compostos fenólicos presentes nos extratos analisados variaram entre 551,97 mg EAG 100g<sup>-1</sup> de polpa (acetona 100%) e 827,67 mg EAG 100g<sup>-1</sup> de polpa (acetona 80%) (Tabela 1). Kaur; Kapoor (2002) consideram vegetais com elevado teor de fenólicos aqueles que apresentaram valores acima de 200mg de catecol 100g<sup>-1</sup>. Desta forma, os frutos da quixaba integram o grupo de vegetais ricos nestes fitoquímicos.

**Tabela 1: Teores de fenólicos totais e flavonoides totais em extratos obtidos do fruto de quixaba safra 2012 em diferentes sistemas de solventes**

Extratos	Teor de fenólicos totais (mg EAG100g <sup>-1</sup> )*	Teor de flavonoides totais (mg 100g <sup>-1</sup> )**
Acetona 100%	551,97 <sup>b</sup>	78,62 <sup>a</sup>
Etanol 100%	737,27 <sup>a</sup>	62,22 <sup>ab</sup>
Metanol 100%	676,63 <sup>ab</sup>	55,27 <sup>abc</sup>
Acetona 80%	827,67 <sup>a</sup>	34,90 <sup>cd</sup>
Etanol 80%	821,27 <sup>a</sup>	44,11 <sup>bc</sup>
Metanol 80%	780,90 <sup>a</sup>	12,33 <sup>d</sup>

Base em peso fresco, \* EAG: equivalente em ácido gálico, \*\*Equivalente de catequina (EC). Os valores apresentados referem-se à média aritmética de três determinações.

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Em assentamentos rurais dos Yungas, no noroeste da Argentina, Schmeda-Hirschmann et al. (2005) desenvolveram um estudo com vários frutos silvestres, entre eles a quixaba. Devido à dificuldade de transporte dos frutos maduros para os assentamentos urbanos, esses autores processaram os frutos para obter

conservas ou doces e determinaram nestes produtos vários parâmetros químicos. Em conserva de quixaba, obtida com a proporção 2:3 de fruto e açúcar foi encontrado um teor de fenólicos de 471 mg EAG 100g<sup>-1</sup>, demonstrando que produtos de quixaba detêm quantidade relevante destes fitoquímicos.

Para a extração dos compostos fenólicos, evidencia-se que, dos solventes utilizados, a acetona 80% foi mais eficiente tendo em vista que extraiu maior teor de fenólicos totais, contudo, não diferiu estatisticamente dos demais solventes, exceto da acetona pura (100%) (Tabela 1). Outras pesquisas também demonstraram que a acetona em solução aquosa é mais efetiva na extração de compostos fenólicos. Rocha et al. (2011) com o objetivo de avaliar a eficiência do solvente extrator (acetona a 70 %, etanol a 95 % e metanol 100%) de fenólicos totais em diferentes espécies de frutas nativas do cerrado concluíram que para a maioria das frutas analisadas, a acetona a 70 % apresentou melhor eficiência de extração.

Rockenbach et al. (2008a) ao avaliar o conteúdo total de fenólicos do extrato de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) de duas variedades, Tannat e Ancelota, utilizando como solventes extratores, as soluções aquosas: etanol e acetona a 0; 30; 50; 70 e 100% (v/v), acidificados com HCl a 0,1% relataram que os compostos fenólicos totais foram mais bem extraídos em solvente acetona (50 e 70%). Resultado semelhante ao encontrado nesse estudo também foi relatado por Soares et al. (2008) para a extração de fenólicos totais do bagaço de maçã da cv. Gala. Dentre os diferentes solventes utilizados, a acetona apresentou maior eficiência de extração, com destaque para a acetona nas concentrações de 75 e 100% (v/v) que extraiu maior quantidade de compostos fenólicos (467,24 mg EAG 100g<sup>-1</sup> e 522,74 EAG 100g<sup>-1</sup>, base seca).

O emprego de solventes alcoólicos, independente da concentração usada, não influencia de modo significativo a quantidade de compostos fenólicos extraída (Tabela 1). Caetano et al. (2009), também constataram não haver diferença estatisticamente significativa no teor de fenólicos totais em extratos hidrometanólico e hidroetanólico de resíduo agroindustrial de acerola, obtidos por três ciclos de extração sequencial.

Os teores de fenólicos totais em extratos de quixaba foram mais elevados do que os relatados por Melo et al. (2006) ao avaliar a concentração de alguns fitoquímicos bioativos em quinze frutas e quinze hortaliças usualmente consumidas em Recife-PE. Os mais altos níveis de fenólicos totais, quantificados em extrato metanólico 80%, foram encontrados em couve, caju e repolho roxo (348,31; 295,25 e 213,19 mg catequina 100g<sup>-1</sup>, respectivamente). Teores ainda mais baixos foram relatados por Moreira et al. (2012) para fenólicos totais de quatro genótipos de caja-umbu (110,61 a 188,86 mg EAG 100g<sup>-1</sup> de polpa) utilizando esse mesmo solvente extrator.

Os vegetais apresentam, em sua composição, vários compostos com ação antioxidante, a exemplo do ácido ascórbico, carotenoides e polifenóis. Para que sejam considerados antioxidantes é necessário que em baixas concentrações sejam capazes de impedir, retardar ou prevenir a oxidação do substrato (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

Os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos. As várias classes destes fitoquímicos por apresentarem estrutura química diversificada possuem, como característica peculiar, solubilidade diferenciada em função de sua polaridade, justificando a inexistência de um procedimento universal de extração. Em função da grande diversidade química existente entre os polifenóis, vários procedimentos de extração têm sido desenvolvidos. Soluções aquosas, de etanol, metanol e acetona, entre outras, são frequentemente usadas, em diferentes concentrações, e sua eficácia dependerá da polaridade dos polifenóis presentes na amostra, bem como do grau de polimerização e da interação com outros constituintes (NACZK; SHAHIDI, 2004).

Os flavonoides constituem uma classe de compostos fenólicos amplamente distribuídos nos vegetais. Estes fitoquímicos também fazem parte da constituição química dos frutos de quixaba, cujo teor variou de 12,33 mg CE 100g<sup>-1</sup> (metanol 80%) a 78,62 mg CE 100g<sup>-1</sup> (acetona 100%) (Tabela 1). A análise dos dados permite constatar que os extratos obtidos com solventes puros (100%) apresentaram teores mais elevados deste fitoquímico, sem, contudo, diferir estatisticamente entre eles.

Dentre extratos os hidroalcoólicos e hidroacetônico, apenas o hidrometanólico, com menor teor de flavonoides totais, apresentou diferença estatística quando comparado com os demais extratos, porém, não diferindo do extrato hidroacetônico. Sultana, Anwar e Ashraf (2009), no entanto, evidenciaram que os solventes hidroalcoólicos (metanol 80% e etanol 80%), em geral, são mais eficientes em extrair flavonoides totais de plantas medicinais do que os solventes puros (metanol e etanol a 100%).

Diferentes frutas apresentam diferentes teores de flavonoides. Amora preta, da cultivar Tupy, proveniente do CEASA de Campinas-SP apresentou um teor de 173,7 mg CE 100g<sup>-1</sup> (FERREIRA; ROSSO; MERCADANTE, 2010). Barreto et al. (2009) ao avaliarem os compostos bioativos em diferentes frutos tropicais de diferentes regiões do Brasil, utilizando metanol 80% como solvente extrator, encontraram uma ampla variação no teor de flavonoides, com valores de 14,4 mg CE 100g<sup>-1</sup> (physalis) a 741,2 mg CE 100g<sup>-1</sup> (pequiá). Em 20 frutas da Bulgária, Marinova; Ribarova; Atanassova (2005) avaliaram o teor de flavonoides e também detectaram uma variação sendo o mais baixo teor de flavonoides encontrado em pêssigo (15,0 mg CE 100g<sup>-1</sup>) e o mais alto em mirtilo (190,3 mg CE 100g<sup>-1</sup>).

Os flavonoides são compostos fenólicos com propriedade antioxidante que atuam, interrompendo a cadeia da reação de oxidação, através da doação de elétrons ou de hidrogênio aos radicais livres, convertendo-os em produtos termodinamicamente estáveis ou quelando metais (GONZALO; ALONSO, 2002).

Os métodos para avaliação da atividade antioxidante propostos na literatura são diversos, porém alguns são mais apropriados que outros, dependendo da natureza dos compostos presentes na constituição de cada fruta. A capacidade antioxidante pode ser expressa por meio de vários testes *in vitro*, como a utilização do radical ABTS<sup>•+</sup> (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-ácido sulfônico) e do radical DPPH<sup>•</sup> (1,1-difenil-2-picrilhidrazil).

O modelo de captura do radical estável DPPH<sup>•</sup> é um método amplamente usado para avaliar atividade antioxidante de compostos naturais em um tempo relativamente curto quando comparado com outros métodos. O efeito do antioxidante sobre o radical DPPH<sup>•</sup> capturado deve-se a sua habilidade de doar

hidrogênio para tornar-se uma molécula estável (PIAO et al., 2004). A capacidade antioxidante equivalente ao trolox (TEAC) é um ensaio baseado na capacidade do antioxidante de capturar o radical ABTS<sup>•+</sup> por reação de transferência de elétron e/ou de hidrogênio (CRAFT et al., 2012). Segundo estes autores, assim como acontece no ensaio do DPPH, a interação com o meio, o tamanho, a polaridade e a acidez do grupo hidroxil do fenólico vai determinar se o mecanismo predominante será o de transferência de hidrogênio ou de elétron.

O radical ABTS<sup>•+</sup>, gerado por meio da reação do ABTS com o persulfato de potássio, na presença de um antioxidante, é reduzido a ABTS com conseqüente perda de coloração do meio reacional. O grau deste descolorimento é usado para avaliar a atividade oxidante de compostos de natureza hidrofílica e lipofílica (SUCUPIRA, 2012; ARAÚJO, 2011). Este ensaio é considerado de alta sensibilidade, rápido, prático e muito estável (ARNAO, 2000). No entanto, os valores de atividade antioxidante podem depender do tempo escolhido para tomar medidas. De acordo com Re et al. (1999), o tempo do ensaio de 4 minutos é o mais adequado. No entanto, Sellappan et al. (2002) sugeriram um tempo de 6 minutos para medir a absorvância de soluções padrão e de 7 minutos para os compostos puros, extratos de plantas ou alimentos.

A capacidade de sequestrar o radical DPPH<sup>•</sup> dos extratos obtidos de polpa de quixaba encontra-se apresentada na Tabela 2. Evidencia-se que os maiores percentuais de sequestro ( $p < 0,05$ ), em todos os tempos de reação avaliados, foram àqueles exibidos pelos extratos obtidos com os solventes aquosos. Sarwar et al. (2012), também, constataram que a capacidade de sequestrar DPPH<sup>•</sup> é afetada pelos solventes. Esses autores relataram que os extratos aquosos de metanol e etanol, de cascas de amêndoas, apresentaram maior percentual de sequestro quando comparados com os respectivos extratos obtidos com solvente puros.

Caetano et al. (2009) relataram em extratos de resíduo agroindustrial de acerola, obtido por três ciclos de extração sequencial, que o extrato hidroetanólico, independente da concentração e da temperatura de obtenção do extrato, exibiu a maior capacidade de sequestro do radical DPPH<sup>•</sup>. Ruela et al. (2011) estudando a

capacidade de sequestrar o radical DPPH<sup>\*</sup> em extratos obtidos da casca do tronco de árvores de quixabeira coletada na cidade de Cabrobó-PE, relataram que dentre quatro extratos testados, o metanólico apresentou a segunda maior atividade antioxidante.

Embora o percentual de sequestro do radical DPPH<sup>\*</sup> não tenha diferido estatisticamente com relação ao tempo de reação, os maiores valores foram quantificados em 60min de reação, entretanto, o percentual de sequestro foi inferior a 70%. Extratos de casca e de polpa de alguns frutos (ameixa, laranja, maçã e kiwi), obtidos com acetona 70%, aos 60min de reação, apresentaram valores acima de 85% de sequestro do DPPH<sup>\*</sup>, exceto o da casca e da polpa da laranja cujo extrato apresentou um percentual de sequestro de 51,88 e 59,87% (BERNARDES et al., 2011).

**Tabela 2: Capacidade de sequestro do radical DPPH<sup>\*</sup> (%) pelos extratos de quixaba safra 2012 em diferentes sistemas de solventes**

Extratos	Fenólicos Totais*	Tempo de reação			
		15 mim	30 min	45 min	60 min
Acetona100%	22,08	25,81 <sup>bA</sup>	30,27 <sup>bA</sup>	31,62 <sup>bA</sup>	33,06 <sup>bA</sup>
Etanol 100%	29,49	27,15 <sup>bA</sup>	30,28 <sup>bA</sup>	31,86 <sup>bA</sup>	33,30 <sup>bA</sup>
Metanol 100%	27,06	32,08 <sup>bA</sup>	34,53 <sup>bA</sup>	37,83 <sup>bA</sup>	39,16 <sup>bA</sup>
Acetona 80%	33,11	46,62 <sup>aA</sup>	54,27 <sup>aA</sup>	59,54 <sup>aA</sup>	62,61 <sup>aA</sup>
Etanol 80%	32,85	46,05 <sup>aA</sup>	51,94 <sup>aA</sup>	58,24 <sup>aA</sup>	59,48 <sup>aA</sup>
Metanol 80%	31,24	44,73 <sup>aA</sup>	52,06 <sup>aA</sup>	57,81 <sup>aA</sup>	59,91 <sup>aA</sup>

Base em peso fresco. \*µg EAG/0,2mLextrato (EAG: equivalente em ácido gálico)

Os valores apresentados referem-se à média aritmética de três determinações.

Médias nas colunas seguidas por letras minúsculas iguais e médias nas linhas seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).



Segundo Melo et al. (2008), extratos de frutas que exibiram percentual de sequestro do radical DPPH<sup>\*</sup>, acima de 70%, entre 50 e 70% e abaixo de 50% foram classificados como forte, moderada e fraca capacidade de sequestro, respectivamente. Dessa forma, os percentuais de sequestro dos extratos de quixaba (Tabela 2) podem ser classificados, aos 60 min de reação, como baixa a moderada ação antioxidante. A atuação dos fitoquímicos presentes nos extratos de quixaba frente ao radical foi semelhante a de outros frutos. Extratos (aquoso e metanólico) da polpa de abacaxi, maracujá e tangerina também exibiram fraca capacidade de sequestro do radical DPPH<sup>\*</sup>, e extratos metanólicos de polpas frescas dos frutos de umbu no estágio de maturação maduro e semimaduro, com percentual de sequestro inferior a 50%, também foram considerados com fraca capacidade antioxidante (MELO et al., 2008; MELO; ANDRADE, 2010).

A capacidade antioxidante em equivalente de Trolox (TEAC) dos extratos dos frutos de quixaba, apresentada na Tabela 3, após 6 minutos de reação atingiu valores que variaram de 6,82 a 18,53 mmol TEAC g<sup>-1</sup> do fruto. O extrato hidrometanólico 80% apresentou maior capacidade antioxidante, porém sem diferir de forma significativa do hidroetanólico 80%. A menor ação foi exibida pelo extrato acetônico, obtido com o solvente puro, sem, contudo diferir estatisticamente dos demais extratos com solventes puros (100%). ROCKENBACH et al. (2008a), também fazem referência a maior ação antioxidante dos extratos hidroetanólicos e hidroacetônicos quando comparados com os extratos obtidos com o solvente puro (etanol 100% e acetona 100%). Extratos hidroacetônicos e hidroetanólicos (50 e 70%) de bagaço de uva, variedade Tannat e Ancelota, apresentaram, respectivamente, valor de TEAC de 0,4664 e 0,4762 mmol g<sup>-1</sup>; de 0,4034 e 0,3939 mmol g<sup>-1</sup>; 0,3415 e 0,3981 mmol g<sup>-1</sup> e de 0,4007 e 0,3899 mmol g<sup>-1</sup>, enquanto que para os acetônicos (100%) foram de 0,0482 mmol g<sup>-1</sup> (variedade Tannat) e 0,0172 mmol g<sup>-1</sup> (variedade Ancelota) e 0,2262 mmol g<sup>-1</sup> (variedade Tannat) e de 0,1588 mmol g<sup>-1</sup> (variedade Ancelota) para os extratos etanólicos 100%.

**Tabela 3: Capacidade de extratos de quixaba em sequestrar o radical ABTS<sup>•+</sup>**

Extratos de quixaba	TEAC (mmol trolox g <sup>-1</sup> fruto)*
Acetona (100%)	6,82 ± 1,01 <sup>c</sup>
Etanol (100%)	11,70 ± 1,49 <sup>bc</sup>
Metanol (100%)	7,41 ± 1,88 <sup>c</sup>
Acetona (80%)	13,17 ± 2,90 <sup>b</sup>
Etanol (80%)	14,64 ± 2,19 <sup>ab</sup>
Metanol (80%)	18,53 ± 0,92 <sup>a</sup>

Valores, em peso fresco, expressos como média ± desvio padrão ; TEAC= Atividade antioxidante equivalente ao trolox; Médias nas colunas seguidas por letras iguais não apresentam diferença significativa pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. \*Concentração final de 14,70 e 140 mg L<sup>-1</sup>.

A ação antioxidante dos extratos de quixaba frente ao radical ABTS<sup>•+</sup> foi superior ao do bagaço de maçã cv. Gala (0,000483 mmol g<sup>-1</sup>) relatado por Soares et al. (2008); a de algumas frutas tropicais não tradicionais do Brasil, como jaboticaba (0,037 mmol g<sup>-1</sup>), jambolão (0,029 mmol g<sup>-1</sup>) e uvaia (0,018 mmol g<sup>-1</sup>) (RUFINO et al., 2009), e a frutos de *Physalis peruviana*, em extrato metanólico, provenientes do Rio Grande do Sul safra 2005/2006 (0,031 mmol g<sup>-1</sup>) (ROCKENBACH et al., 2008b).

## CONCLUSÕES

Nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos, os resultados obtidos permitem inferir que:

- Os frutos de quixaba apresentam quantidade expressiva de compostos fenólicos totais. Estes fitoquímicos foram eficientemente extraídos em solventes orgânico-aquosos, com destaque para acetona 80% por extrair maior quantidade destes compostos;
- Os flavonoides que, também, fazem parte da composição química dos frutos de quixaba foram melhor extraídos com solventes orgânicos puros. A acetona mostrou-se mais eficaz na extração destes fitoquímicos;
- Os extratos de quixaba apresentaram ação antioxidante frente aos radicais DPPH<sup>•</sup> e ABTS<sup>•+</sup>, porém com intensidade diversificada. O extrato hidroacetônico exibiu maior capacidade de sequestro do radical DPPH<sup>•</sup>, enquanto que o hidrometanólico apresentou maior capacidade de sequestro do radical ABTS<sup>•+</sup>;
- Os frutos de quixaba por apresentar teor de fenólicos e ação antioxidante relevante podem ser considerados como fonte interessante de antioxidantes naturais. No entanto, estudos adicionais são necessários para testar sua ação antioxidante em outras condições experimentais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 5 ed. Viçosa: editora UFV, 2011. 601p.

ARNAO, M.B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. **Trends in Food Science and Technology**, v.11, n.11, p.419-421, 2000.

AROCHA, E.M.M.; LINHARES, P.C.F.; RODRIGUES, G.S.O.; SOUZA, A.E.; QUEIROZ, R.F. Características químicas de frutos da quixabeira. **Revista Verde**, v.5, n.2, p. 05-08, 2010.

BARREIROS, A.L.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v. 29, n.1, p. 113-123, 2006.

BARRETO, G.P.M.; BENASSI, M.T.; MERCADANTE, A.Z. Bioactive Compounds from Several Tropical Fruits and Correlation by Multivariate Analysis to Free Radical Scavenger Activity. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.20, n. 10, p. 1856-1861, 2009.

BERNARDES, N.R.; TALMA, S.V.; SAMPAIO, S.H.; NUNES, C.R.; ALMEIDA, J.A.R.; OLIVEIRA, D.B. Atividade antioxidante e fenóis totais de frutas de Campos dos Goytacazes RJ. **Perspectivas Online: Biológicas e Saúde**, v.1, n.1, p.53-59, 2011.

BRAND-WILLIAMS W.; CUVELIER M.E.; BERSET C. Use of a free method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, v.28, p.25-30, 1995.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutrition Review**, v.56, n.11, p.317-333, 1998.

CAETANO, A.C.S.; MELO, E.A., LIMA, V.L.A.G.; MACIEL, M.I.S.; ARAÚJO, C.R. Extração de antioxidantes de resíduos agroindustriais de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12, n.2, p.155-160, 2009.

CERQUEIRA, F.M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v.30, n.2, 2007.

CRAFT, B.D; KERRIHARD, A.L.; AMAROWICZ, R.; PEGG, R.B. Phenol – based antioxidants and the in vitro methods used for their assessment. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.11, n.2, p.148-173, 2012.

DEWANTO, V.; WU, X.; DOM, K.K.; LIU, R.H. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.10, p.3010-3014, 2002.

FALLER, A.L.K.; FIALHO, E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. **Revista Saúde Pública**, v.43, n.2, p.211-218, 2009.

FERREIRA, D.S.; ROSSO, V.V.; MERCADANTE, A. Compostos bioativos presentes em amora-preta (*Rubus spp.*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.3, p.664-674, 2010.

GARRIDO, M.S.; SOARES, A.C.F.; SOUZA, C.S.; CALAFANTE, P.L.P. Características física e química de frutos de quixaba (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.). **Revista Caatinga**, v.20, n.4, p.34-37, 2007.

GONZALO, J.C.R.; ALONSO, M.G. Flavonoides en alimentos vegetales: estructura y actividad antioxidante. **Alimentacion, Nutricion y Salud**, v.9, n.2, p.31-38, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- Cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=251610>> Acesso em 26 de agosto de 2012.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p.153-161, 2002.

LAGUERRE, M.; LECOMTE, J., VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. **Review Progress in Lipid Research**, v.46, p.244-282, 2007.

MARINOVA, D.; RIBAROVA, F.; ATANASSOVA, M. Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruits and vegetables. **Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy**, v. 40, n. 3, p.255-260, 2005.

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M.J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archives Latinoamericano de Nutrición**, v.50, n.1, p.5-18, 2000.

MELO, E.A.; ANDRADE, R.A.M.S. Compostos bioativos e potencial antioxidante de frutos do umbuzeiro. **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.3, p.453-457, 2010.

MELO, E.A.; LIMA, V.L.A.G.; MACIEL, M.I.S.; CAETANO, A.C.S.; LEAL, F.L.L. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.9, n.2, p.89-94, 2006.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 2, p.193-201, 2008.

MILIAUSKAS G.; VENSKUTONIS P.R.; van BEEK, T.A. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. **Food Chemistry**, v.85, p.231-237, 2004.

MOREIRA, A.C.C.G.; NASCIMENTO, J.D.M.; ANDRADE, R.A.M.S.; MACIEL, M.I.S.; MELO, E.A. Fitoquímicos bioativos em cajá-umbu. **Alimentos e Nutrição**, v.23, n.2, p.235-241, 2012.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, v.1054, n.1-2, p.95-111, 2004.

PIAO, X.L., PARK, I.H., BAEK, S.H., KIM, H.Y., PARK, M.K., PARK, J.H. Antioxidative activity of furocoumarins isolated from *Angelicae dahuricae*. **Journal Ethnopharmacology**. v.93,p.241–246, 2004.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v.26, n.9/10, p.1231-1237, 1999.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.4, p.1215-1221, 2011.

ROCKENBACH, I.I.; RODRIGUES, E.; CATANEO, C.; GONZAGA, L.V.; LIMA, A.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.3, p. 271-276, 2008.(b)

ROCKENBACH, I.I.; SILVA, G.L.; RODRIGUES, E.; KUSKOSKI, E.M.; FETT, R. Influência no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) variedades Tannat e Ancelota. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.238-244, 2008.(a)

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

RUELA, H.S.; LEAL, I.C.R.; ALMEIDA, M.R.A.; SANTOS, K.R.N.; WESSJOHANN, L.A.; KUSTER, R.M. Antibacterial and antioxidante activities and acute toxicity of *Brumelia sartorum*, a Brazilian medicinal plant. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.21, n.1, p.86-91, 2011.

RUFINO, M.S.M.; FERNANDES, F.A.N.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S. Free radical-scavenging behavior of some north-east Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v.114, n.2, p.693-695, 2009.

SARWAR ,S.; ANWAR,F.; RAZIQ , S.; NADEEM, M.; ZREEN, Z.; CECIL, F. Antioxidant characteristics of different solvent extracts from almond (*Prunus dulcis* L.) Shell. **Journal of Medicinal Plants Research**, v.6, n.17, p. 3311-3316, 2012.



SCHMEDA-HIRSCHMANN, G.; FERESIN, G.; TAPIA, A.; HILGERT, N.; THEODULOZ, C. Proximate composition and free radical scavenging activity of edible fruits from the Argentinian Yungas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.85, p.1357-1364, 2005.

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

SILVA, G.M.C.; MARTINS, P.L.; SILVA, H.; FREITAS, K.K.C. Estudo autoecológico de *Bumelia sertorium* (quixabeira) - espécie ameaçada de extinção no ecossistema caatinga. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.4, n.1, p.1-11, 2004.

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

SUCUPIRA, N.R.; SILVA, A.B.; PEREIRA, G.; COSTA, J.N. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v.14, n.4, p.263-269, 2012.

SULTANA, B.; ANWAR, F.; ASHRAF, M. Effect of extraction solvent/technique on the antioxidant activity of selected medicinal plant extracts. **Molecules**, v.14, p.2167-2180, 2009.

WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, p.1801-1812, 1999.