



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
ALIMENTOS**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
EM MASSA DA GRAVIOLA (*Annona muricata* L.)**

MARIA OLÍMPIA BATISTA DE MORAES

ITAPETINGA-BA

2013

MARIA OLÍMPIA BATISTA DE MORAES

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
EM MASSA DA GRAVIOLA (*Annona muricata* L.)**

Dissertação apresentada a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, área de concentração em Engenharia de Processos de Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. D.Sc. Abel Rebouças São José

ITAPETINGA – BA

2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Senhor Jesus por toda graça que recebi desde quando surgiu a vontade de tentar a seleção do mestrado em Engenharia de Alimentos da UESB. Obrigada, meu Deus, por toda bênção!

Aos meus pais maravilhosos, Paulo Cezar Silva de Moraes e Gildete Batista de Moraes, a quem tenho amor incondicional, os anjos que Deus me presenteou aqui na Terra, sempre me apoiando em tudo e doando-se ao máximo para que eu alcance os meus sonhos e seja vitoriosa!

Aos meus irmãos amados, Paula Batista de Moraes e Cezar Vinícius Batista de Moraes, que sempre estão comigo, que amo incondicionalmente, meus companheiros de viagem, nas alegrias e dificuldades.

Às minhas amadas tias, Nilza Ribeiro da Silva, Evonilde Ribeiro da Silva e Gelza da Silva Rebouças por todo carinho e por vibrarem sempre por cada conquista minha.

Ao meu namorado Milton d'Almeida Ferreira Neto pelo apoio e carinho durante grande parte dessa longa jornada.

À minha cunhada Priscila d'Almeida Ferreira por todo auxílio e força para que eu fizesse a seleção, acreditando na minha vitória.

À minha família e amigos pelo amor dedicado a mim sempre.

Ao meu orientador, professor Abel Rebouças São José, pelo direcionamento em todos os momentos, com simplicidade, dedicação, competência e amizade, por ser responsável pelo meu crescimento como profissional e ter me proporcionado a oportunidade de despertar para a área de pesquisa com grande estima.

À professora Tiyoko Nair Hojo Rebouças, pela orientação, competência e amizade;

Ao professor Marcondes Viana da Silva, pelos conhecimentos transmitidos no decorrer do trabalho;

À Coordenação do Colegiado do Mestrado em Engenharia de Alimentos, na pessoa da professora Sibeles Passini;

À minha querida amiga Viviane Moreira, cuja amizade foi um presente de Deus, quem sempre me auxiliou nas atividades do mestrado e esteve ao meu lado em todas as etapas vencidas;

Aos amigos que conquistei na Biofábrica - UESB- Vitória da Conquista - BA, em especial Jailson Silva, Jonh Porto, Cintia Sousa e Marinês Bonfim, que me auxiliaram sempre que necessitei;

À querida Ellen Toews Doll Hojo pela orientação e auxílio;

À Girlana Amorim pela ajuda nas análises no Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos (NECAL);

À Marcos e Renato, coordenadores da COOPAG-Cooperativa Agrícola de Gandu-Bahia, pelo fornecimento dos frutos utilizados neste trabalho;

À todos que não foram citados, mas que contribuíram de alguma forma para a realização desta pesquisa, meu muito obrigada!

RESUMO

MORAES, M.O.B. **Caracterização química e determinação da atividade antioxidante em massa da graviola (*Annona muricata* L.)**. Itapetinga – BA: UESB, 2013. 62p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)*

Diante da importância comercial que a graviola (*Annona muricata* L.) vem adquirindo ao longo dos anos no Brasil e, especialmente, na região sul da Bahia, onde, de acordo com levantamentos realizados pela Agência de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB, 2010), o cultivo dessa frutífera ocupa o primeiro lugar em produção e área plantada em nível nacional e tem possibilitado um incremento de renda aos produtores, sobretudo após o declínio da lavoura cacaueteira, tornando-se uma alternativa de diversificação agrícola para os produtores rurais. Como a maioria dos produtores da região comercializam a fruta na forma de massa congelada, os objetivos deste trabalho foram determinar as características químicas da polpa da graviola desta região, analisando a polpa do fruto fresco, após 30, 60 e 90 dias de congelamento, bem como as alterações ocorridas ao longo destes intervalos de tempo de congelamento no que se refere à composição de fenólicos e da atividade antioxidante presentes na polpa da graviola. Diante dos resultados encontrados, foi possível constatar que embora a polpa da massa congelada tenha apresentado diferenças nas características químicas em relação à polpa *in natura*, em todos os tratamentos a polpa encontrou-se dentro dos padrões estabelecidos pelo Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de graviola. Os resultados ainda revelaram que 100g da polpa da graviola fresca e congelada por até 90 dias apresenta-se como excelente fonte dos minerais potássio, fósforo, magnésio, zinco e ferro para a população adulta (31-50 anos de idade). Foi determinado também grande quantidade de compostos fenólicos na polpa fresca e congelada por 30 dias, mantendo-se ainda boa quantidade até 90 dias de congelamento; esses valores de fenóis totais correlacionam-se com o elevado potencial antioxidante da polpa fresca e congelada após 30 dias, e ainda moderado potencial, mesmo até 90 dias de congelamento.

PALAVRAS-CHAVES: qualidade, compostos fenólicos, atividade antioxidante.

*Orientador: Abel Rebouças São José. Docente da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Departamento de Fitotecnia e Zootecnia (DFZ). E-mail: abeljose3@gmail.com

ABSTRACT

MORAES, M.O.B. **Chemical characterization and determination of antioxidant activity in soursop pulp (*Annona muricata* L.)**. Itapetinga - BA: UESB, 2013. 62p. Dissertation (Master Degree in Food Engineering)*

Given the importance that the commercial soursop (*Annona muricata* L.) has acquired over the years in Brazil and especially in southern Bahia State, where, according to surveys conducted by the Agency of Agricultural Defense of Bahia (ADAB, 2010), cultivation of this fruit ranks first nationally in production and planted area and has allowed an increase of income for producers, especially after the decline of the cocoa crop, making it an alternative for agricultural diversification for farmers. Considering that most producers in the region sell their production of soursop in the form of frozen mass, the aims of this study were determining the chemical characteristics of soursop pulp in this region, analyzing the fresh fruit pulp after 30 days, 60 and 90 days of freezing and the changes over time freezing in relation to the phenolic composition and antioxidant activity present in soursop pulp. Considering the results, it was found that although the frozen pulp has shown differences in chemical characteristics comparing to *in natura* pulp, in all treatments the pulp maintained within the standards established by the Technical Regulations for setting the Standards of Identity and Quality for soursop pulp. The results also revealed that 100g of fresh soursop pulp and frozen for 90 days presented as an excellent source of potassium, phosphorus, magnesium, zinc and iron for the adult population (31-50 years of age). It was also presented large of phenolic compounds in fresh and frozen pulp for 30 days, keeping still good amount untill 90 days of freezing; these values of total phenols correlate with high antioxidant potential of fresh and frozen pulp after 30 days and even moderate potential even till 90 days of freezing.

KEYWORDS: quality, phenolic compounds, antioxidant activity.

*Advisor: Abel Rebouças São José, D.Sc. UESB DFZ, Vitória da Conquista – BA.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fruto imaturo de graviola	13
Figura 2. Amostras para acidez titulável (1). Titulação com NaOH 0,1N (2, 3 e 4). Titulação com Tilman para ácido ascórbico (5). Ponto de viragem de cor após titulação (6).	32

LISTA TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Resultados médios das análises de acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), sólidos solúveis (°Brix) e pH da polpa de graviola obtida do fruto fresco, após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.	38
Tabela 2. Teores de Nitrogênio (%) e macrominerais (%) em polpa de graviola fresca e após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.	42
Tabela 3. Teores de Proteínas-Pt (%) e macrominerais (mg/100g) em polpa de graviola fresca e após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.	42
Tabela 4. Teores de microminerais (ppm) em polpa de graviola fresca e após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.	44
Tabela 5. Teores de microminerais (mg/100g) em polpa de graviola fresca e após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.	44
Tabela 6. Percentual (%) das quantidades de minerais da polpa da graviola em relação à DRIs estabelecidos para homem adulto (31-50 anos de idade), submetida à conservação por congelamento por até 90 dias. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.	47
Tabela 7. Percentual (%) das quantidades de minerais da polpa da graviola em relação à DRIs estabelecidos para mulher adulta (31-50 anos de idade), submetida à conservação por congelamento por até 90 dias. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.	47

Tabela 8. Teores de Fenólicos Totais (valores expressos em mg GAE 100g-1) e percentual de Inibição do radical livre DPPH em extratos etanólicos de polpa de graviola fresca e após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, outubro de 2012 a janeiro de 2013. 50

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Curva fenólica. Vitória da Conquista - BA, UESB, outubro de 2012.	37
Gráfico 2. Resultados médios das análises de AT, AA, SS e pH da polpa de graviola obtida do fruto fresco, após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.	39
Gráfico 3. Teores de macrominerais (mg/100g). Vitória da Conquista - BA, UESB, setembro de 2012.	43
Gráfico 4. Teores de microminerais (mg/100g). Vitória da Conquista - BA, UESB, setembro de 2012.	45

SUMÁRIO

	Pág.
1. Introdução	12
2. Revisão de literatura	18
2.1 Características de polpa de fruta	18
2.2 Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de polpa de frutas	24
3. Objetivos	29
3.1 Objetivo Geral	29
3.2 Objetivos Específicos	29
4. Material e Métodos	30
4.1 Etapa 1: Determinações químicas: acidez titulável, ácido ascórbico, °Brix, pH, macrominerais e microminerais	30
4.1.1 Obtenção da matéria-prima	30
4.1.2 Análises químicas	31
4.1.2.1 Acidez titulável	31
4.1.2.2 Ácido ascórbico	31
4.1.2.3 Sólidos solúveis (°Brix)	31
4.1.2.4 Determinação de pH	32
4.1.2.5 Determinação de macrominerais e microminerais	33
4.1.2.6 Delineamento experimental e análises estatísticas para análises químicas	33
4.2 Etapa 2: Determinação de compostos fenólicos e potencial antioxidante do extrato da polpa congelada da graviola pela captura do radical livre DPPH	33
4.2.1 Determinação de umidade do fruto	33
4.2.2 Preparação do extrato alcoólico da polpa da graviola	34
4.2.3 Preparo do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)	35
4.2.4 Determinação da capacidade antioxidante: atividade antioxidante total através do método do radical livre DPPH	35
4.2.5 Determinação espectrofotométrica de Compostos Fenólicos Totais	36

4.2.6 Delineamento experimental e análises estatísticas para capacidade antioxidante e compostos fenólicos	37
5 Resultados e discussão	38
6 Conclusões	53
Referências	55

1. INTRODUÇÃO

O Brasil vem se destacando em nível mundial como um importante produtor e consumidor de frutas, especialmente as tropicais e subtropicais como: mamão, citros, manga, maracujá, abacaxi, banana, goiaba, abacate, dentre outras. O país é o terceiro maior produtor mundial de frutas, depois da China e da Índia, com 42 milhões de toneladas e mais de 30 polos produtivos, gerando uma receita de R\$ 17,7 bilhões (IBRAF, 2011). De acordo com o setor, 28% do total produzido no país vai para o mercado externo. Só em 2011, o Brasil exportou para a Espanha o equivalente a 77.360 toneladas de frutas frescas e 2.963 toneladas de processadas (IBRAF, 2012).

Ainda de acordo com o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF), no primeiro semestre de 2012, o Brasil exportou 271,2 mil toneladas de frutas frescas, crescimento de 8,6% em relação ao mesmo período do ano anterior quando 249,6 mil toneladas saíram do país para a mesa de consumidores estrangeiros, indicando também aumento no faturamento. Na comparação, as vendas arrecadaram US\$ 206,3 milhões, 5,6% a mais do que no primeiro semestre de 2011 (IBRAF, 2012).

Muitas fruteiras são nativas do Brasil e muitas delas ainda são desconhecidas ou pouco conhecidas, embora uma grande parte apresente elevado potencial produtivo que, se explorado adequadamente poderá se transformar-se em cultivos comerciais de importância socioeconômica regional (SÃO JOSÉ, 2003).

Dentre as frutas tropicais, que no passado não apresentavam importância comercial, mas que atualmente se transformaram em cultivos rentáveis e geradores de empregos encontram-se as Anonáceas, (SÃO JOSÉ, 2003).

A família das Anonáceas é composta por cerca de 75 gêneros e mais de 600 espécies, destacando-se a graviola (*Annona muricata* L.), sendo seu cultivo bastante recente. Outras espécies também são destaques dentro das Anonáceas, como: a pinheira (*Annona squamosa* L.), cujo fruto é denominado pinha, ata ou fruta-do-conde; cherimólia (*Annona cherimola* L.) e atemóia (híbrido entre cherimólia e pinha). Diversas outras espécies dentro do gênero *Annona* são encontradas em diferentes regiões brasileiras, nas mais variadas condições edafoclimáticas (SÃO JOSÉ, 2003).

A gravioleira é originária da América Central, sendo cultivada no Brasil, Colômbia, México, Havaí e algumas regiões da África e Ásia. Desenvolve-se bem em regiões de clima tropical e subtropical, em altitudes inferiores a 1200 m, com precipitação pluviométrica acima de 1200 m. Os solos para o cultivo da gravioleira devem ser profundos, bem drenados e com acidez entre 5,5 e 6,5 (SACRAMENTO, 2000).

De acordo com LIMA et al (2006), a gravioleira produz um fruto composto, formado por um agregado de bagas, cujos componentes carpelares individuais persistem na casca, durante todo o desenvolvimento, na forma de espículas ou pseudo acúleos polposos, curvos e curtos. Os frutos podem apresentar formato irregular, em decorrência de falhas na fertilização e frutificação. Porém, nos cultivos comerciais em que a polinização manual é prática regular, eles são ovóides ou cordiformes. Além do formato, as características mais distinguíveis da graviola são a casca fina, de cor verde-escura, e a polpa branca, de sabor ácido e aroma característico.



Figura 1 - Fruto imaturo de graviola. Wenceslau Guimarães, região Sul da Bahia, novembro de 2011 (VILASBOAS, 2012)

Como a cultura de exploração comercial é bastante recente, têm-se poucas informações disponíveis sobre produtividade e área cultivada com gravioleira no Brasil. Os Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Pará e Minas Gerais são

citados como os principais produtores. As maiores áreas cultivadas encontram-se na Bahia, no Ceará e na região de cerrados do Brasil Central. No entanto, devido a evolução do mercado, novas áreas produtoras vêm sendo implantadas, especialmente nas regiões litorâneas e semi-áridas do nordeste do Brasil, concentrando-se principalmente nos estados da Bahia, Ceará, Pernambuco e Alagoas. Além disso, observou-se nos últimos anos que uma parcela representativa da produção é comercializada como fruta fresca, em especial nos mercados de São Paulo, Rio de Janeiro, Recife, Salvador, Fortaleza e Brasília, diferenciando-se do período anterior em que a produção era destinada quase que totalmente à agroindústria, visando a obtenção de polpa, suco, néctar, etc. (LIMA et al, 2006).

Atualmente, existem 28 municípios que se dedicam à produção de graviola no estado da Bahia, contabilizando um total aproximado de 500 produtores, dispersos em mais de 1.300 hectares. Quase metade dessa área cultivada localiza-se no município de Wenceslau Guimarães, distante 290 km de Salvador (ADAB, 2010).

O cultivo da gravioleira é ainda a responsável pela geração de 1.800 empregos diretos e 3.000 indiretos (SEAGRI/BA, 2010).

De acordo com levantamentos realizados pela Agência de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB, 2010), a Bahia, especialmente nas regiões Sul e Extremo Sul, devido às condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo dessa fruta, vem expandindo às áreas plantadas, levando o estado a ocupar o primeiro lugar nacional em produção e área plantada. A área georreferenciada pela ADAB em 2010 foi de cerca de 1.300 ha e uma produção estimada de, aproximadamente, 8 mil toneladas. Nessas áreas, o cultivo da gravioleira, assim como de outras fruteiras tropicais, tem possibilitado incremento de renda aos produtores, sobretudo após o declínio da lavoura cacaueteira, tornando-se uma alternativa de diversificação agrícola para os produtores rurais locais.

A maioria dos produtores de graviola nas regiões sul e extremo sul da Bahia é proprietário da terra. O cultivo dessa frutícola é relativamente novo na região e os primeiros ocorreram, em grande parte, em função do declínio da lavoura cacaueteira nas últimas décadas, levando os agricultores a diversificarem sua produção e fonte de renda. Nesse novo contexto, a graviola tem representado uma importante fonte de renda para os agricultores locais, sobretudo aqueles da agricultura familiar envolvidos

na produção, caracterizando, na região, uma cultura típica de pequenas áreas (FREITAS, 2012).

A maioria dos produtores (93,8%) que a cultivam retira apenas a casca e o pedúnculo da graviola e comercializa o produto bruto (denominado de massa pelos produtores); o despulpamento é feito nas agroindústrias. No entanto, 2,5% realizam a despolpa completa e optam pela venda da polpa pronta para consumo; o restante (3,7%) realiza as duas formas de processamento (FREITAS, 2012). A conservação é feita por congelamento.

Dessa forma, o produtor pode armazená-lo e comercializá-lo em época mais adequada, e possivelmente obter preço mais vantajoso, além de agregar valor ao produto final (FREITAS, 2012).

Dados da Central de Abastecimento de Salvador apontam que a comercialização de graviola como fruta fresca atingiu 52 toneladas no ano de 2011, cerca 350% acima do volume comercializado no ano de 2005 (EBAL, 2011).

Para 2012, estimativas da ADAB apontam que a produção baiana de graviola atinja quase 20 mil toneladas anuais, e receita em torno de 25 a 35 milhões de reais, números expressivos para uma atividade recente e que começa a ganhar importância regional e nacional.

Relativo ao potencial da graviola, a polpa tem ampla utilização na fabricação de sorvetes, geléia, doces, cristalizado e compotas (AZEVEDO, 2004).

Polpa fruta é o produto não-fermentado, não-concentrado e não-diluído, com teor mínimo de sólidos totais, provenientes da parte comestível da fruta, obtido de frutas polposas, por processo tecnológico adequado. O teor mínimo de sólidos totais é estabelecido para cada polpa de fruta específica (ANVISA, 2001).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2000), no Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de graviola, a polpa ou purê de graviola deverá obedecer às seguintes características e composição: mínimo de 9,00 para valores de sólidos solúveis em °Brix a 20°C, mínimo de 3,50 para valores de pH, mínimo de 0,60g/100g para valores de acidez total expressa em ácido cítrico, mínimo de 10,00mg/100g para valores de ácido ascórbico, mínimo de 6,50g/100g e máximo de 17,00g/100g para açúcares totais

naturais da graviola e para mínimo de 12,00g/100g para sólidos totais. Cor variando branco ao marfim, sabor ácido, aroma próprio.

AZEVEDO (2004) salienta que a importância das anonáceas se deve principalmente à sua riqueza em sais minerais, como cálcio, potássio e magnésio, especialmente em relação à *Annona muricata* L., tradicionalmente usada para tratar várias doenças, incluindo o câncer. A fruta *in natura* é consumida para combate aos vermes e parasitas, febre, aumentar o leite da mãe após o parto e como um adstringente para diarreia e disenteria. Relata-se também, a presença de propriedades antioxidantes (GEORGE et al, 2012).

De acordo com ADEWOLE & OJEWOLE (2009), extratos de várias partes morfológicas de *Annona muricata* L. são amplamente utilizados medicinalmente em muitas partes do mundo para o controle e no tratamento de uma infinidade de doenças em humanos, incluindo diabetes mellitus.

Trabalho de HAMIZAH et al (2012) relata que o extrato das folhas da gravioleira apresenta ação antioxidante, antiinflamatória, antiespasmódico, hipotensor e efeitos analgésicos; além disso, são encontrados como constituintes químicos os alcaloides, óleos essenciais e acetogeninas. Esta última foi considerada uma substância promissora de ação antitumoral e agente anticancerígeno de numerosos estudos *in vitro*. Ainda demonstraram ser seletivamente tóxica contra vários tipos de células cancerosas sem prejudicar as células saudáveis.

Em regiões tropicais da América do Sul e do Norte e na África, todas as partes da planta tem sido utilizadas tradicionalmente como medicamento para fins terapêuticos (BARBALHO et al, 2012), porém, poucos estudos analisam a polpa da fruta, que é a parte consumida e de importância comercial no Brasil.

Apesar da importância regional da cultura, não foram encontradas pesquisas em relação às características químicas e ao potencial antioxidante da polpa da graviola, fundamentais no que concerne à sua conservação e comercialização, considerando que a polpa é congelada para comercialização por um período máximo de 90 dias, dado que os estudos realizados com a polpa congelada não chegaram a especificar esse período. Dessa forma, de acordo com FREITAS (2012), estudos dessa natureza tornam-se relevantes por aumentar o conhecimento sobre a qualidade do produto

ofertado, possibilitando maior inserção dessa fruta em mercados nacional e internacional.

Dessa forma, este estudo objetiva preencher essa lacuna na pesquisa, traçando como objetivos a determinação das características químicas, compostos fenólicos e atividade antioxidante da polpa da graviola produzida nos municípios de Gandu e Wenceslau Guimarães, região sul da Bahia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características de polpa de fruta

A indústria de polpas de frutas congeladas tem se expandido nos últimos anos. As unidades processadoras, em sua maioria, são de pequenos produtores, os quais, grande parte ainda utiliza processos artesanais. (PEREIRA et al, 2006).

O processamento de polpas e sucos de fruta é uma atividade agroindustrial importante na medida em que agrega valor econômico à fruta, evitando desperdícios e minimizando perdas que podem ocorrer durante a comercialização do produto *in natura*, além de se constituir em alternativa de renda ao produtor de frutas (ANVISA, 2001).

O congelamento de polpa de fruta é um método de conservação que visa preservar as características da fruta e permite seu consumo em um maior período de tempo, especialmente nos períodos de entressafra, o que possibilita ao produtor uma alternativa para a utilização de frutas que não atendam ao padrão de comercialização do produto *in natura*, ou cujos preços não sejam compensadores (EMBRAPA, 2005).

O aproveitamento de frutas na forma de polpa congelada proporciona, também, a possibilidade de utilização de frutas pouco conhecidas, como as provenientes do Cerrado e das regiões Norte e Nordeste do país, que já despertam interesse no mercado externo (EMBRAPA, 2005).

De acordo com LETERME et al (2006), os padrões alimentares dos indivíduos são responsáveis por muitos problemas atuais de saúde e segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a má nutrição, que inclui não apenas a subnutrição mas também as deficiências específicas e o excesso de ingestão de alimentos, continua persistindo em todos os países. Além disso, os dados da OMS indicam que enquanto 800 milhões de pessoas não chegam a cobrir suas necessidades básicas de energia e proteína, outro contingente de 600 milhões sofre com as consequências de uma alimentação inadequada.

Portanto, a deficiência nutricional é uma das maiores preocupações para muitos países em desenvolvimento, necessitando atenção no âmbito da saúde pública. LETERME et al (2006) acrescentam ainda que estudos apontam que a ingestão regular

de frutas e verduras diminui o risco de doenças crônicas não transmissíveis como cardiovasculares, câncer, diabetes, hipertensão.

Atualmente ocorre maior intensificação nos estudos de micronutrientes, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento, pois acredita-se que muitos problemas de saúde estão relacionados, pelo menos em parte, à insuficiência de determinados micronutrientes. Ademais, estudos comprovam que as frutas e verduras possuem uma riqueza nutricional em vitaminas A e C, minerais, fibras e vários fitoquímicos (SMOLIN & GROSVENOR, 2007).

Os hábitos dietéticos atuais são norteados por alimentos ricos em gordura, sal e açúcar, e pobres em carboidratos complexos, vitaminas e minerais, o que tem provocado aumento no risco de doenças como a obesidade, diabetes, problemas cardiovasculares, hipertensão, osteoporose e câncer. Acredita-se que a ingestão de frutas e vegetais ajuda a evitar essas doenças. As frutas são importantes componentes de dieta, responsável por adicionar uma variedade de cor e textura às refeições, e também por proporcionar nutrientes essenciais. São alimentos com baixo teor de gordura e baixo teor calórico, com quantidades relativamente pequenas de proteínas e carboidratos, porém são ricas em fibras e adicionam vários micronutrientes significativos para a dieta humana (ZHI et al, 2003).

Uma dieta rica em frutas está associada a um risco reduzido de muitas doenças, no entanto, é difícil encontrar frutas *in natura* durante todo o ano e / ou em locais distantes dos plantios, em função da sazonalidade, perecibilidade e preços que remunerem os custos de transporte. Por isso, a ingestão de frutas congeladas vem sendo amplamente difundida em diversos países pela facilidade de comercialização e por constituírem importante fonte de matéria-prima na produção de iogurtes, doces, biscoitos, bolos, sorvetes, bebidas frescas e alimentos específicos para crianças (HASSIMOTTO et al, 2005).

Entre os nutrientes encontrados nos frutos, os minerais representam uma classe de substâncias inorgânicas presente em todos os tipos. O corpo humano precisa de cerca de 20 minerais diferentes para funcionar adequadamente. Estes elementos podem ser classificados em macro e microminerais, sendo as frutas as fontes mais

importantes, e indispensáveis à manutenção da vida, crescimento, e reprodução (SPADA et al, 2010)

De acordo com a DRI (Ingestão dietética de referência), que são valores numéricos estimados de consumo de nutrientes para uso no planejamento e avaliação de dietas para pessoas aparentemente saudáveis (AMAYA-FARFAN et al, 2001), os macrominerais são necessários em quantidades superiores a 100 mg por dia para a população adulta e incluem cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), enxofre (S), sódio (Na), cloro (Cl) e potássio (K). Os microminerais, necessários em quantidades inferiores a 100 mg por dia para a população adulta, incluem elementos tais como o ferro (Fe), zinco (Zn), iodo (I), selênio (Se), manganês (Mn), cromo (Cr), cobre (Cu), molibdênio (Mo), flúor (F), boro (B), cobalto (Co), silício (Si), alumínio (Al), arsênio (As), estanho (Sn), de lítio (Li) e níquel (Ni) (SPADA, 2010).

LEUNG & FLORES (1961) apud FALCÃO et al (1982), determinaram a composição química da polpa da graviola na região de Manaus, encontrando os seguintes resultados para 100g de polpa: 83,1% de água, 0,4g de gordura, 1,0g de proteínas, 14,9g de carboidratos, 28,0mg de fósforo, 24,0mg de cálcio, 0,5mg de ferro, 5,0mg de vitamina A, 0,05mg de riboflavina, 26,0mg de vitamina C, 0,07mg de tiamina, 0,9mg de niacina, 0,6g de cinzas, 1,1g de fibras.

SÃO JOSÉ et al (1997) verificaram em 100g de polpa: valores de 78-85,3 % para água, 0,62-1,7g para proteínas, 0,7g de lipídios, 11,5-18,2g de glicídios, 0,8-3,0 % para acidez, 10,1-16,8 % para açúcar total, pH de 3,6 a 4,2, 0,225g de taninos, 60 calorias, 0,53-0,80 para valores de cinza, 0,20-0,70 para extrato etéreo, 1,10-4,21g para fibra, 22,0-41,6mg para cálcio, 28-78,4mg para fósforo, 0,6-6,0mg para ferro, 20 U.I. de vitamina A, 0,40-1,0mg para vitamina B1, 0,05-0,07mg para vitamina B2, 0,9mg de niacina e 10,5-57,0mg para vitamina C.

Em trabalho de SALGADO et al (1999), que avaliaram as características físico-químicas das polpas de acerola, caju, goiaba, graviola, manga, pinha, pitanga, sapoti e uva congeladas, foram encontrados os seguintes valores para a polpa da graviola de 3,61 para pH, 12,66 °Brix, acidez de 1,46mg%, umidade de 87,12g%.

LIMA et al (2002), com o objetivo de avaliar a qualidade e a suscetibilidade ao escurecimento oxidativo após a colheita de graviolas do tipo “Crioula”, colhidas na

maturidade fisiológica e mantidas sob temperatura ambiente ($26,3 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ e $87,6 \pm 12,2\%$ UR) durante 1, 2, 3, 4 e 5 dias, encontraram nos frutos maduros valores de 1,02% de acidez titulável em ácido málico, pH de 3,58, teor de sólidos solúveis de 17,6° Brix e compostos fenólicos de 0,16%. Segundo os autores, a comparação dos resultados de compostos fenólicos fica limitada pela divergência entre os métodos de extração, que quantificam tipos variados de fenólicos.

SACRAMENTO et al (2003) avaliaram a qualidade de graviolas dos tipos 'Morada', 'Lisa' e 'Comum' produzidas na região Sul do Estado da Bahia e suas características físicas e químicas. Foram encontrados valores de sólidos solúveis (°Brix) de 12,18 para a variedade Morada, 13,85 para a Lisa e 13,31 para a Comum. Os valores de pH foram 3,47, 3,45 e 3,44 respectivamente para as variedades Morada, Lisa e Comum. Em relação à acidez titulável em ácido cítrico, os valores apresentados foram 0,92g/100g, 0,92g/100g e 1,00g/100g respectivamente para as variedades Morada, Lisa e Comum e valores de ácido ascórbico 35,60mg/100g, 37,67mg/100g e 38,51mg/100g respectivamente para as variedades Morada, Lisa e Comum, não havendo diferença significativa entre os frutos quanto a essas características químicas. Estes valores, à exceção do pH da variedade "Comum", são superiores aos valores mínimos estabelecidos no Padrão de Identidade e Qualidade do Ministério da Agricultura, para polpa de graviola.

LIMA et al (2003), com o objetivo de avaliar as alterações físicas e físico-químicas da graviola "Morada" durante a maturação, sob temperatura ambiente, relacionando-as às taxas respiratória e de liberação de etileno, encontraram acidez titulável em ácido cítrico de 0,88% do fruto maduro aos seis dias após a colheita, pH com variação de 5,46 a 3,60 e teor de 14,4 °Brix.

MATA et al (2005) encontraram valores da polpa da graviola *in natura* de 10,7°Brix, 1,2g/100g para AT, 8,2g/100g para Açúcares Solúveis Totais (AST), 8,9 para Relação Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total (SS/AT) e 4,5 para pH.

LETERME et al (2006) estudaram um total de 68 espécies de alimentos ricos em amido, frutas tropicais, folhas e tubérculos coletadas nos Andes colombianos e nas florestas tropicais da costa do Pacífico colombiano, dentre eles a *Annona muricata* L. Foram analisados os macrominerais na polpa da graviola (mg/100g): Ca=38, P=30, K=

523, M=25 Na=20 Cl=20 S=16 e microminerais: Mn=0,07; Zn=0.11; Fe=0.38; Cu=0.10 (em mg/100g); Se=nd; Co=nd; Ni=0,03; Cr=nd (em µg/100g). O estudo concluiu que as frutas tropicais fornecem boas fontes de macro e microminerais.

PEREIRA et al (2006) avaliaram a qualidade físico-química de polpas de frutas congeladas de três marcas, comercializadas na cidade de Viçosa, Minas Gerais, dentre elas a polpa de graviola, que apresentou valores de pH de 3,65, 3,55 e 3,82, dentro do mínimo regulamentado pela legislação, que é de 3,50; e valores de sólidos solúveis (°Brix) de 12,00, 8,00 e 5,50, os dois últimos inferiores ao regulamentado, que é de no mínimo 9,0°Brix.

SILVA et al (2009) avaliaram a qualidade físico-química de polpas de frutas congeladas produzidas no interior do Ceará. A polpa de graviola apresentou valores de pH 3,64, sólidos solúveis 3,2 °Brix, acidez titulável 0,30% e ácido ascórbico 52,48mg/100g, sendo que os valores encontrados de sólidos solúveis e acidez titulável não atendem aos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ's) de polpas de frutas congeladas, pois os valores obtidos situaram-se em nível inferior ao mínimo recomendado pela legislação vigente.

Diante da escassez de estudos sobre a caracterização química das frutas tropicais, existindo ainda uma grande variedade dessas frutas com composição química desconhecida, ALMEIDA et al (2009) determinaram os teores de macrominerais (Na, K, Mg, Ca, P) e microminerais (Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Co e Se) em 11 espécies de frutas cultivadas no nordeste brasileiro: abacaxi, ata, graviola, jaca, mamão, mangaba, murici, sapoti, seriguela, tamarindo e umbu. A graviola apresentou a seguinte composição de macrominerais (mg/100g): Na=6,73, K=227,67, Ca=14,19, Mg=23,14, P=32,43. Para microminerais (em mg/100g) apresentou: Fe=0,83, Mn=0,07, Cu=0,15, Zn=0,46; e (em µg.100g⁻¹): Se=0,79, Co=17,00 e Ni=19,54. Assim, o consumo diário de frutas como ata, graviola, sapoti e murici podem ser classificadas como boas fontes de pelo menos dois deles, dentre K, Mg, Cu, Ca, pois proporciona 10 a 19% da ingestão diária recomendada (IDR).

MEDEIROS et al (2009) em estudo de caracterização física e química de *Annona squamosa* L. em diferentes estádios de maturação, encontraram valores de pH de 6,20,

sólidos solúveis (°Brix) de 5,23, acidez titulável em ácido cítrico de 0,48% no primeiro estágio de maturação.

CALDAS et al (2010) avaliaram a qualidade de polpas de frutas congeladas, produzidas e comercializadas nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, no que diz respeito à adequação aos PIQ's vigentes e estipulados pela legislação brasileira, se defrontaram com valores médios de 1,39% de acidez titulável em ácido cítrico, pH 3,63, sólidos solúveis (°Brix) 12,11, ácido ascórbico 3,50mg/100g em 100g de polpa da graviola. Destes, somente os valores de ácido ascórbico apresentaram-se bastante inferior ao mínimo estabelecido pela legislação de PIQ de polpa.

MOITINHO et al (2010), caracterizaram as polpas de frutas congeladas, comercializadas em supermercados de Feira de Santana, Bahia, e encontraram valores de pH 3,46, de acidez 0,68% e °Brix 14 para a polpa graviola congelada.

CANUTO et al (2010), em estudo da caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia, encontraram para 100g de polpa da graviola, os seguintes resultados: 12,0 °Brix para sólidos solúveis, 3,7 para pH, 1,5mg/100g ácido cítrico para acidez titulável, 0,1mg para teor de ácido ascórbico, umidade=88,1.

SPADA et al (2010) elaboraram o primeiro banco de dados para quantificar os níveis de minerais em 23 amostras de frutas congeladas, mais consumidas em todo o mundo e de algumas frutas nativas da floresta amazônica, Brasil. Considerando-se as Referências de Ingestão Diárias, 100g de frutas congeladas podem fornecer 0,2-2,8% de macro e de 2,5 a 100% dos microminerais para adultos (31-50 anos). Para os valores de macronutrientes a graviola apresentou em mg% (w / w): Mg=8.48, Cl=2.36, P=3.21, Ca=5.72, K=1.09, S=2.19, Na=nd (não determinada). Para os micronutrientes, apresentou em mg% (w / w): Fe=0,18, Mn=nd, Cu=nd, Zn=nd, Cr=nd, Si=1,29, Al=4,83.

CARDOZO et al (2012), com o objetivo de avaliar as características fisiológicas e físico-químicas que expressam as mudanças metabólicas mais significativas que ocorrem na graviola (*A. muricata* L. cv. Elita) durante pós-colheita, por meio de um estudo realizado em frutos do vale do Cauca, na Colômbia, encontraram valores de 12,8 ° para Brix, máximo de 0,74% para acidez total em ácido málico e pH de 3,5.

2.2. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de polpa de frutas

Os antioxidantes são substâncias que em baixas concentrações, através de um ou mais mecanismos, tais como inibição de radicais livres e complexação de metais, retarda ou previne a velocidade da oxidação, prevenindo o desenvolvimento de muitas doenças crônicas e degenerativas, incluindo o câncer, doenças cardíacas, doenças degenerativas como Alzheimer e contribuindo para uma maior longevidade (PIETTA, 2000). Um bom antioxidante possui substituintes doadores de elétrons ou de hidrogênio ao radical, em função de seu potencial de redução; capacidade de deslocamento do radical formado em sua estrutura; capacidade de quelar metais de transição implicados no processo oxidativo e acesso ao local de ação, dependendo de sua hidrofília ou lipofília e de seu coeficiente de partição (MANACH et al, 2004).

O crescente interesse pelos antioxidantes naturais de extratos de plantas deve-se à baixa toxicidade quando comparados aos antioxidantes sintéticos. Extratos de frutas, vegetais, cereais e seus subprodutos industriais são ricos em antioxidante e têm demonstrado eficaz atividade antioxidante (LUNA et al, 2010).

De acordo com estudos clínicos e epidemiológicos, há evidências de que antioxidantes fenólicos de cereais, frutas e vegetais são os principais fatores que contribuem para a significativa redução da incidência de doenças crônicas e degenerativas, em populações cujas dietas são altas na ingestão desses alimentos. Os compostos fenólicos, entre eles os flavonoides, têm seu mecanismo de ação investigado, na busca de identificar qual é sua relação com as propriedades benéficas apresentadas desses compostos (DANI et al, 2010).

Compostos fenólicos são produtos secundários do metabolismo vegetal e integram um amplo e complexo grupo de fitoquímicos que apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxilas. Em virtude de sua natureza química, atuam como agentes redutores, 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 complexando com metais, componentes iniciadores da oxidação lipídica (MELO et al, 2008).

Diversos fatores, como variedade, fatores genéticos, estágio de maturação, condições climáticas e edáficas influenciam fortemente o teor de fitoquímicos. Além disso, os compostos bioativos estão susceptíveis às reações de oxidações ocorridas durante o processamento e estocagem dos alimentos, devido instabilidade de alguns destes compostos (MELO et al, 2008).

KUSKOSKI et al (2005), determinaram o conteúdo de compostos fenólicos totais (FT), estimaram as antocianinas totais (AT) e a capacidade antioxidante de polpa de frutas comercializadas congeladas, aplicando os métodos espectrofotométricos mais citados na literatura para determinar a atividade antioxidante (ABTS, DPPH e DMPD). Neste estudo, buscou-se determinar a atividade antioxidante das polpas de frutas de maior consumo no mercado sul brasileiro (amora, uva, açaí, goiaba, morango, acerola, abacaxi, manga, graviola, cupuaçu e maracujá), aplicando o método ABTS com medidas em dois tempos (1 e 7 minutos), DPPH (30 e 60 minutos) e DMPD (10 minutos). Para a graviola foram obtidos valores elevados de fenóis totais: 84,3mg/100g e moderada atividade antioxidante, com sequestro de DPPH (30 min) em equivalentes de vitamina C=57,15.

KUSKOSKI et al (2006) avaliaram a atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas de frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas, incluindo a graviola, com o objetivo de determinar a sua atividade antioxidante *in vitro* pelo método do DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) e compará-la com o conteúdo de polifenóis totais e antocianinas das polpas congeladas e comercializadas no sul do Brasil. Para a graviola encontraram alto índice de polifenóis totais (84,3 mg100g⁻¹); a fruta também demonstrou alta capacidade antioxidante, apresentando 2,88 µmolg⁻¹ de atividade antioxidante equivalente ao Trolox (antioxidante sintético e hidrossolúvel similar à vitamina E). Em geral, os frutos analisados nesse experimento demonstraram correlação direta entre o conteúdo total de compostos fenólicos e a atividade antioxidante; concluindo-se que mesmo congelados os frutos e polpas mantiveram suas propriedades, podendo ser excelentes fontes de compostos fenólicos com capacidades antioxidantes.

MELO et al (2008), em estudo do teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas comercializadas na cidade do Recife-Pernambuco, obtiveram para a polpa da graviola os seguintes valores de fenólicos

totais (mg em equivalente catequina.100g⁻¹): 183,29 no extrato aquoso, 20,65 no extrato metanólico e 203,94 no total. Em relação à capacidade de sequestrar o radical DPPH, o extrato metanólico da graviola nos primeiros 15 min apresentou ação moderada, passando a exibir forte capacidade a partir de 30 minutos da reação. Extratos metanólicos de polpas congeladas de frutas, contendo 12,68 a 206,40 µg de fenólicos totais.mL⁻¹, foram considerados com fraca a moderada capacidade de sequestrar o radical DPPH, tendo a graviola apresentado 206,40 µg de fenólicos totais.mL⁻¹. Para efeito de classificação, as polpas de frutas que exibiram capacidade de sequestro acima de 70%, entre 50 e 70% e abaixo de 50% foram consideradas como forte, moderada e fraca capacidade de sequestro, respectivamente.

LUNA et al (2009) avaliaram o potencial antioxidante da polpa industrializada e *in natura* da *Annona muricata* L. com o objetivo de fazer uma analogia entre a polpa industrializada da graviola e a polpa *in natura* da mesma sendo utilizados dois extratos (aquoso e etanólico) utilizando o método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil). Os autores concluíram que a polpa industrializada quando comparada com os extratos, aquoso e etanólico da polpa *in natura* da graviola, apresenta um potencial antioxidante maior que os demais, por apresentar um EC50 (concentração da amostra necessária para inibir 50% do radical) menor em relação aos outros; porém, observaram que os dois tipos de polpa só começaram a ser antioxidante a partir de 200mg/mL.

CANUTO et al (2010), determinaram níveis de fenólicos totais e sua correlação com a atividade anti-radical livre em quinze amostras de polpas de frutos procedentes da região Amazônica (abiu, acerola, açaí, araçá-boi, bacaba, bacuri, buriti, cajá, cajarana, caju, cupuaçu, graviola, murici, noni e tamarindo). A atividade de radicais livres foi avaliada pelo método de ABTS. Os resultados para a graviola foram: fenóis totais=0,6 mmol.L⁻¹ de ácido gálico e atividade antirradical livre equivalente ao Trolox=2,2 µmol.L⁻¹ de Trolox. Observou-se correlação entre atividade antirradical livre e teores de ácido ascórbico e, principalmente, compostos fenólicos totais.

SOUZA et al (2011) determinaram a concentração dos compostos fenólicos dos resíduos de polpas de frutas tropicais acerola (*Malpighia glabra* L.), goiaba (*Psidium guayaba* L.), abacaxi (*Ananas comosus* L.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), bacuri (*Platonia insignis*) e graviola (*Annona muricata* L.), bem como avaliaram a sua

capacidade antioxidante *in vitro*, pelos métodos de captura de radicais DPPH• e ABTS+. Foram identificados para a *Annona muricata* L. teores de compostos fenólicos de 18,60 mg GAE 100g⁻¹ para extratos aquosos e 24,11 mg GAE 100g⁻¹ para hidroalcológicos. Os extratos de resíduo de acerola e goiaba apresentaram forte capacidade antioxidante nos primeiros cinco minutos de reação, com expressiva redução do radical DPPH. Os extratos de graviola e cupuaçu apresentaram moderada capacidade de sequestro do radical DPPH•, ao longo do tempo da reação. Diferentemente, os extratos de bacuri e abacaxi exibiram baixa capacidade de redução do radical DPPH durante os 20 min de reação.

O crescente reconhecimento do valor nutricional e terapêutico das frutas tropicais está aumentando o consumo dessas frutas nos mercados doméstico e internacional. Diante disso, os frutos desempenham papéis importantes tanto economicamente, através da comercialização de seus produtos, quanto nutricionalmente, por meio de seu consumo (RUFINO et al, 2010).

As frutas são uma fonte de compostos antioxidantes, tais como fenólicos, vitaminas, carotenóides e minerais, que contribuem aos seus efeitos quimiopreventivos (ALMEIDA et al, 2011); e estas substâncias estão recebendo atenção especial entre os compostos presentes em alimentos que possuem propriedades funcionais, pois protegem o corpo humano contra o estresse oxidativo, impedindo um grande número de doenças crônicas degenerativas (CANUTO et al, 2010).

Ainda segundo KUSKOSKI et al (2006) esses compostos fenólicos demonstram a capacidade de captar radicais livres (atividade antioxidante) e seus efeitos na prevenção de enfermidades cardiovasculares e circulatórias, cancerígenas no diabetes e no mal de Alzheimer.

Segundo SOUZA et al (2012), a comercialização de frutas representa uma oportunidade para agricultores locais de obter acesso aos mercados especializados, onde os consumidores demonstram preferência por características exóticas e pela presença de nutrientes capazes de prevenir doenças degenerativas. As escolhas para consumo do fruto não são mais puramente baseadas em gosto e preferência pessoal, mas também no interesse em melhorar a saúde, o que está motivando o aumento na

exploração econômica dos produtos e subprodutos de frutas específicas, atribuído a essa crescente preocupação dos consumidores sobre a relação entre dieta e saúde.

Diante desse aspecto, é de grande importância a determinação da presença significativa de compostos fenólicos totais e elevado potencial antioxidante na graviola, pois, de acordo com CANUTO et al (2010), a caracterização física e química dos frutos e a quantificação dos seus componentes bioativos são importantes para o compreensão do seu valor nutritivo e para aumentar a qualidade e valor do produto final.

Portanto, esses conhecimentos sobre a graviola podem incrementar o consumo pela população, aumentando sua comercialização e criando maior oportunidade de geração de renda para o produtor.

Embora alguns autores como SALGADO et al (1999), PEREIRA et al (2006), SILVA et al (2009), CALDAS et al (2010), MOITINHO et al (2010), SPADA et al (2010) tenham determinado as características químicas da polpa congelada da graviola, não foi especificado o tempo de congelamento das polpas, nem as mudanças dessas características relacionadas ao tempo de conservação. A mesma observação pode ser descrita diante dos estudos da quantificação de fenólicos totais e potencial antioxidante da polpa da graviola avaliada por KUSKOSKI et al (2005), KUSKOSKI et al (2006), MELO et al (2008) e LUNA et al (2009).

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Determinar as características químicas, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante da polpa da graviola produzida nos municípios de Gandu e Wenceslau Guimarães, região sul da Bahia, analisando a polpa do fruto fresco e após 30, 60 e 90 dias de congelamento.

3.2. Específicos

- Determinar as características químicas da polpa fresca da graviola e após congelamento por 30, 60 e 90 dias;
- Analisar as mudanças químicas ocorridas em função do tempo de congelamento da polpa em relação à polpa fresca e o impacto sobre a qualidade da polpa comercializada;
- Verificar se a polpa congelada atende aos Padrões de Identidade e Qualidade de polpas de frutas congeladas, regulamentados pela Legislação brasileira vigente;
- Verificar as contribuições percentuais dos minerais nas amostras de graviola em relação à Ingestão Diária Recomendada (IDR) para um adulto (IOM, 2004), a partir dos valores de macro e microminerais obtidos nas análises efetuadas;
- Avaliar se a graviola pode ser classificada de acordo com a definição da *Food and Drug Administration* (FDA) em “excelente” ou “boa” fonte de minerais analisados, tomando-se como referência que uma porção ingerida da fruta pode suprir pelo menos 20 e 10-20% da IDR, respectivamente;
- Quantificar os compostos fenólicos totais do extrato da polpa fresca e congelada;
- Avaliar o potencial antioxidante do extrato das polpas fresca e congelada pela captura do radical livre 2,2 difenil-1-picrilhidrazil (DPPH);
- Identificar a qualidade da polpa produzida na região de estudo, a fim de auxiliar os produtores no fornecimento de um produto adequado e de qualidade, estimulando portanto o consumo pela população.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Pesquisa e Produção de Microrganismos (Biofábrica), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista – BA, no período de junho de 2012 a janeiro de 2013.

4.1. Etapa 1: DETERMINAÇÕES QUÍMICAS: acidez titulável, ácido ascórbico, °Brix, pH, macrominerais e microminerais

4.1.1. Obtenção da matéria-prima

A colheita dos frutos em estágio de maturação fisiológica para utilização da polpa foi realizada nos municípios de Gandu e Wenceslau Guimarães, região sul da Bahia, onde predomina o clima quente e úmido, temperatura média anual de 25°C, com máxima de 34° e mínima de 16° em Gandu e temperatura média anual de 25,3°C em Wenceslau Guimarães. As cidades estão localizadas nas coordenadas geográficas: 13°30' latitude sul e 39°30' longitude oeste para Gandu e 13°41' latitude sul e 39°35' longitude oeste para Wenceslau Guimarães.

Foram levados à Biofábrica 6 frutos, cultivar Morada, dos quais 3 foram selecionados (com média de peso de 5Kg) e deixados em temperatura ambiente (25°C) para completar o amadurecimento. Após essa etapa, foi retirada a casca e o pedúnculo, mantendo-se a polpa e as sementes (massa), da mesma forma que é realizado pelos produtores da região estudada.

O congelamento da massa dos 3 frutos foi realizado em embalagem plástica, de forma semelhante à dos produtores da região estudada, vedada e mantida em *freezer* durante 30, 60 e 90 dias na temperatura -18°C.

Os tratamentos foram identificados como: T1 (tratamento 1) para polpa fresca, T2 (tratamento 2) para polpa congelada por 30 dias, T3 (tratamento 3) para polpa congelada por 60 dias e T4 (tratamento 4) para polpa congelada por 90 dias.

4.1.2. Análises químicas

Para cada tratamento foram utilizados 3 frutos no mesmo estágio de maturação, sendo realizadas as seguintes análises.

4.1.2.1 Acidez Titulável (AT)

Foram utilizados 5g de polpa misturados a 50mL de água destilada para cada uma das três amostras. Utilizou-se a solução de NaOH 0,1N padronizada, tendo como indicador uma solução de fenolftaleína 1% (3 gotas) para verificar a passagem da coloração (viragem) de branco a rosa (AOAC, 1997- proc. 932-12). Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico por 100 g de polpa.

4.1.2.2 Ácido ascórbico (AA)

Foi feita solução com 20g de polpa + 80mL de ácido oxálico 5% a 5°C. Extraíram-se três amostras de 10mL cada desta solução e realizou-se a titulação com solução de Tilman (DFI-2,6 dicloro-fenol indofenol de sódio) a 0,1%, (RANGANNA, 1977), verificando a mudança da coloração (viragem) de branco a rosa.

Para a titulação do ácido ascórbico padrão utilizou-se solução de 5mL de AA com 45mL de água destilada e a solução de Tilman.

O conteúdo de ácido ascórbico foi expresso em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa.

4.1.2.3 Sólidos solúveis - °Brix- (SS)

Foram determinados por refratômetro digital Reichert, e os valores expressos em % (AOAC, 1997- proc. 920.151), gotejando-se duas gotas da amostra na superfície do aparelho devidamente calibrado a zero.

4.1.2.4 Determinação de pH

O pH foi determinado por pHmetro digital da marca Hanna, com imersão direta de 100ml dos extratos.



Foto: MORAES, M. O. B., 2012.

Figura 2: Amostras para acidez titulável (1). Titulação com NaOH 0,1N (2, 3 e 4). Titulação com Tilman para ácido ascórbico (5). Ponto de viragem de cor após titulação (6). Foto: MORAES, M. O. B., 2012.

4.1.2.5 Determinação de macrominerais e microminerais

As amostras da polpa da graviola congelada foram liofilizadas no equipamento da marca Perrone Cientificus

e, em seguida, enviadas ao Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras-Minas Gerais, para análises de macro e microminerais, de acordo com metodologia de Malavolta et al (1997).

4.1.2.6 Delineamento experimental e análises estatísticas

Adotou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 4 tratamentos (tratamento 1-fruto fresco, tratamento 2-fruto congelado por 30 dias, tratamento 3-fruto congelado por 60 dias, tratamento 4-fruto congelado por 90 dias) com 12 repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e para as comparações entre médias adotou-se o teste de Tukey com nível de significância de 5%. As análises foram feitas no programa estatístico SISVAR 4.2.

4.2. Etapa 2: Determinação de compostos fenólicos e potencial antioxidante do extrato da polpa congelada da graviola pela captura do radical livre DPPH

4.2.1. Determinação de umidade do fruto

Para estabelecer a quantidade de polpa a ser utilizada na preparação do extrato alcoólico, foi necessário determinar a umidade do fruto (IAL, 1985): (1) esterilização das placas: 6 placas foram lavadas e deixadas na estufa à temperatura de 105°C por 24h; após esse procedimento foram esfriadas no dessecador; (2) foram colocados na estufa à temperatura de 105°C em cada placa, 10g da amostra pesados em cápsula de porcelana (balança analítica) e mantidos por 6h; (3) a amostra foi resfriada em dessecador à temperatura ambiente por 1h; (4) a amostra foi pesada em balança analítica da marca Bioprecisa e repetiu-se a operação até que o peso da amostra permanecesse constante, em pelo menos 3 casas decimais, sendo realizado o seguinte

cálculo: $\frac{100 \times N}{P}$ = umidade ou substâncias voláteis a 105°C por cento m/m (em que N = perda de massa em g e P = massa da amostra em gramas). A média dos valores obtidos para umidade da polpa da graviola foi 77%.

4.2.2. Preparação do extrato alcoólico da polpa da graviola

A quantidade da massa calculada para ser utilizada no extrato foi de 39g, adotando-se a regra de três, em que 7,7g de massa (umidade = 77%) correspondem a 100%, portanto, para 30% de umidade tem-se uma massa igual a 39g.

Para preparação do extrato alcoólico, foi adotado procedimento proposto por BRAND-WILLIAMS et al. (1995).

Foram utilizados 2 frutos no mesmo estágio de maturação, nos quatro tratamentos adotados. Foram realizados os seguintes procedimentos:

- (1) Foram comprimidos manualmente, 39 gramas da polpa de cada fruto para extração do suco; a massa e o suco foram então colocados num elermayer;
- (2) Em seguida acrescentaram-se 15mL de álcool etílico a 80% (80mL de álcool etílico e 20mL de água destilada) e, posteriormente, colocados em banho ultrassônico da marca *Cientec* por 25 minutos;
- (3) Após esse tempo, foi retirado o líquido sobrenadante e acrescentaram-se 15mL de álcool etílico a 80% à massa decantada;
- (4) As etapas anteriores foram repetidas três vezes, totalizando 3 tempos de 25 minutos no banho ultrassônico e 45mL de álcool etílico a 80% utilizados;
- (5) Em seguida, o líquido sobrenadante de cada Elermayer (45mL) foi transferido e dividido em 3 falcons, deixando 15mL em cada um;
- (6) Os falcons foram distribuídos em uma centrífuga Semprebio por 1h e 2000 rpm;
- (7) O sobrenadante de cada falcon foi separado da massa decantada e transferido para um falcon de maior volume, sendo então obtido o extrato alcoólico.

4.2.3. Preparo do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)

Para preparação do DPPH, foi adotado procedimento proposto por BRAND-WILLIAMS et al. (1995). O método está baseado na capacidade do DPPH em reagir com doadores de hidrogênio (Figura 1). Na presença de substâncias antioxidantes o mesmo recebe H⁺ sendo então reduzido. O radical DPPH é estável, de coloração púrpura, porém quando reduzido passa a ter coloração amarela.

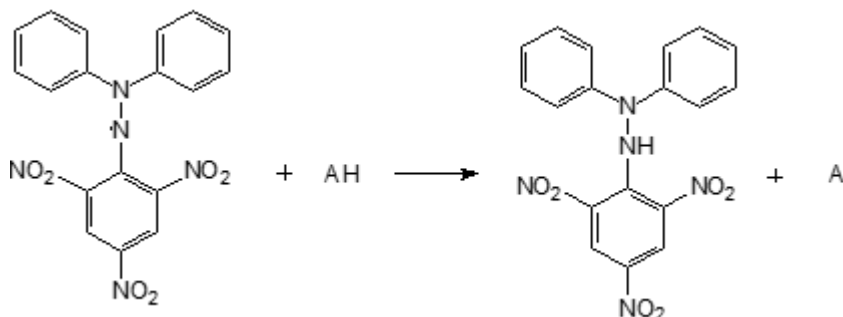


Figura 1: Reação genérica entre o radical livre DPPH e um antioxidante

Pode ser facilmente detectado por espectroscopia devido a sua intensa absorção na região visível. O ensaio é iniciado pela adição do DPPH e a amostra, em solução. A capacidade da amostra de reduzir o DPPH, ou seja, evitar sua oxidação, é evidenciado pela porcentagem de DPPH restante no sistema. Então a porcentagem de DPPH restante é proporcional à concentração de antioxidante (BRAND-WILLIAMS et al, 1995; BONDET et al., 1997).

Nessa etapa do trabalho, foram dissolvidos em um balão volumétrico (protegido da luz com papel alumínio) 2,4 mg de DPPH em álcool etílico 100%, completando o volume para 100mL. O reagente preparado deve ser utilizado no mesmo dia da análise.

4.2.4. Determinação da capacidade antioxidante: atividade antioxidante total através do método do radical livre DPPH

- (1) Utilizou-se o espectrofotômetro da marca Biospectro, calibrado a 515 nm com álcool etílico 100%;
- (2) No tempo 0 (zero) foi colocado somente o DPPH na cubeta para leitura;
- (3) Num tubo de ensaio, o extrato foi misturado a 4 mL de DPPH;

(4) A leitura foi realizada 30 minutos após ser preparada a primeira solução (DPPH + extrato); o desaparecimento do radical DPPH será monitorado ao medir-se o decréscimo da absorbância a 515 nm, que foi lida e registrada após 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos e, subsequentemente, a cada 5 minutos até 30 minutos, quando o radical deverá estabilizar.

(5) As leituras foram realizadas em triplicata.

A queda na leitura da densidade ótica das amostras foi correlacionada com o controle, estabelecendo-se a porcentagem de descoloração do radical DPPH, conforme fórmula abaixo.

$$\% \text{ de proteção} = (\text{Abs}_{\text{controle}} - \text{Abs}_{\text{amostra}}) / \text{Abs}_{\text{controle}}$$

Para a avaliação do potencial antioxidante da polpa da graviola, utilizou-se a classificação de MELO et al (2008): capacidade de sequestro do radical DPPH acima de 70%: forte; entre 50 e 70%: moderada e abaixo de 50%: fraca.

4.2.5. Determinação espectrofotométrica de Fenólicos Totais

Para determinação do teor de compostos fenólicos totais, foi adotado procedimento proposto por WETTASINGHE E SHAHIDI (1999), utilizando o método espectrofotométrico Folin-Ciocalteu (RFC).

Foram utilizados seis tubos de ensaio, forrados com papel alumínio, sendo três para cada fruto, para homogeneizar as substâncias abaixo, sendo utilizada metade do volume estabelecido, na seguinte ordem:

(1º) 0,25 mL de Folin-Ciocalteu (RFC);

(2º) 0,25 mL de extrato

(3º) 0,5 mL de solução saturada de bicarbonato de sódio (NaHCO_3): 10g de NaHCO_3 misturados a 50 mL de água destilada;

(4º) 4 mL de água destilada para completar a solução.

Em seguida, os tubos foram levados ao agitador por 1 minuto e deixados em repouso à temperatura ambiente (28 ± 2 °C) por 25 minutos.

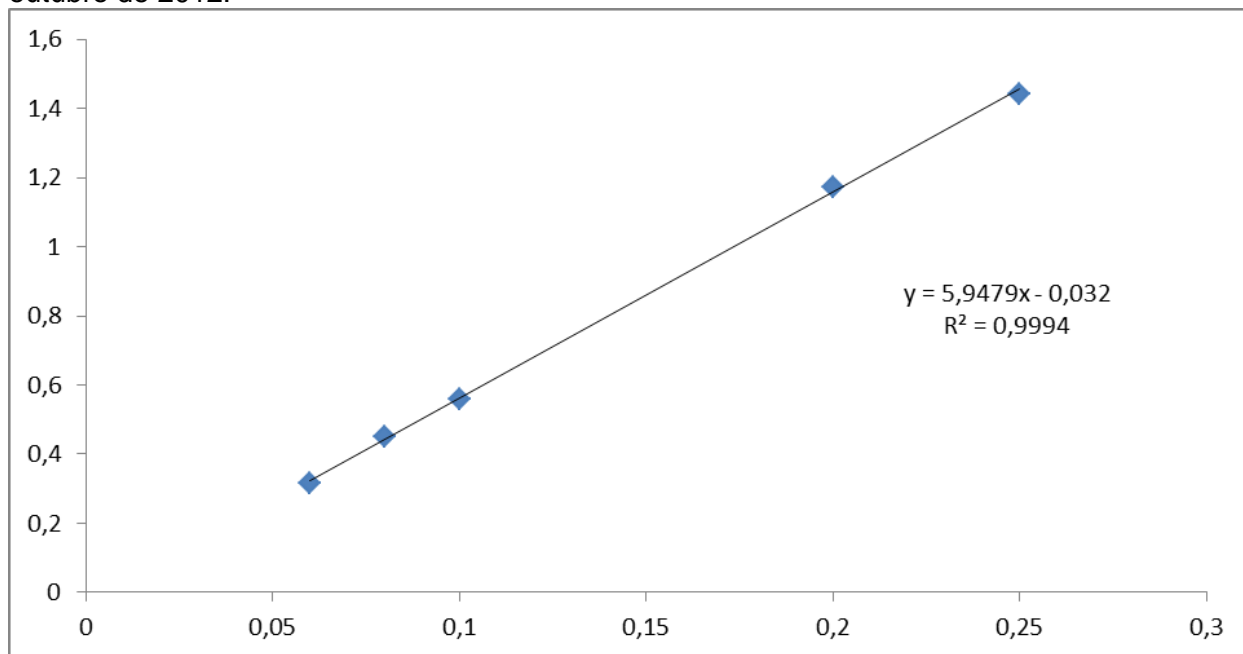
A amostra em branco foi constituída de 0,25 mL do RFC + 0,5 mL de solução saturada de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) + 4 mL de água destilada.

O local de preparo das soluções foi mantido sem luz artificial.

A leitura da absorbância foi obtida a 725nm e os resultados expressos em $\text{mg GAE } 100\text{g}^{-1}$.

O gráfico 1 apresenta a curva padrão de ácido gálico pela qual foram quantificados os valores de compostos fenólicos com coeficientes de determinação não inferiores a 0,9991.

Gráfico 1. Curva padrão de ácido gálico para quantificação de compostos fenólicos em polpa de graviola fresca e após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, outubro de 2012.



4.2.6 Delineamento experimental e análises estatísticas para capacidade antioxidante e compostos fenólicos

O delineamento utilizado foi o Inteiramente Casualizado (DIC), com 4 tratamentos (T1-fruto fresco, T2-fruto congelado por 30 dias, T3-fruto congelado por 60 dias, T4-fruto congelado por 90 dias) com 8 repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e para as comparações entre médias adotou-se o teste de Tukey com nível de significância de 5%. As análises foram feitas no programa estatístico SISVAR 4.2.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

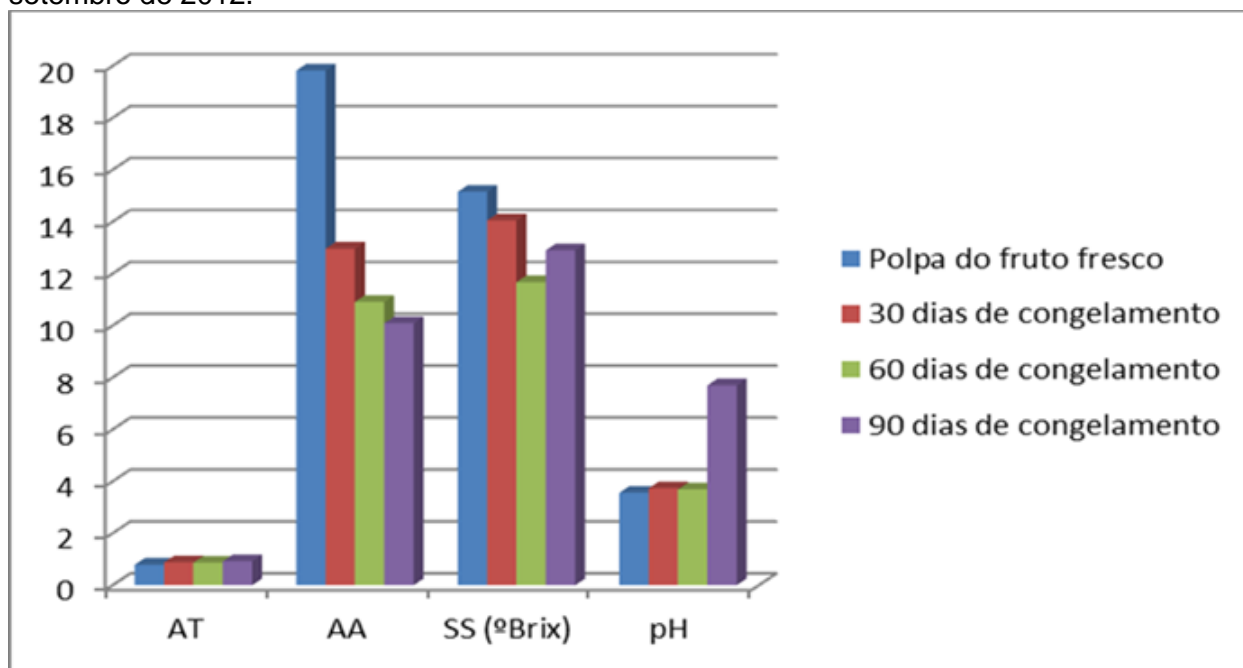
De acordo com os resultados apresentando na Tabela 1, observou-se que as polpas do fruto fresco e congelado por 30, 60 e 90 dias encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pelo Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de graviola: mínimo de 9,00 para valores de sólidos solúveis em °Brix a 20°C, mínimo de 3,50 para valores de pH, mínimo de 0,60g/100g para valores de acidez total expressa em ácido cítrico, mínimo de 10,00mg/100g para valores de ácido ascórbico, e ainda, mesmo após 90 dias de congelamento manteve cor variando branco ao marfim, sabor ácido e aroma próprio (MAPA, 2000).

Tabela 1. Resultados médios das análises de acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), sólidos solúveis (°Brix) e pH da polpa de graviola obtida do fruto fresco e após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.

Tratamento	AT (g/100g)	AA (mg/100g)	(°Brix)	pH
Fruta fresca	0,79 a	19,82 a	15,15 a	3,56 a
30 dias congelamento	0,88 a b	12,96 b	14,05 a b	3,73 a
60 dias congelamento	0,87 a b	10,91 b	11,67 c	3,69 a
90 dias congelamento	0,92 b	10,09 b	12,90 b c	7,70 b

A s letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna apresentam diferença estatística entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Gráfico 2. Resultados médios das análises de AT, AA, SS e pH da polpa de graviola obtida do fruto fresco, após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.



Ao avaliar as variações dos teores de AT, não houve diferença significativa entre a polpa do fruto fresco em relação à polpa congelada por períodos de 30 e 60 dias; porém, observou-se um aumento no valor da AT após 90 dias de congelamento. Comparando-se os três períodos de congelamento, não houve diferença significativa nos valores de AT.

Observou-se que os valores de AA apresentaram-se diferentes entre a polpa do fruto fresco e os três períodos de congelamento, havendo redução nos teores de AA. Entretanto, não os teores de AA não apresentaram diferença significativa nos três períodos de congelamento.

Em relação aos teores de SS (°Brix), foram significativamente semelhantes na polpa do fruto fresco e congelada por 30 dias, apresentando redução para os períodos de congelamento de 60 e 90 dias. Não houve diferença significativa entre os valores no período de congelamento de 60 e 90 dias.

Os pH da polpa mostrou-se semelhantes no fruto fresco e após 30 e 60 dias de congelamento. A polpa mantida congelada por 90 dias apresentou aumento do pH em relação aos outros períodos avaliados.

A umidade da polpa da graviola determinada no presente estudo foi de 77%, menor do que o valor determinado por SALGADO et al (1999), que foi de 87,12%. O referido autor encontrou para a polpa de graviola congelada pH de 3,61, semelhante ao encontrado no presente trabalho para a polpa congelada por 30 e 60 dias, porém menor quando congelada por 90 dias (7,70). O valor de °Brix 12,66 foi semelhante ao encontrado neste estudo, porém a acidez apresentou-se maior (1,46g/100g), comparado com 0,92 da polpa congelada neste trabalho.

SÃO JOSÉ et al (1997) verificaram em 100g de polpa: 3,0g/100g para acidez, pH de 4,2. Os valores encontrados nesse estudo foram menores, provavelmente por características ambientais do cultivo, variedade da cultivar e maturidade dos frutos.

LIMA et al (2002) encontraram nos frutos maduros de graviola valores de 1,02% de acidez titulável em ácido málico, pH de 3,58, teor de sólidos solúveis de 17,6° Brix, semelhantes aos resultados obtidos no presente estudo.

SACRAMENTO et al (2003) encontraram valores semelhantes aos do presente estudo quando avaliados sólidos solúveis (12,18°Brix para a variedade Morada, 13,85°Brix para a Lisa e 13,31°Brix para a Comum), pH (3,47, 3,45 e 3,44, respectivamente), acidez titulável em ácido cítrico (0,92g/100g, 0,92g/100g e 1,00g/100g, respectivamente). Porém, para os valores de ácido ascórbico (35,60mg/100g, 37,67mg/100g e 38,51mg/100g, respectivamente), observa-se teores mais elevados que o determinado para o fruto aqui estudado: 19,82mg/100g de ácido ascórbico.

Resultados semelhantes aos encontrados foram citados por LIMA et al (2003): acidez titulável em ácido cítrico de 0,88% do fruto maduro aos seis dias após a colheita, pH com variação de 5,46 a 3,60 e teor de 14,4 °Brix.

MATA et al (2005) encontraram valores da polpa da graviola *in natura* de 10,7°Brix abaixo dos valores que foram encontrados no estudo: 15,15°Brix, 1,2g/100g para AT, próximo aos valores do presente estudo e 4,5 para pH, um pouco mais elevado comparando com os resultados do presente estudo.

De acordo com resultados encontrados por MEDEIROS et al (2009) estudando a fruta fresca, este estudo apresentou menores valores de pH (3,56, comparado com 6,20 encontrado pelo autor), porém mais que o dobro do teor de sólidos solúveis (15,15°Brix,

comparado com 5,23°Brix encontrado pelo autor) e maiores de acidez titulável (0,79g/100g, comparado com 0,48g/100g encontrado pelo autor).

Valores semelhantes de pH (3,56), maiores de sólidos solúveis (15,15°Brix), menores de acidez titulável (0,79g/100g) e umidade (77%) foram encontrados no fruto fresco quando comparados com polpa da graviola da Amazônia avaliada por CANUTO et al (2010): pH 3,70, 12,0°Brix, acidez titulável de 1,5mg/100g e 88,1% de umidade. Os resultados encontrados para °Brix na polpa congelada foi semelhante aos resultados para polpa fresca do estudo citado. Porém, os resultados obtidos de ácido ascórbico foram muito superiores (19,82mg/100g na fruta fresca e 12,96mg/100g na polpa congelada) comparando com os resultados encontrados para a polpa fresca da graviola na Amazônia (0,1mg/100g), provavelmente pelas diferenças de cultivo, da cultivar e maturidade dos frutos, bem como da metodologia específica utilizada .

CARDOZO et al (2012), ao avaliar o fruto da graviola na Colômbia, encontraram valores de 12,8 °Brix, máximo de 0,74% para acidez total em ácido málico e pH de 3,5, confrontando-se com os resultados observados no presente estudo, que foram maiores para °Brix 15,15, semelhantes para acidez titulável 0,79% e pH 3,56.

Os dados apresentados por PEREIRA et al (2006) para polpa congelada de graviola foram semelhantes para os valores de pH e menores para o °Brix quando comparados com os dados do presente estudo.

Comparando-se os resultados com os dados de SILVA et al (2009), que avaliaram a qualidade físico-química de polpas de frutas congeladas produzidas no interior do Ceará, observou-se valores semelhantes de pH e muito superiores de sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável. Porém os valores de ácido ascórbico foram muito inferiores ao do referido estudo, que estabeleceram 52,48mg/100g, enquanto os resultados encontrados foram em média de 12,96mg/100g para a polpa congelada.

Os valores encontrados na polpa congelada para acidez titulável, pH e sólidos solúveis (°Brix) foram semelhantes aos das polpas de frutas congeladas produzidas e comercializadas nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte (CALDAS et al, 2010), porém a média dos valores de ácido ascórbico (12,96mg/100g) foi 4x maior que a média encontrada (3,50mg/100g) pelo referido autor.

Os valores encontrados na polpa congelada para pH e °Brix foram semelhantes aos determinados no estudo realizado por MOITINHO et al (2010) em polpas de frutas congeladas e comercializadas em supermercados de Feira de Santana-BA, porém a média de acidez titulável foi superior no presente estudo.

Tabela 2. Teores de Nitrogênio (%) e macrominerais (%) em polpa de graviola fresca e após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.

Tratamentos	N	S	P	K	Ca	Mg
Fruta Fresca	1,26 a	0,02 a	0,41 a	0,74 a	0,05 a	0,10 a
30 dias de congelamento	1,27 a	0,02 a	0,46 b	0,76 a	0,05 a	0,10 a
60 dias de congelamento	0,99 b	nd b	0,11 c	1,44 b	0,003 b	0,08 b
90 dias de congelamento	0,99 b	nd b	0,10 c	1,34 b	0,02 b	0,08 b

As letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna apresentam diferença estatística entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os dados em porcentagem (%) da tabela 2 foram convertidos para mg/100g, de acordo com metodologia de KINUPP & BARROS, 2008, para permitir comparações com os dados de estudos revisados e assim discutidos, demonstrados na tabela 3.

Para a conversão do N total (%), fornecido pelos laudos, em proteína, multiplicou-se este valor pelo fator de conversão de proteína vegetal (5,75), obtendo-se o teor de proteína em base seca (KINUPP & BARROS, 2008).

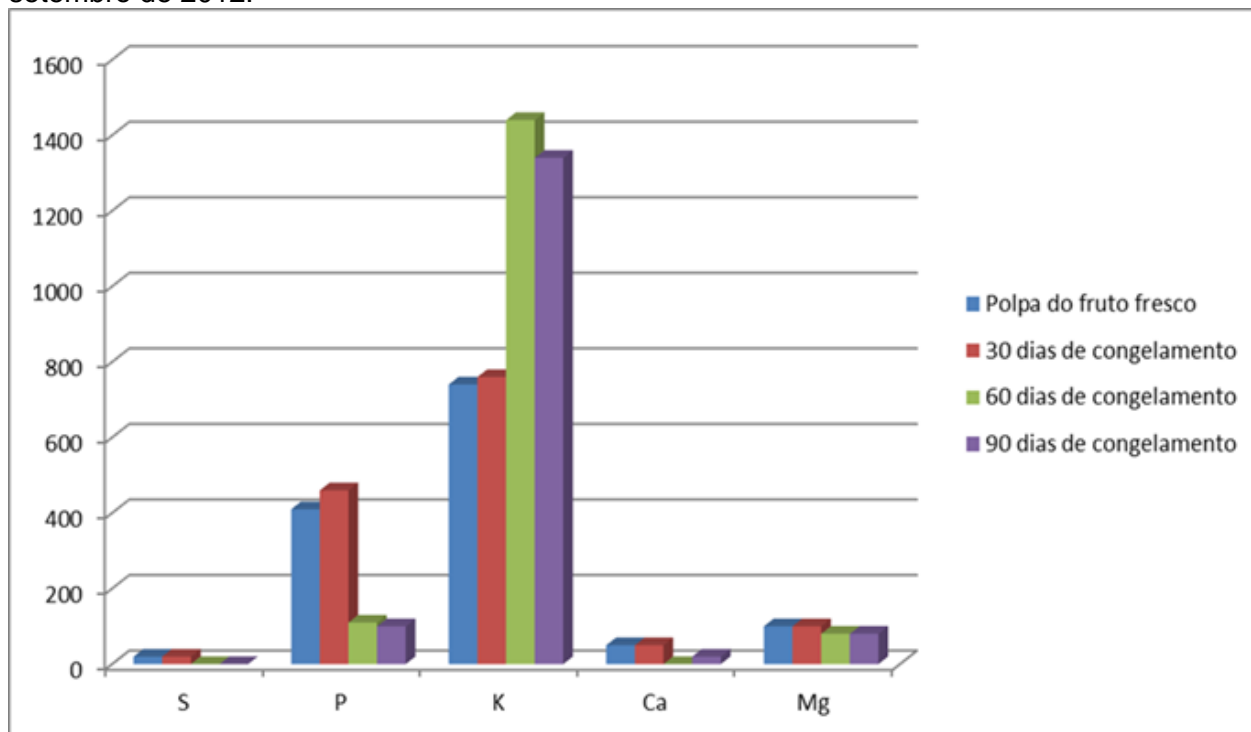
Tabela 3. Teores de Proteínas-Pt (%) e macrominerais (mg/100g) em polpa de graviola fresca e após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.

Tratamentos	Pt	S	P	K	Ca	Mg
Fruta Fresca	7,24 a	20,0 a	410 a	740 a	50,0 a	100 a
30 dias de congelamento	7,30 a	20,0 a	460 b	760 a	50,0 a	100 a
60 dias de congelamento	5,69 b	nd b	110 c	1440 b	20,0 b	80,0 b
90 dias de congelamento	5,63 b	nd b	100 c	1340 b	20,0 b	80,0 b
DRI* homem (31-50 anos)	56g	nd	700mg	4700mg	1000mg	420mg
DRI* mulher (31-50 anos)	46g	nd	700mg	4700mg	1000mg	320mg

As letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna apresentam diferença estatística entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

*DRI: Ingestão Dietética de Referência (IOM, 2004)

Gráfico 3. Teores de macrominerais (mg/100g). Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.



Teores de proteína e macrominerais:

Na fruta fresca e após 30 dias de congelamento a quantidade de proteína foi semelhante, reduzindo após 60 e 90 dias de congelamento da polpa e manteve-se inalterada nesses dois últimos períodos (tabela 3).

O enxofre (S) apresentou-se significativamente semelhante na fruta fresca e após 30 dias de congelamento, não sendo detectado esse mineral após 60 e 90 dias de congelamento; as DRIs do enxofre não foram determinadas. O teor de fósforo (P) apresentou discreto aumento após 30 dias de congelamento em relação à fruta fresca e redução quando a polpa foi congelada por 60 e 90 dias, apresentando-se semelhantes nestes dois últimos períodos, coincidindo com aumento do pH, provavelmente por este mineral apresentar maior solubilidade em meio ácido. Os teores de potássio (K) foram semelhantes na polpa fresca e após 30 dias de congelamento, aumentando quando a polpa foi congelada por 60 e 90 dias e apresentando-se semelhantes nestes dois

últimos períodos. Esse aumento provavelmente ocorreu devido maior dispersão de água devido ao congelamento, o que solubiliza o potássio, que é um mineral hidrossolúvel. Na polpa fresca e após 30 dias de congelamento os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram semelhantes, reduzindo após 60 e 90 dias de congelamento da polpa e apresentando-se semelhantes nestes dois últimos períodos.

Para 100g de polpa fresca de graviola SÃO JOSÉ et al (1997) encontraram: 1,7g para proteínas, 41,6mg para cálcio, 78,4mg para fósforo, 6,0mg para ferro. Valores mais elevados foram determinados para a polpa fresca para proteínas (7,3g), cálcio (50mg), fósforo (410mg) e 11,32mg para ferro.

Tabela 4. Teores de microminerais (ppm) em polpa de graviola fresca e após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.

Tratamentos	B	Cu	Mn	Zn	Fe
Fruta Fresca	3,36 a	0,00 a	0,00 a	11,52 a	106,96 a
30 dias de congelamento	3,36 a	0,00 a	0,00 a	10,80 a	113,24 a
60 dias de congelamento	nd b	nd b	nd b	9,08 a	23,43 b
90 dias de congelamento	nd b	nd b	nd b	7,16 a	28,33 b

As letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna apresentam diferença estatística entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Tabela 5. Teores de microminerais (mg/100g) em polpa de graviola fresca e após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.

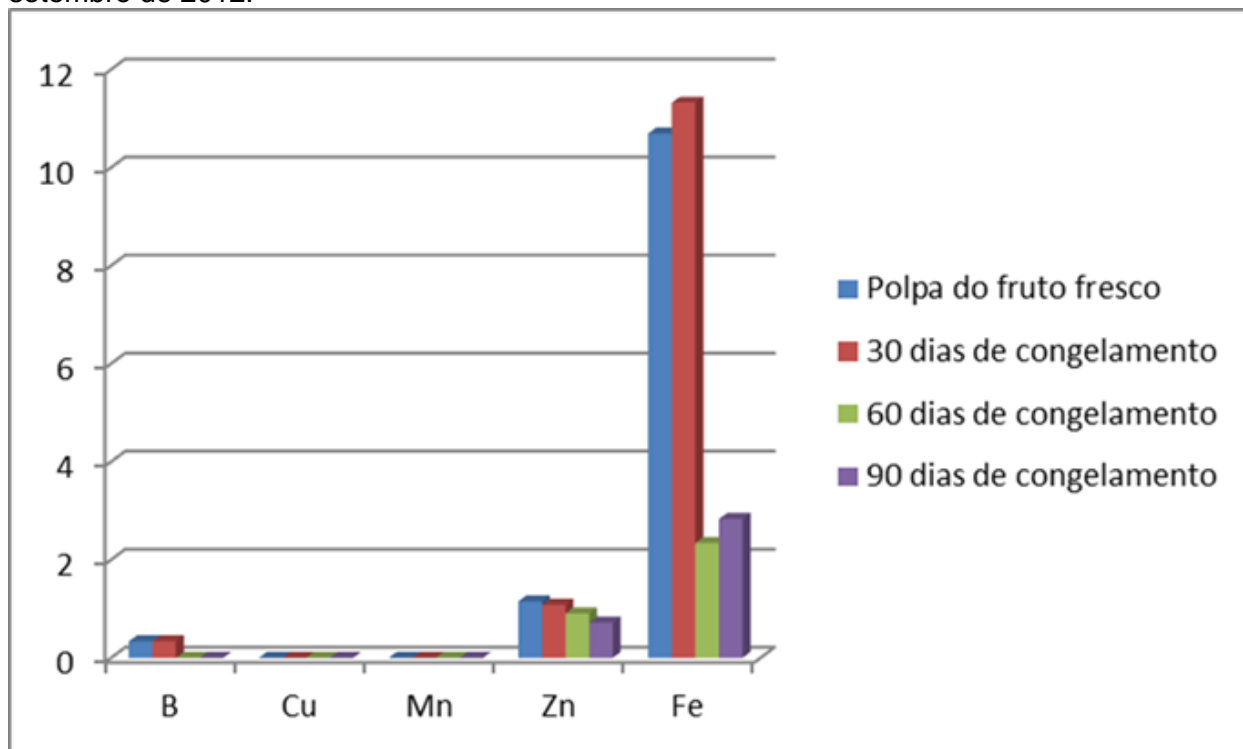
Tratamentos	B	Cu	Mn	Zn	Fe
Fruta Fresca	0,34 a	0,00 a	0,00 a	1,15 a	10,70 a
30 dias de congelamento	0,34 a	0,00 a	0,00 a	1,08 a	11,32 a
60 dias de congelamento	nd b	nd b	nd b	0,91 a	2,34 b
90 dias de congelamento	nd b	nd b	nd b	0,72 a	2,83 b
DRI* homem (31-50 anos)	20**	0,9mg	2,3mg	11mg	8mg
DRI* mulher (31-50 anos)	20**	0,9mg	1,8mg	8mg	18mg

As letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna apresentam diferença estatística entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

*DRI: Ingestão Dietética de Referência (IOM, 2004)

** (em mg) UL: Limite Superior Tolerável de Ingestão

Gráfico 4. Teores de microminerais (mg/100g). Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.



Teores de microminerais:

Na tabela 5, para o micromineral boro (B) foram observados valores semelhantes na fruta fresca e após 30 dias de congelamento, não sendo detectado na polpa congelada por 60 e 90 dias. O cobre (Cu) e o manganês (Mn) não apresentaram valores ou não foram detectados em nenhum período de conservação. Os teores de zinco (Zn) foram significativamente semelhantes em todos os períodos de conservação. Na polpa fresca e após 30 dias de congelamento os teores de ferro (Fe) foram semelhantes, porém apresentou uma redução importante aos 60 e 90 dias de congelamento, sendo semelhante nesses dois períodos de conservação, coincidindo com aumento do pH, provavelmente por este mineral apresentar maior solubilidade em meio ácido.

Foram encontrados valores superiores da composição química da fruta fresca neste trabalho quando comparados aos de LEUNG & FLORES (1961) apud FALCÃO et al (1982), que encontraram por 100g de polpa 1,0g de proteínas, 28,0mg de fósforo,

24,0mg de cálcio, 0,5mg de ferro. Neste trabalho os valores obtidos foram 7,3g de proteínas, 410mg de fósforo, 50mg de cálcio e 11,32mg de ferro.

A polpa da graviola estudada no nordeste brasileiro por ALMEIDA et al, 2009 apresentou a seguinte composição de macrominerais (mg.100g⁻¹): K=227,67, Ca=14,19, Mg=23,14, P=32,43. Quando comparados os valores aqui observados, têm-se para a fruta fresca: o triplo do valor para K (740,0) e Ca (50,0), 4x o valor para Mg (100,0) e mais de 10x o valor para P (460,0). Para microminerais apresentou (em mg.100g⁻¹): Fe=0,83, Mn=0,07, Cu=0,15, Zn=0,46. Quando comparados os valores encontrados neste estudo, têm-se para a fruta fresca: mais de 12x maior para Fe (11,32) e o dobro para Zn (1,15); não sendo detectados valores para Mn e Cu. Nas duas avaliações (macro e microminerais), os valores da polpa congelada avaliadas no presente estudo, também apresentaram valores bastante superiores.

LETERME et al (2006) estudaram a *Annona muricata* L. nas florestas tropicais da costa do Pacífico colombiano e encontraram para macrominerais (mg/100g): Ca=38, P=30, K= 523, Mg=25, S=16. Confrontando-se os resultados para macrominerais da polpa da graviola aqui avaliada, encontrou-se valores superiores de Ca (50,0), 15x maiores de P (460,0), maiores para K (523,0), sendo verificado o dobro na polpa congelada (1440), 4x mais para Mg (100) e maiores para S (20,0). Para microminerais foram encontrados por LETERME et al (2006): Mn=0,07; Zn=0,11; Fe=0,38; Cu=0,10 (em mg/100g); comparando os resultados do presente estudo com esses, têm-se: 10x mais para Zn e 30x mais para Fe, mas não foram detectados valores de Mn e Cu.

De acordo com MELO et al (2008), estes valores discrepantes podem ser decorrentes das características ambientais do cultivo, variedade da cultivar e maturidade dos frutos, além da metodologia específica utilizada.

Tabela 6. Percentual (%) das quantidades de minerais da polpa da graviola em relação à DRIs estabelecidos para homem adulto (31-50 anos de idade), submetida à conservação por congelamento por até 90 dias. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.

	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Fe
Fruta Fresca	65,71	16,17	5,00	23,81	1,70	10,45	141,5*
30 d de cong.	65,71	16,17	5,00	23,81	1,70	10,45	141,5*
60 d de cong.	15,71	30,64	5,00	19,05	—	10,45	35,37
90 d de cong.	15,71	30,64	5,00	19,05	—	10,45	35,37

DRI: Ingestão Dietética de Referência (IOM, 2004)

*O teor de Fe da polpa da graviola é maior do que o estabelecido pela DRI

Tomando-se como referência FDA (IOM, 2004) e (MILLER-IHLI, 1996), pode-se inferir a partir dos dados da tabela 6 que relacionam o percentual dos minerais com a DRI para homens (31-50 anos), que a polpa da graviola é uma excelente fonte de fósforo e magnésio na condição de fruta fresca e congelada por 30 dias; e para os períodos de congelamento de 60 e 90 dias, pode-se classificá-la como boa fonte desses minerais. Como fonte de potássio a classificação é de boa fonte para o fruto fresco e congelado por 30 dias, e excelente fonte após 60 e 90 dias de congelamento. Em relação ao Zn e ferro, pode-se classificá-la como boa fonte e excelente, respectivamente, em todos os tratamentos. Observou-se ainda, valores superiores àqueles estabelecidos pela DRI para ferro; entretanto, não se constitui em boa fonte de cálcio e boro.

Tabela 7. Percentual (%) das quantidades de minerais da polpa da graviola em relação à DRIs estabelecidos para mulher adulta (31-50 anos de idade), submetida à conservação por congelamento por até 90 dias. Vitória da Conquista - BA, UESB, junho a setembro de 2012.

	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Fe
Fruta Fresca	65,71	16,17	5,00	31,25	1,70	14,37	62,89
30 d de cong.	65,71	16,17	5,00	31,25	1,70	14,37	62,89
60 d de cong.	15,71	30,64	5,00	25,00	—	14,37	15,72
90 d de cong.	15,71	30,64	5,00	25,00	—	14,37	15,72

DRI: Ingestão Dietética de Referência (IOM, 2004)

Os dados da tabela 7, que relacionam o percentual dos minerais com a DRI para mulheres (31-50 anos), pode-se classificar a polpa da graviola como excelente fonte de

fósforo e ferro na fruta fresca e congelada por 30 dias, sendo boa fonte desses minerais após congelamento de 60 e 90 dias; boa fonte de potássio quando a polpa é fresca e congelada por 30 dias e excelente fonte após 60 e 90 dias de congelamento; excelente fonte de magnésio em todos os tratamentos; boa fonte de zinco em todos os tratamentos, não sendo boa fonte de cálcio e boro.

Em estudo realizado por SPADA et al (2010), 100g de polpa de frutas congeladas avaliadas na floresta amazônica forneceram 0,2-2,8% de macro e de 2,5 a 100% dos microminerais para adultos (31-50 anos), considerando-se as Referências de Ingestão Diária (DRIs), enquanto 100g das polpas congeladas de graviola estudadas no presente estudo forneceram em relação às DRIs para macrominerais: 5% de Ca, 16-31% de K, 16-66% de P, 19-31% de Mg e para microminerais: 10-14% de Zn e 16-141% de Fe.

Os resultados observados no presente trabalho estão de acordo com a definição da FDA (Food and Drug Administration), a graviola foi classificada em “excelente” ou “boa” fonte dos minerais avaliados, quando uma porção ingerida da fruta pode suprir pelo menos 20 e 10-20% da IDR (IOM, 2004) respectivamente (MILLER-IHLI, 1996).

O corpo humano apresenta, na composição elementar, 96% de sua parte sólida formada pelos compostos de hidrogênio, carbono, oxigênio e nitrogênio, os quais constituem os chamados princípios imediatos: água, proteínas, carboidratos e lipídios. Os 4% restantes são formados pelos minerais, sendo que somente cálcio (1,5%) e fósforo (1%) respondem por 2,5%, cabendo ao 1,5% restante todos os demais minerais, e.g., potássio, sódio, manganês, magnésio, cloro, enxofre, zinco, flúor, cobre e outros. O corpo humano, em condições normais, excreta diariamente de 20 a 30 g de minerais e necessita de reposição imediata por meio da alimentação (FRANCO, 2004).

O enxofre (S) é encontrado no organismo como um constituinte de três aminoácidos, cistina, cisteína e metionina, e de muitas outras moléculas orgânicas. É também é um componente essencial de três vitaminas: tiamina, biotina e ácido pantotênico. O fósforo (P), como fosfato, participa de várias funções essenciais do corpo: o DNA e o RNA são baseados no fosfato; a principal forma celular de energia, o ATP, contém ligações de fosfato de alta energia; como parte dos fosfolipídeos, o fósforo está presente em cada membrana celular do corpo. O potássio (K) está envolvido na

manutenção do equilíbrio hídrico normal, equilíbrio osmótico e o equilíbrio ácido-base; juntamente com o cálcio, é importante na regulação da atividade neuromuscular e promove o crescimento celular, além de prevenir a hipertensão. A ingestão adequada de cálcio (Ca) é necessária para permitir ganhos ótimos na massa e densidade ósseas nos anos pré-puberais e da adolescência; quantidades adicionais de Ca são recomendadas para atender às necessidades da gravidez e lactação; além de sua função na construção e manutenção de ossos e dentes, o Ca também tem uma série de papéis metabólicos nas células de todos os outros tecidos. O magnésio (Mg) desempenha um papel na transmissão e atividade neuromuscular (BIESEK et al, 2010; MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

O boro (B) está associado à manutenção da membrana celular. O cobre (Cu) apresenta maiores concentrações no fígado, cérebro, coração e rim e é um componente de muitas enzimas. O manganês (Mn) também é um componente de muitas enzimas e está associado à formação de tecidos conjuntivo e esquelético, crescimento, reprodução e metabolismo de carboidratos e lipídeos. O ferro (Fe) está envolvido em muitos aspectos da vida, inclusive na função das hemácias, na atividade de mioglobina e nos papéis de várias enzimas (prevenindo a anemia); possui um papel no transporte no sangue e respiratório de oxigênio e dióxido de carbono. O zinco (Zn) participa de reações que envolvem ou a síntese ou a degradação de metabólitos principais – carboidratos, lipídeos, proteínas – e ácidos nucleicos; desempenha papéis estruturais importantes como componentes de várias proteínas e funciona como um sinal intracelular nas células cerebrais, estando envolvido na estabilização de estruturas de proteínas e ácidos nucleicos e na integridade de organelas subcelulares, assim como nos processos de transporte, função imune e expressão da informação genética (BIESEK et al, 2010; MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

O conhecimento pelos consumidores da importância dos macro e microminerais contidos na polpa da graviola, diante das suas funções para manutenção da saúde do organismo, favorece o aumento do interesse no consumo da fruta, pois a população está cada vez mais preocupada com a relação entre dieta e saúde, associada à prevenção de várias doenças, principalmente aquelas classificadas como crônicas não transmissíveis: diabetes mellitus, hipertensão, cardiopatia, câncer e outras.

Tabela 8. Teores de Fenólicos Totais (valores expressos em mg GAE 100g⁻¹) e percentual de Inibição do radical livre DPPH em extratos etanólicos de polpa de graviola fresca e após 30, 60 e 90 dias de congelamento. Vitória da Conquista - BA, UESB, outubro de 2012 a janeiro de 2013.

Tratamentos	Fenóis (mg GAE 100g ⁻¹)	% de inibição do DPPH
Fruta Fresca	79,38 a	71,24 a
30 dias de congelamento	81,89 a	72,47 a
60 dias de congelamento	64,79 b	67,71 a b
90 dias de congelamento	60,79 b	62,36 b

As letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna apresentam diferença estatística entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Determinação do potencial antioxidante e compostos fenólicos

Observou-se que o percentual de inibição do DPPH (tabela 8) é significativamente semelhante na polpa fresca e congelada por 30 e 60 dias, porém após 90 dias de congelamento verificou-se redução do potencial de sequestro do radical. Comparando-se o período de congelamento de 60 e 90 dias, os resultados também foram significativamente semelhantes. De acordo com os resultados obtidos neste estudo, pode-se considerar que a polpa da graviola fresca e congelada até 60 dias possui alta capacidade de sequestro do radical livre DPPH e, portanto, elevada atividade antioxidante; mesmo após congelamento por 90 dias, a polpa apresentou moderada capacidade de inibição do DPPH.

Em relação à análise da quantidade de fenóis totais da polpa da graviola, nos tratamentos com a fruta fresca e após 30 dias de congelamento não houve diferença significativa, apresentando teores elevados desses compostos (81,89 mg GAE 100⁻¹). Também não houve diferença estatística nos valores de fenóis entre as polpas congeladas por 60 e 90 dias, porém observou-se redução desses compostos quando comparado fruta fresca e congelada por 30 dias e aquelas congeladas por 60 e 90 dias. Verificou-se que os teores elevados de fenóis totais na polpa fresca e após 30 dias de congelamento foram correspondentes ao alto potencial de sequestro do radical DPPH da polpa nesse período de conservação.

No trabalho de LIMA et al (2002), a quantidade de compostos fenólicos (0,16%) apresentou-se muito aquém do exposto neste trabalho, provavelmente devido características ambientais do cultivo, variedade da cultivar e maturidade dos frutos.

Confrontando-se o conteúdo de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante (pelo método de sequestro do DPPH) de polpas de frutas congeladas do presente estudo com resultados encontrados por KUSKOSKI et al (2005), que determinou-se a atividade antioxidante das polpas de frutas de maior consumo no mercado sul brasileiro (amora, uva, açaí, goiaba, morango, acerola, abacaxi, manga, graviola, cupuaçu e maracujá), observa-se 84,3mg/100g de fenóis totais e sequestro de DPPH (30 min) de 57,15% para a graviola, enquanto neste estudo encontrou-se valores de fenóis totais de 81,89mg/100g após 30 dias de congelamento e 64,79mg/100g após 60 e 90 dias de congelamento, bem como maior percentual de capacidade de inibição do DPPH: 72,47% após 30 dias de congelamento e 67,71% após 60 e 90 dias de congelamento.

KUSKOSKI et al (2006) avaliaram a atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas de frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas, incluindo a graviola, foram encontrados também índice de polifenóis totais (84,3 mg100g⁻¹) semelhantes ao do presente estudo (72,47 mg100g⁻¹), demonstrando em ambos os estudos, alta concentração desses compostos na polpa da graviola congelada.

Resultados semelhantes de capacidade antioxidante da polpa da graviola congelada foram citados por MELO et al (2008), que exibiu forte capacidade para sequestrar o DPPH a partir de 30 minutos da reação, conforme outras frutas que apresentam alto potencial antioxidante como manga, acerola e goiaba.

CANUTO et al (2010) encontraram valores de 60mgGAE100g⁻¹ de fenóis totais para a polpa de graviola fresca procedente da região Amazônica, relativamente menor que o valor médio observado neste estudo (81,89mgGAE100g⁻¹), apresentando, portanto, quantidade de fenóis totais somente inferior quando comparados com as polpas de acerola, açaí, buriti e noni, dentre as 15 espécies estudadas pelos autores citados.

SOUZA et al (2011) determinaram a concentração dos compostos fenólicos dos resíduos de polpa de *Annona muricata* L. encontrando teores de 18,60 mgGAE100g⁻¹

para extratos aquosos e $24,11 \text{ mgGAE}100\text{g}^{-1}$ para hidroalcólicos, resultados bastante inferiores aos observados neste estudo: $81,89 \text{ mgGAE}100\text{g}^{-1}$ para polpa fresca e $64,79 \text{ mgGAE}100\text{g}^{-1}$ para polpa congelada. Quando avaliaram sua capacidade antioxidante in vitro, pelo método de captura de radicais DPPH•, os extratos de resíduo de acerola e goiaba apresentaram uma forte capacidade antioxidante nos primeiros 5 min de reação, com expressiva redução do radical DPPH, enquanto os extratos de graviola e cupuaçu apresentaram moderada capacidade de sequestro do radical DPPH•, ao longo do tempo da reação, diferente dos dados avaliados neste estudo, onde o extrato alcoólico da polpa da graviola fresca apresentou alta capacidade de sequestro do radical DPPH.

6. CONCLUSÕES

As polpas de graviola oriundas de fruto fresco e congeladas por até 90 dias, mantêm os padrões de qualidade, relativos à acidez titulável, ácido ascórbico, sólidos solúveis (^oBrix) e pH estabelecidos pelo Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa da graviola.

A polpa de graviola fresca ou congelada por até 90 dias apresenta uma boa a excelente fonte de potássio, fósforo, magnésio, zinco e ferro.

O congelamento da polpa por até 30 dias não determina perda dos macro e microminerais, havendo redução na sua quantidade após 60 e até 90 dias de congelamento; porém, nesses dois períodos de conservação a polpa da graviola mantém-se ainda boa a excelente fonte desses nutrientes.

Em relação ao potencial antioxidante da polpa da graviola, a polpa fresca e congelada por até 60 dias possui alta capacidade de sequestro do radical livre DPPH e, portanto, elevada atividade antioxidante; apresentando ainda moderada capacidade de inibição do DPPH mesmo até congelamento por 90 dias.

A polpa da graviola apresenta elevada quantidade de compostos fenólicos totais na polpa fresca e até 30 dias de congelamento e moderada quantidade desses compostos após 60 e até 90 dias de congelamento, correlacionada ao potencial de sequestro do radical DPPH da polpa nesses períodos;

A polpa da graviola produzido e comercializada na região sul da Bahia é um produto que apresenta alta qualidade, em função da sua composição mineral e elevado potencial antioxidante tanto na condição de polpa fresca quanto congelada.

REFERÊNCIAS

ADAB - Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia, 2010. Disponível em: <<http://www.adab.ba.gov.br>. Acesso em 11 de maio de 2011.

ADEWOLE, S. O. & OJEWOLE, J. A. O. Protective effects of annona muricata linn. (annonaceae) leaf aqueous extract on serum lipid profiles and oxidative stress in hepatocytes of streptozotocin-treated diabetic rats. **Afr. J. Trad.** 6 (1): 30-41. 2009.

AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. Arlington: Patrícia Cuniff (Ed.), p.37-10, 42-2, 44-3, 45-16. 1997.

AOAC-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis. 13 ed. Washington, D.C., 1980.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; FONSECA, M. L.; MAGALHÃES, C. E. C.; LOPES, M. F. G.; LEMOS, T. L. G. Avaliação de macro e microminerais em frutas tropicais cultivadas no nordeste brasileiro. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 29(3): 581-586, jul.-set. 2009.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUZA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M. P.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIS GAM, et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, 44, 2155–2159. 2011.

AMAYA-FARFAN, J.; DOMENE, S. M. A.; PADOVANI, R. M. DRI: síntese comentada das novas propostas sobre recomendações nutricionais para antioxidantes. **Rev. Nutr.**, Campinas, 14(1): 71-78, jan./abr., 2001.

AZEVEDO, R. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Produtos Agropecuários\Frutas\Tropicais. 2004.

BIESEK, S.; ALVES, L.A.; GUERRA, I. **Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte.** 2ª edição. Barueri, SP: Manole, 2010.

BONDET, V.; BRAND-WILLIAMS, W.; BERSET, C. Kinetics and mechanism of antioxidant activity using the DPPH free radical method. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.30, n.6, p.609-615, 1997.

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

BRASIL. Instrução Normativa nº 1, de 07 de janeiro de 2000, do **Ministério da Agricultura e Abastecimento**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção 1, p. 54

BRASIL. Resolução RDC n.12, de 02 de janeiro de 2001, da **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1, p. 45-53.

CALDAS, Z. T. C. C.; ARAÚJO, F. M. M. C.; MACHADO, A. V.; ALMEIDA, A. K. L.; ALVES, F. M. S. Investigação de qualidade das polpas de frutas congeladas comercializadas nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. **Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável** (Mossoró-RN-Brasil) v.5, n.4, p. 156-163 outubro/dezembro de 2010.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, dezembro 2010.

CARDOZO, C. J. M.; LOZANO, V. V.; BETANCUR, D. P. Y.; VELÁSQUEZ, H. J. C.; VALENZUELA, J. R. C. Physiological and Physico-Chemical Characterization of the Soursop Fruit (*Annona muricata* L. cv. Elita). **Rev. Fac. Nal. Agr.** Medellín 65(1):-6477-6486. 2012.

CHRISTIAN, G. D. **Analytical Chemistry**. 6 ed. New York: John Wiley & Sons, 848 p. 2003.

CRUZ, F. L.; BARRETO, W. S.; MUNIZ, W. S.; DAMASCENO, J. A. R.; OLIVEIRA, F. J. & SACRAMENTO, C. K. Caracterização físico-química de três tipos de graviola (*Annona muricata* L.). Resumos do **XVI Congresso Brasileiro de Fruticultura** p.319. (CD-ROM). 2000.

DANI, C.; AGINONI, J. C.; CALLONI, C.; SALVADOR, M.; SPADA, P. D. S. Viabilidade celular de cultura de linfócitos tratados com *Annona muricata* L. **Ciência em Movimento**. Ano XII, nº 24. 2010/2.

EBAL-EMPRESA BAIANA DE ALIMENTOS. Disponível em <www.ebal.ba.gov.br/novagestao>. Acesso em: 05/08/2011.

EMBRAPA-AGROINDÚSTRIA DE ALIMENTOS. Informação Tecnológica. Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. 2005

FALCÃO, M. A.; LIERAS, E.; LEITE, A. M. C. Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade da graviola (*Annona muricata* L.) na região de Manaus. **Acta Amazônica** 12(1): 27-32, 1982.

FOLIN, C.; CIOCALTEU, V. Tyrosine and tryptophan determination in proteins. **J Biol Chem**, v.73, p.627-650, 1927.

FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos. 9 ed. São Paulo: Atheneu, 2004. 307 p.

FREITAS, A. L. G. E. **Caracterização da produção e do mercado da graviola (Annona muricata L.) no estado da Bahia**. Vitória da Conquista-BA. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

GAZETA GRUPO DE COMUNICAÇÕES. Anuário Brasileiro da Fruticultura 2005. www.anuarios.com.br. Acesso em 15 de maio de 2011.

GEORGE, V. C.; KUMAR, D. N.; RAJKUMAR, V.; SURESH, P. K.; KUMAR, A. Quantitative Assessment of the Relative Antineoplastic Potential of the n-butanolic Leaf Extract of *Annona muricata* Linn. In Normal and Immortalized Human Cell Lines. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, v.13, 699-704. 2012.

HAMIZAH, S.; ROSLIDA, A. H.; FEZAH, O.; TAN, K. L.; TOR, Y. S.; TAN, C. I. Chemopreventive Potential of *Annona Muricata* L. Leaves on Chemically-Induced Skin Papillomagenesis in Mice. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, v.13, 2012.

HASSIMOTTO, N. M.; GENOVESE, M. I. & LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **J Agric Food Chem** 53: 2928–2935. 2005.

IBRAF. Informes Setoriais: **Fruticultura**. www.ibraf.org.br. Acesso em 15 de maio de 2011.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário. Rio de Janeiro, RJ. 777p. 2009.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1736&id_pagina=1>. Acesso em: 29/11/2011.

IBRAF-INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acesso em: 29 /11/ 2011.

IAL-INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed. São Paulo: Editora do Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1., p. 371.

IAL-INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 21-22.

IOM-INSTITUTE OF MEDICINE. Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. Available online. 2004
<<http://www.nap.edu/catalog/10925.html>>.

KINUPP, V.F. & BARROS, I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 28(4): 846-857, out.-dez. 2008.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 25(4): 726-732, out.-dez. 2005.

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

LETERME, P.; BULDGEN, A.; ESTRADA, F.; LONDOÑO, A. M. Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain forest of Colombia. **Food Chemistry**, v. 95, n. 4, p. 644-652, 2006.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, A. C. Avaliação da Qualidade e da Suscetibilidade ao Escurecimento Oxidativo de Graviola (*Annona muricata* L.). Proc. Interamer. **Soc. Trop. Hort.** 46:23-26. Fruit/Frutales – October, 2002.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; FILGUEIRA, H. A. C.; ENÉAS-FILHO, J. Comportamento respiratório e qualidade pós-colheita de graviola (*Annona muricata* L.) “morada” sob temperatura ambiente. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, p. 49-52, abril 2003.

LIMA, M. C.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Mudanças relacionadas ao amaciamento da graviola durante a maturação pós-colheita. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.12, p.1707-1713, 2006.

LUNA, A. F.; FREITAS, T. M. B.; ALVES, I. C.; SILVA, J. N.; LUZ, E. W. M. Potencial antioxidante da polpa industrializada e in natura da *Annona muricata* L. IV **Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica**. Belém-PA, 2009.

LUNA, A. F.; FREITAS, T. M. B.; ALVES, I. C.; PINTO, C. E. M.; LUZ, E. W. M. Atividade fitoquímica e antioxidante da folha *Annona muricata* L. frente ao radical ABTS. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí**, Campus Teresina - Zona Sul. 2010.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. KRAUSE, **Alimentos, nutrição & dietoterapia**. 11ª edição, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas. Princípios e Aplicações**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 2.ed. Piracicaba-SP, 1997.

MANACH C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; REMESY, C.; JIMENEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, n.5, p.727-747, 2004.

MATA, M. E. R. M.; DUARTE, M. E. M.; ALSEMO, G. C. S.; RODRIGUES, E.; GUEDES, M. A.; CAVALCANTI, A. S. R.; OLIVEIRA, C. A. A. Obtenção de graviola em pó pelo processo de liofilização. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.7, n.2, p.165-172, 2005.

MEDEIROS, P. V. Q.; MENDONÇA, V.; MARACAJÁ, P. B.; AROUCHA, E. M. M.; PEREIRA, R. G. Physical-chemical characterization of atemóia fruit in different maturation stages. **Revista Caatinga**. Mossoró, Brasil, v.22, n.2, p.87-90, abril/junho de 2009. Universidade Federal Rural do semi-árido-UFERSA.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; ARAÚJO, C. R. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alim. Nutr.**, Araraquara v.19, n.1, p. 67-72, jan./mar. 2008

MILLER-IHLI, N. J. Atomic Absorption and Atomic Emission Spectrometry for the determination of the trace element content of selected fruits consumed in the United States. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 9, n. 4, p. 301-311, 1996.

MOITINHO, B. L. R.; SANTOS, R. F.; SILVA, C. M. R. Caracterização de polpas de frutas tropicais e elaboração do néctar. Anais do **XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS**, Feira de Santana-BA, 18 a 22 de outubro de 2010.

PEREIRA, J. T. K.; OLIVEIRA, K. A. M.; SOARES, N. F. F.; GONÇALVES, M. P. J. C.; PINTO, C. L. O.; FONTES, E. A. F. Avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de viçosa-MG. **Alim. Nutr.**, Araraquara v.17, n.4, p.437-442, out./dez. 2006.

PIETTA, P.G. Flavonoids as antioxidants. **J. Nat. Prod.**, v. 63, n. 7, p. 1.035-1.042, 2000.

RANGANNA, S. **Manual of analysis of fruit and vegetable products**. New Delhi: McGraw-Hill, 1977. 634p.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: determinação da

atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Embrapa**, julho, 2007, Fortaleza, CE.

SACRAMENTO, C. K.: **CEPLAC**, 2000. www.ceplac.gov.br. Acesso em 15 de maio de 2011.

SACRAMENTO, C. K.; FARIA, J. C.; CRUZ, F. L.; BARRETO, W. S.; GASPAR, J. W.; LEITE, J. B. V. Caracterização física e química de frutos de três tipos de gravioleira (*Annona muricata* L.). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 329-331, Agosto 2003

SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B.; MELO FILHO, A. B. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. **Rev. Nutr.**, Campinas, 12(3): 303-308, set./dez., 1999.

SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. **Anonáceas, produção e mercado (Pinha, Graviola, Atemóia e Cherimólia)**. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB. Departamento de fitotecnia e zootecnia. Vitória da Conquista – Bahia - Brasil. P.32, 1997.

SÃO JOSÉ, A. R. **Cultivo e mercado da graviola**. 10ª semana Internacional da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria 01 a 04 de setembro de 2003–Centro de Convenções Fortaleza – Ceará – Brasil. FRUTAL'2003 Cooperativismo e Agronegócio.

SEAGRI/BA 2010-SECRETARIA DA AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. www.seagri.ba.gov.br. Acesso em 16 de maio de 2011.

SILVA, M. T. M.; OLIVEIRA, J. S.; JALES, K. A. Avaliação da qualidade físico-química de polpas de fruta congeladas comercializadas no interior do Ceará. 2009

SMOLIN, L. A.; GROSVENOR, M. B. Nutrition: science and applications with bloklet package. Orlando: John Wiley & Sons Inc, 1.ed, p 864, 2007.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. Braz. **J. Food Technol.**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 202-210, jul./set. 2011.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, p. 381–386, 2012.

SPADA, P. D. S.; BORTOLINI, G. V.; PRÁ, D.; SANTOS, C. E. I.; DIAS, J. F.; HENRIQUES, J. A.; SALVADOR, M. Macro and microminerals: are frozen fruits a good source? **An Acad Bras Cienc**. 82 (4): 861-867, 2010.

WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening Primrose Meal: A Source of Natural Antioxidants and Scavenger of Hydrogen Peroxide and Oxygen-Derived Free Radicals. **J. Agric. Food Chem**, v. 47, p. 1801-1812, 1999.

www.gandu.ba.gov.br Site da Prefeitura Municipal de Gandu-BA. Acesso em 03 de julho de 2011.

www.almanaquedocacau.com.br/wenceslauguimaraes Acesso em 03 de julho de 2011.

ZHI, J.; MOORE, R.; KANITRA, L. The effect of short-term (21-day) orlistat treatment on the physiologic balance of six selected macrominerals and microminerals in obese adolescents. **J Am Coll Nutr**, v.22: 357–362. 2003.