



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB  
CAMPUS ITAPETINGA  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE  
ALIMENTOS**

**COMPOSTOS BIOATIVOS DA POLPA, CASCA E FOLHAS DA GRAVIOLEIRA  
SOB DIFERENTES MÉTODOS DE SECAGEM**

**MESTRANDA: Ana Carolina Morais Silva**

**ORIENTADOR: Prof. DSc. Abel Rebouças São José**

**ITAPETINGA – BA  
ABRIL/20**

**ANA CAROLINA MORAIS SILVA**

**COMPOSTOS BIOATIVOS DA POLPA, CASCA E FOLHAS DA GRAVIOLEIRA  
SOB DIFERENTES MÉTODOS DE SECAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos.

**ORIENTADOR:** Prof. *DSc.* Abel Rebouças São José

**ITAPETINGA  
ABRIL/2016**

634.41 Silva, Ana Carolina Morais.

S578c Compostos bioativos da polpa, casca e folhas da gravioleira sob diferentes métodos de secagem. / Ana Carolina Morais Silva. – Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2016.  
59 fl.

Dissertação do Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Alimentos. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Abel Rebouças São José.

1. Graviola – Polpa, casca e folhas – propriedades bioativas. 2. Graviola – Qualidades nutricionais. 3. Medicina natural – Gravioleira – Usos. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. II. São José, Abel Rebouças. III. Título.

**CDD(21): 634.41**

#### **Catálogo na Fonte:**

Cláudia Aparecida de Souza – CRB 1014-5ª Região  
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por assunto:

1. Graviola : Propriedades bioativas
2. Graviola : Qualidades nutricionais
3. Medicina natural : Gravioleira
4. Graviola : Polpa, casca e folhas : usos



**Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia**  
Programa de Pós-Graduação  
**Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos**



Áreas de Concentração: Engenharia de Alimentos  
Ciência de Alimentos

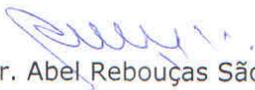
**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

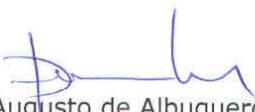
**Título: COMPOSTOS BIOATIVOS DA POLPA, CASCA E FOLHAS DA GRAVIOLEIRA SOB DIFERENTES MÉTODOS DE SECAGEM.**

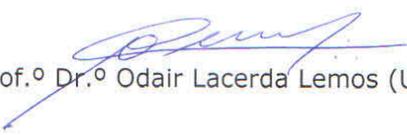
**Autor (a): ANA CAROLINA MORAIS SILVA**

**Orientador (a): Prof.º Dr. Abel Rebouças São José**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de **MESTRE EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CIÊNCIA DE ALIMENTOS**, pela Banca Examinadora.

  
Prof.º Dr. Abel Rebouças São José (UESB)

  
Prof.º Dr. Sérgio Augusto de Albuquerque Fernandes (UESB)

  
Prof.º Dr.º Odair Lacerda Lemos (UESB)

**Itapetinga-BA, 29 de abril de 2016.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço meus pais, **Leonilto dos Santos Silva e Cleide Marilda Morais Silva**, minhas irmãs, **Iana Sonali e Samara Morais** e minha sobrinha **Ana Beatriz** por acreditarem, apoiarem e tornarem tudo isso possível.

A **Nilma Margarida**, pessoa querida, que me aconselhou e incentivou a seguir essa jornada.

Ao meu orientador, **Abel Rebouças São José**, pela oportunidade e confiança a mim dada, por todo seu carinho, paciência e por todo o apoio dado. Sempre será um prazer poder aprender contigo.

À **Marinês Pereira Bomfim** pelo apoio e orientação em todas as etapas do mestrado.

Aos colegas da Biofábrica, em especial **Jailson, Maria Olímpia, LiLian, John Porto e Ivan** pela assistência sempre que precisei.

Aos colegas do mestrado **Marília, Jorge, Mariana e Mylena** por todos os ensinamentos e pelas ótimas experiências vivenciadas durante este período e claro por todos os desesperos em vésperas de prova de estatística.

As minhas amigas **Erlania e Adriana** pela força e parceria.

A **André Ferraz** pelo apoio, companheirismo e carinho.

A todos os quais eu deixei de citar, mas que de alguma forma fizeram parte dessa caminhada. Muito obrigada!

## RESUMO

SILVA, A.C.M. **Compostos bioativos da polpa, casca e folhas da gravioleira sob diferentes métodos de secagem.** Itapetinga – BA: UESB, 2016. 59p. (Dissertação Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos)

A procura contínua de fontes nutricionais para uma alimentação saudável vem despertando na população o interesse em consumir frutas tropicais como a graviola. Este fruto além de apresentar um sabor diferenciado, pouca caloria, e elevados teores de água, possui quantidades apreciáveis de compostos bioativos. Durante o processamento da graviola para obtenção da polpa, uma significativa quantidade de cascas são descartadas como resíduo no meio ambiente. As folhas, outra importante parte da planta, geralmente são descartadas nos pomares de gravioleira, durante as operações de poda. Assim sendo, questiona-se se estas não poderiam ser melhor utilizadas, e dessa forma, agregando valor às mesmas, podendo inclusive constituir-se em mais um coproduto da gravioleira. Na medicina natural, suas partes (cascas, raízes, folhas, polpa e sementes) têm sido utilizadas na prevenção de diversas doenças, devido às suas propriedades terapêuticas como adstringente, antitérmico, diurético, antidepressivo, sedativo, antiespasmódico, anti-inflamatório, hipotensivo e antidiabético. Diante deste contexto, devido aos escassos dados sobre folhas e cascas do fruto da gravioleira, o objetivo desse trabalho é determinar compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa, casca de frutos e folhas de gravioleira sob secagem convectiva e liofilização. As determinações foram as seguintes: pH, acidez total, °Brix, ácido ascórbico, compostos fenólicos, flavonoides totais, carotenoides e clorofilas e a capacidade antioxidante total (DPPH). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com nove repetições e aplicado o teste t de Student ao nível 5% de probabilidade. Os resultados obtidos permitiram concluir que o fruto da graviola apresenta em sua constituição, tanto na polpa quanto na casca e assim como nas folhas, significativos conteúdos de ácido ascórbico, carotenoides, clorofilas, fenólicos totais e flavonoides; apresentam ainda uma elevada capacidade de sequestro do radical DPPH, indicando forte potencial antioxidante. As amostras liofilizadas apresentam atributos de compostos bioativos superiores àquelas submetidas à secagem convectiva, contribuindo para a preservação de suas qualidades nutricionais.

**Palavras-chave:** compostos fenólicos, capacidade antioxidante, caracterização química.

## SUMMARY

SILVA, A.C.M. **Bioactive compounds in soursop fruit (pulp and fruit peel) and leaves under different drying methods.** Itapetinga – BA: UESB, 2016. 59p. (Dissertation - Master Degree in Food Engineering and Science)

The continuous search of nutritional sources for healthy eating has increased the population's interest in consuming tropical fruits like soursop. This fruit in addition to its distinctive flavor, low calorie, and high water content, has significant amounts of bioactive compounds. During the processing of soursop to obtain the pulp, a significant amount of husks are discarded as waste into the environment. The leaves, another important part of the plant, are usually discarded in soursop trees, during pruning operations. Therefore, the question is how could they be better used in order to add value to them, and maybe getting others coproduct of soursop. In natural medicine, parts of soursop trees (bark, roots, leaves, pulp and seeds) have been used in the prevention of various diseases due to its therapeutic properties as an astringent, antipyretic, diuretic, antidepressant, sedative, antispasmodic, anti-inflammatory, hypotensive and antidiabetic. Considering this context, due to the scarce data on leaves and fruit of the soursop, the aim of this study was to determine bioactive compounds and antioxidant activity of pulp, fruit peel and soursop leaves under different drying methods: lyophilization and convective drying. To determine the chemical, the bioactive compounds and antioxidant activity, a completely randomized blocks design was used (DIC) with nine replications and the Student t test was applied at 5% level of probability. From the obtained results it is possible to conclude that soursop fruit presents in its constitution (pulp and fruit peel), as well as in soursop tree leaves, high content of ascorbic acid, carotenoids, chlorophyll, phenolic compounds and flavonoids; it was also observed a strong ability of scavenging free radicals (DPPH). Concerning to drying methods for the different samples, it was observed that lyophilization method was in general the most suitable for preserving bioactive compounds and quality.

**Key words:** phenolic compounds, antioxidant, free radical, nutraceutical properties.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1a</b> - Gravioleira, cultivar Morada .....	16
<b>Figura 1b</b> - Fruto da gravioleira .....	16
<b>Figura 1c</b> - Polpa e sementes da graviola .....	16
<b>Figura 2</b> - Equilíbrio entre produção de espécies reativas de oxigênio e sistema antioxidante .....	21
<b>Figura 3</b> - Esquema geral de um liofilizador .....	25
<b>Figura 4a</b> - Frutos da gravioleira para processamento .....	28
<b>Figura 4b</b> - Cascas do processamento da graviola .....	28
<b>Figura 4c</b> - Folhas da gravioleira.....	28
<b>Figura 5a</b> – Processo de higienização da casca da graviola .....	29
<b>Figura 5b</b> – Processo de higienização da folha de gravioleira .....	29
<b>Figura 5c</b> - Polpa do fruto processada .....	29
<b>Figura 6</b> - Amostras na estufa para secagem convectiva.....	30
<b>Figura 7</b> – Liofilizador .....	30

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Vantagens e desvantagens da utilização da desidratação por liofilização.....	26
<b>Tabela 2</b> – Resultados de pH, AT (acidez titulável) e °Brix para polpa <i>in natura</i> e liofilizada da graviola. Vitória Conquista, 2015.....	34
<b>Tabela 3</b> - Resultados pH, AT (acidez titulável) e °Brix para casca de graviola <i>in natura</i> , liofilizada e secagem convectiva. Vitória Conquista, 2015.....	36
<b>Tabela 4</b> - Resultados pH, AT (acidez titulável) e °Brix para folha <i>in natura</i> , liofilizada e secagem convectiva da gravioleira. Vitória Conquista, 2015. ....	37
<b>Tabela 5</b> - Resultados ácido ascórbico, flavonoides totais, carotenoides totais, clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> , fenóis totais e DPPH para polpa <i>in natura</i> e liofilizada da graviola. Vitória Conquista, 2015.....	38
<b>Tabela 6</b> - Resultados ácido ascórbico, flavonoides totais, carotenoides totais, clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> , fenóis totais e DPPH para casca de graviola <i>in natura</i> , liofilizada e secagem convectiva. Vitória Conquista, 2015. ....	41
<b>Tabela 7</b> - Resultados ácido ascórbico, flavonoides totais, carotenoides totais, clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> , fenóis totais e DPPH para folha <i>in natura</i> , liofilizada e secagem convectiva. Vitória Conquista, 2015.....	44

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	13
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	15
2.1 FAMÍLIA ANNONACEAE	15
2.2 CARACTERÍSTICAS DA GRAVIOLA	15
2.2.1 COMERCIALIZAÇÃO	17
2.2.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	18
2.2.3 POTENCIAL FUNCIONAL DA GRAVIOLA ( <i>Annona muricata</i> L.)	18
2.3 ESTRESSE OXIDATIVO E RADICAIS LIVRES	20
2.4 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE	21
2.5 PROCESSOS DE DESIDRATAÇÃO	21
2.5.1 SECAGEM CONVECTIVA	23
2.5.2 LIOFILIZAÇÃO	24
<b>3 OBJETIVOS</b>	27
3.1 Geral	27
3.2 Específicos	27
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	28
4.1 OBTENÇÃO DA MATÉRIA PRIMA	28
4.2 PREPARO MATERIA PRIMA	29
4.2.1 Secagem Convectiva	29
4.2.2 Liofilização	30
<b>4.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS</b>	31
4.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)	31
4.3.2 Acidez Titulável (AT)	31
4.3.3 Determinação de sólidos solúveis (°Brix)	31
<b>4.4 FITOQUÍMICOS</b>	31
4.4.1 Determinação Ácido Ascórbico	31
4.4.2 Determinação de Compostos Fenólicos	32
4.4.3 Flavonoides Totais	32
4.4.4 Determinação de Carotenoides e Clorofilas	33
4.4.5 Determinação da capacidade antioxidante pela captura do radical livre DPPH	33
<b>4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL</b>	34
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	34

5.1 Características químicas da polpa de graviola <i>in natura</i> e desidratada.....	34
5.2 Características químicas da casca de graviola <i>in natura</i> e desidratada.....	36
5.3 Características químicas da folha de gravioleira <i>in natura</i> e desidratada .....	37
5.4 Compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa de graviola <i>in natura</i> e desidratada .....	38
5.5 Compostos bioativos e atividade antioxidante da casca de graviola <i>in natura</i> e desidratada .....	41
5.6 Compostos bioativos e atividade antioxidante da folha de gravioleira <i>in natura</i> e desidratada.....	44
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>50</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos têm sido observado uma crescente preocupação da população no sentido de encontrar meios para aumentar a expectativa de vida. Essa meta para ser alcançada depende da adoção de diversas práticas diárias a começar pelo hábito de uma alimentação saudável, rica em nutrientes, que aliada a prática de exercícios físicos, redução ou eliminação da ingestão de bebidas alcóolicas e tabagismo, além da busca de um maior conforto ambiental no trabalho e nas moradias, maior assistência à saúde, dentre outras práticas, irão proporcionar um bem-estar físico, mental e social ao indivíduo.

É sabido que uma alimentação inadequada reflete diretamente na saúde humana, que associada ao estresse do dia-a-dia, aumenta a produção de radicais livres no organismo. Esses radicais livres, em excesso, podem provocar uma série de transtornos à saúde, levando muitas vezes à ocorrência de doenças crônicas como câncer, diabetes, distúrbios cardiovasculares, obesidade, entre outras.

Uma plano alimentar balanceado, com ingestão de alimentos ricos em antioxidantes, comumente encontrados nas frutas e verduras, passa a ser uma importante ferramenta na prevenção e combate a diversos problemas na saúde humana. Nesse sentido, a graviola é uma das frutas que pode ser consumida como fonte de antioxidantes.

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma planta tropical pertence à família Annonaceae, que produz o fruto comestível denominado graviola. Seu fruto é constituído por 60% de polpa, e esta apresenta uma coloração branca, suculenta, aromática e ligeiramente ácida. As sementes são cobertas completamente pela polpa e juntamente com as cascas são frequentemente descartadas (TEIXEIRA, NEVES, PENA 2006; NUNES et al., 2012). O seu cultivo tem-se espalhado por áreas tropicais e úmidas de diversas regiões do mundo. A composição da polpa do fruto apresenta 80% de água, 1% de proteína, 18% de hidratos de carbono e boas fontes de vitaminas e minerais (LONDOÑO, MUÑOZ, 2010).

O fruto da gravioleira apresenta na sua polpa um sabor diferenciado, pouca caloria, e uma constituição elevada em água e nutrientes como potássio, magnésio, fósforo, cálcio, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina C e fibras, além de possuir quantidades apreciáveis de compostos secundários de natureza fenólica, de conhecida atividade antioxidante (LUNA, 2006; NUNES, 2011).

Além da polpa comestível, tem sido relatado que as cascas dos frutos, as sementes e as folhas dessa anonácea apresentam grande potencial como fonte de nutrientes e compostos

antioxidantes. Assim sendo, apresentam capacidade para serem processados industrialmente, produzindo coprodutos nutracêuticos.

No tocante à casca é notório que durante processamento da graviola para obtenção da polpa, uma significativa quantidade de cascas são descartadas como resíduo no meio ambiente. Levando-se em consideração que essas cascas podem apresentar importantes quantidades de compostos bioativos, seriam plenamente justificáveis, estudos que elucidassem essa composição fitoquímica e seu poder funcional para utilização pela população.

As folhas, outra importante parte da planta, geralmente são descartadas nos pomares de gravioleira, durante as operações de poda, que acontecem continuamente ao longo do ano. A poda dos ramos é realizada com o intuito de manter as plantas sempre arejadas e também para facilitarem as demais operações de manejo (polinização, ensacamento de frutos, colheita, controle de pragas, etc). Nas ocasiões das podas, que são contínuas, grande volume de folhas são colocadas diretamente sobre o solo para sofrerem a decomposição mineral ao longo do tempo. Assim sendo, questiona-se se estas não poderiam ser melhor utilizadas, e dessa forma, agregando valor às mesmas, podendo inclusive constituir-se em mais um coproduto da gravioleira. Para atingir esses questionamentos, são necessárias pesquisas científicas diversas, para verificar a sua composição fitoquímica, especialmente no tocante à presença de compostos bioativos que possam contribuir para o benefício da saúde humana.

Além da identificação e quantificação de compostos bioativos nos frutos, cascas dos frutos e folhas da gravioleira, sabe-se da importância de estudos relacionados à sua desidratação. Essa secagem nada mais é que um processo de redução da quantidade de água, visando conferir maior estabilidade dos produtos finais, sem alterar significativamente os seus componentes benéficos à saúde, que no presente estudo são representados pelos componentes bioativos. Os processos de desidratação por sua vez, podem agir positivamente ou negativamente estes compostos presentes nos produtos finais obtidos, em função do calor ou frios utilizados durante a exposição das matérias-primas à desidratação.

Diante deste contexto, devido aos escassos dados sobre cascas de frutos e folhas da gravioleira, se faz necessária à investigação do potencial funcional, seja *in natura* ou desidratado para que futuramente possam desenvolver no mercado formulações e/ou produtos para serem utilizados como fonte alternativa de compostos bioativos, visando o combate dos radicais livres no organismo das pessoas e dessa forma contribuir para a prevenção de diversas enfermidades que acometem a população.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 FAMÍLIA ANNONACEAE

A família Annonaceae compõe uma diversidade de espécies que exercem papel ecológico importante em ecossistemas de floresta tropical (COUVREUR et al., 2012). Existem cerca de 119 gêneros e mais de 2000 espécies, destacando o gênero *Annona* que possui 118 espécies, sendo que 13 espécies produzem frutos comestíveis, apenas 9 são cultivados e 5 possuem maior relevância econômica, destes, três se destacam no mercado: *Annona muricata* L. (graviola), *Annona squamosa* L. (pinha) e *Annona cherimola*, Mill. (cherimola) (CHATROU; RAINER; MAAS, 2004; LOPES; MELLO; SILVA, 2014, SÃO JOSÉ et al., 2014).

### 2.2 CARACTERÍSTICAS DA GRAVIOLA

A gravioleira é uma planta da família Annonaceae, gênero *Annona*, espécie *Annona muricata* L., da mesma família da pinha ou fruta do conde, cherimoia, fruta-da-condessa, biribá, pindaíva, marolo, atemoia e araticum. Desenvolve-se bem em regiões de clima tropical, que deve ser cultivada em solos profundos, drenados e com acidez entre 5,5 e 6.5 em altitudes menores que 1200 m (SACRAMENTO, 2003; LUNA, 2009; SILVA; GARCIA, NEPOMUCENO, 2011).

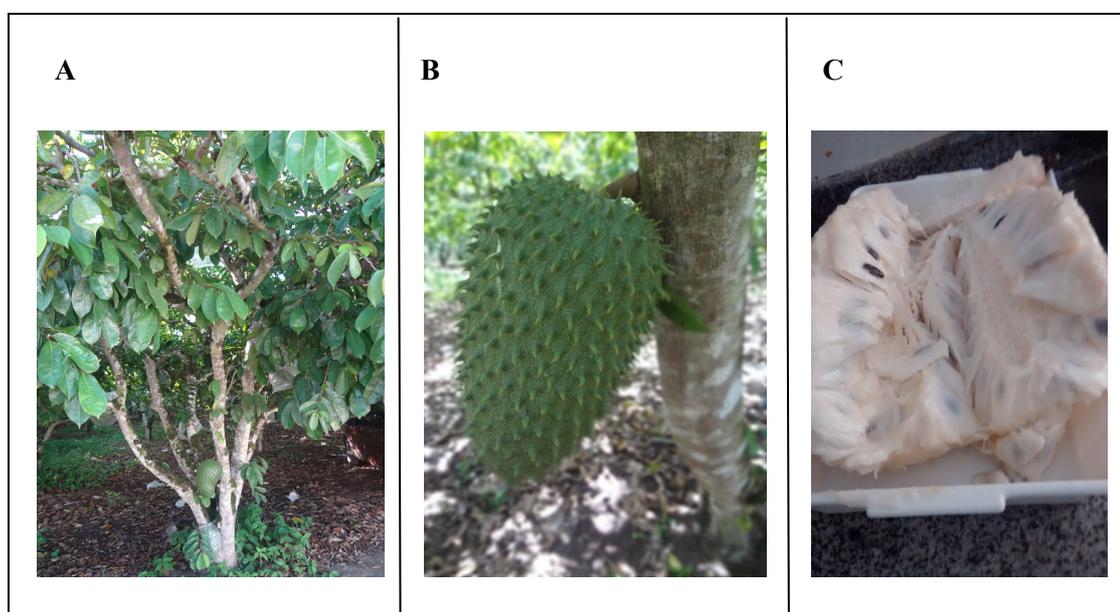
A gravioleira originou-se na América Central e nos Vales Peruanos e pertence a um grupo de frutíferas encontradas principalmente na América Central e América do Sul, sendo destaque na economia de diversos países como México, Brasil, Venezuela e Costa Rica (SÃO JOSE et al., 2014).

No Brasil foi introduzida no século XVI pelos colonizadores portugueses, e na atualidade destaca-se como o segundo produtor mundial, sendo encontrada em vários estados brasileiros (SANTOS, 2010).

Vários são os tipos de gravioleiras encontradas, diferenciando-se pela forma, sabor e consistência de seus frutos, destacando-se os cultivares ‘Morada’, ‘Lisa’ e ‘Blanca’. A Morada (Figurala) destaca-se por seu bom rendimento, polpa firme, saborosa, além da qualidade de seus frutos (LUNA, 2009).

Os frutos da gravioleira (Figura 1b) são bagas, de forma irregular, com superfície ouriçada, medindo em torno de 25 a 35 cm de comprimento, com peso variando entre 0,4 a 10 kg. Apresenta casca verde-escura quando o fruto está imaturo, com espículas rígidas, porém na época de colheita essas espículas ficam carnosas e moles e a casca torna-se verde-clara. Sua polpa (Figura 1c) é branca, succulenta, levemente ácida, saborosa e aromática, com semente preta quando ainda imatura tornando-se marrom pós-maturação medindo aproximadamente 1 a 2 cm, com peso em torno de 0,60 g (TEIXEIRA, NEVES, PENA, 2006; NUNES et al., 2012).

**Figura 1** – Gravioleira – cultivar Morada (A), Graviola (B), Polpa e sementes da graviola (C), Wenceslau Guimarães, 2015.



**Fonte:** Ana Carolina Morais Silva

Seu fruto tem boa aceitação no mercado nacional, seu consumo *in natura* é inferior quando comparado ao processado como sucos concentrados, polpas congeladas, néctares, geleias, compotas, sorvetes, doces e bebidas lácteas (LIMA, et al., 2004; LUNA, 2009; SILVA; NEPOMUCENO, 2011).

### 2.2.1 COMERCIALIZAÇÃO

O Nordeste brasileiro é responsável por 90% da produção nacional, principalmente nos Estados da Bahia, Pernambuco e Ceará. O Estado da Bahia, o principal produtor

brasileiro, possuía uma área plantada georeferenciada de 1.300 há, em 2010, passando para cerca de 2.000 ha em 2013 (ADAB, 2010; SÃO JOSE et al., 2014).

Na região Sul e Extremo Sul da Bahia, após o declínio da lavoura cacaueteira o cultivo da graviola foi impulsionado, o que possibilitou o incremento da renda dos produtores que destes, 93,8% comercializam o produto fresco retirando apenas a casca e o pedúnculo da fruta, obtendo-se assim a “massa” conservada congelando, de maneira a armazená-la para comercialização em época mais adequada, obtendo-se melhor preço, por sua vez, 5% realizam a despulpamento completo e optam pela venda da polpa pronta para consumo e o restante (3,7%) realiza as duas formas de processamento (FREITAS, 2012).

Freitas (2012) ainda relata que os produtores da região Sul da Bahia, estão organizados sob a forma de cooperativas e associações no intuito de facilitar o acesso às infraestruturas coletivas de produção, desta forma, a graviola é vendida para outros estados a preços mais compensadores quando relacionados aos preços pagos por unidades de processamento e atravessadores locais.

O preço pago a cada produtor pode ser diferente devido ao volume comprado, mercado ao qual se destina qualidade do produto e localização da propriedade na região (SÃO JOSÉ et al., 2014).

Os frutos são produzidos ao longo de todo o ano, com concentração da oferta nos meses de janeiro, abril, maio e de setembro a dezembro. Dentre os mercados de destino finais, destacam-se São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Fortaleza e Brasília. Cerca de 88% da graviola comercializada na CEAGESP em 2012, foi oriunda de municípios baianos (CEAGESP, 2013).

### **2.2.2 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA**

A *Annona muricata* L. é composta por óleos essenciais ( $\beta$ -cariofileno  $\delta$ -cadineno e cadinol) e componentes químicos, tais como alcalóides (reticulina, coreximine, coclarine e anomurine que são farmacologicamente ativas contra células tumorais (GONÇALVES, 2007).

Na composição química da polpa foi identificado a presença de açúcares, taninos, pectinas, vitamina A ( $\beta$ -caroteno), C e complexo B, cálcio, potássio, alcalóides, terpenóides, carboidratos, polifenóis, lipídeos e ácidos aminados, ao passo que suas folhas, cascas e raízes, apresentaram vários fitoquímicos, sendo as sementes ricas em acetogeninas, presentes também nas folhas, cascas e raízes da planta (FERELLI et al., 2005; LUNA, 2006; REIS, 2011; NUNES, 2012).

De acordo Onimawo (2002), o óleo extraído das sementes quando desodorizado, pode ser utilizado na culinária. Para Spada et al. (2008), pesquisas sobre a quantificação do conteúdo total de ácido ascórbico, carotenoides e polifenóis nos frutos tem sido realizadas nos últimos tempos.

Lage (2011), ao realizar levantamento no banco de dados NAPRALERT (*Natural Products Alert*) sobre os constituintes químicos presentes nos óleos essenciais do gênero *Annona* foram detectados 112 constituintes, predominando os compostos da classe dos terpenoides. Metabólitos secundários como flavonoides e as acetogeninas também foram encontrados.

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2011), a cada 100 gramas do fruto são encontrados diversos nutrientes: 62 kcal; 15,8 g de carboidratos; 0,8 g de proteínas; 0,2 g lipídios; 1,9 g de fibras; 40 mg de cálcio; 23 mg de magnésio; 19,1 mg de vitamina c; 19 mg fósforo e 250 mg de potássio.

Por sua vez, Leterme et al. (2006), estudando frutas tropicais, coletadas nos Andes e florestas colombianas, relataram os seguintes minerais na polpa de graviola (mg/100g): cálcio=38, fósforo=30, potássio=523, sódio=20, cloro=20, concluindo que essas frutas são boas fontes de minerais.

### **2.2.3 POTENCIAL FUNCIONAL DA GRAVIOLA (*Annona muricata* L.)**

De acordo a portaria nº 398 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde brasileiro de 1999, alimento funcional é “todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido na dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos à saúde, devendo ser seguro para o consumo, sem supervisão médica” (PIMENTEL; FRANCKI; GOLLUCKE, 2005; VIZZOTO, KROLOW, TEIXEIRA, 2010).

Os consumidores vêm despertando o interesse cada vez maior por alimentos ou componentes alimentares ricos em substâncias bioativas, que são capazes de melhorar a saúde. Para Anjo (2004), estes alimentos proporcionam benefícios para a saúde, prevenindo e tratando doenças, proporcionando efeitos metabólicos ou fisiológicos que contribuem para a saúde física e para a diminuição do risco de desenvolvimento de doenças crônicas, além de reduzirem os custos da assistência à saúde.

Um alimento funcional não é apenas adicionar ou misturar ingredientes. Alguns critérios são exigidos para determiná-los como: desempenhar ação metabólica ou fisiológica

que auxilie a saúde física e diminuição de doenças crônicas; agregar a alimentação cotidiana; serem utilizados para a prevenção de doenças entre outros (BERNARDES, PESSANHA E OLIVEIRA, 2010).

Na medicina natural, partes da gravioleira (cascas, raízes, folhas, polpa e sementes) ricas em componentes bioativos, têm sido utilizadas para ampla gama de doenças humanas, devido às suas propriedades terapêuticas (NOVA, 2008; LUNA, 2009).

O fruto e suas sementes esmagadas geralmente têm efeitos contra vermes, parasitas, vírus (*Herpes simplex*), além do efeito adstringente, antitérmico, diurético e antidepressivo. Sua casca, raízes e folhas são apontadas como sedativos, antiespasmódicos, anti-inflamatórios, hipotensivos, antidiabética e antitumorais. Sendo que suas folhas geralmente são consumidas para uso em infusões secas e moídas ou em cápsulas na forma liofilizada (DANI et al., 2010; SILVA; NEPOMUCENO, 2011).

Uma das maiores descobertas sobre a graviola é sua ação contra células cancerígenas, devido a presença de antioxidantes e substâncias denominadas acetogeninas, presente principalmente em suas folhas, que em complemento a terapias tradicionais, como quimioterapia e radioterapia, a terapia natural vem sendo estudada por não provocar efeitos severos como queda de cabelo e náuseas, protegendo também o sistema imunológico, evitando possíveis infecções sem destruir as células saudáveis (SILVA, NEPOMUCENO, 2011). As acetogeninas atuam como inibidores do complexo I da cadeia de transporte de elétrons nas mitocôndrias de vários organismos, inclusive em células tumorais, levando à depleção dos níveis de ATP, induzindo apoptose (morte celular programada) em células cancerosas sendo consideradas antitumorais (FERELLI et al., 2005; LUNA, 2006; REIS, 2011).

Segundo Quispe, Zavala e Rojas (2006), pesquisas vêm avaliando a atividade antitumoral contra diversas linhagens celulares tumorais *in vitro* como, por exemplo, células de carcinoma pancreático e prostático, carcinoma pulmonar, de mama, epidermoide de compostos presentes na *Annona muricata* L.

Luna et al. (2006), em seus estudos com o extrato de *A. muricata* L., detectaram que este teve ação fúnebre em *Biomphalaria glabrata* (caramujos de água doce), um dos principais transmissores da esquistossomose (*S. mansoni*) no Brasil.

Torres et al. (2012) avaliaram efeitos do extrato da folha de graviola injetados na cabeça do pâncreas de ratos imunodeficientes para citotoxicidade, metabolismo celular, expressão dos genes codificadores de proteína e propriedades metastáticas do câncer de

pâncreas, revelando que o extrato induziu necrose das células pancreáticas pela inibição do metabolismo celular, confirmando a inibição das propriedades tumorigênicas dessas células.

Ao analisar o efeito anticarcinogênico da polpa de graviola, Silva & Nepomuceno (2011), através do teste para detecção de clones de tumor (*warts*) em *Drosophila melanogasters* concluíram que a *Annona muricata* L. apresenta elevada citotoxicidade devido a alta concentração de acetogeninas, não devendo ser utilizada em dosagens elevadas na prevenção do câncer e sim no tratamento do câncer quando este já foi estabelecido, visto que diminui a frequência de tumores no organismo.

Jaramillo et al. (2000) investigaram o pericarpo da graviola com o intuito de verificar sua atividade citotóxica e antileishmanial. Estes autores constataram que o extrato hidroalcoólico solúvel em acetato de etila (EBAcOEt) é efetiva contra linhagens celulares U-937 e cepas de promastigotas *Leishmania*.

A utilização de plantas como fonte de alimentos e produtos terapêuticos é utilizado desde a antiguidade, devido à presença de metabólitos secundários com grande potencial para o desenvolvimento de novos fármacos, e mesmo com os avanços da medicina esta prática continua sendo fortemente utilizada, principalmente pelos países desenvolvidos que utilizam as plantas medicinais e medicamentos fitoterápicos na atenção primária à saúde (KIM et al., 2004).

### **2.3 ESTRESSE OXIDATIVO E RADICAIS LIVRES**

Os radicais livres (RL) são moléculas instáveis e reativas, com meia vida curta que possuem um ou mais elétrons não pareados (RATNAM et al., 2006). Sua produção é um processo contínuo e fisiológico, pois participam de várias reações bioquímicas no organismo humano, dentre os benefícios da produção equilibrada de RL, destaca-se a geração de ATP (energia), por meio da cadeia transportadora de elétrons; fertilização do óvulo; ativação de genes; e participação de mecanismos de defesa durante o processo de infecção. No entanto, sua produção excessiva ocasiona danos oxidativos (SHAMI, MOREIRA, 2004).

O estresse oxidativo é gerado pelo desequilíbrio entre compostos oxidantes e antioxidantes, ocasionando oxidação de biomoléculas e/ou desequilíbrio homeostático. Havendo produção excessiva das espécies reativas do oxigênio (EROs) que supere a capacidade antioxidante de defesa do organismo, doenças crônicas não transmissíveis podem surgir como a aterosclerose, diabetes, obesidade, transtornos neurodegenerativos e câncer (SPADA et al., 2008).

O consumo contínuo de frutas e vegetais, ricos em vitaminas e minerais, aumenta o potencial antioxidante, podendo influenciar no estado oxidativo das células, que possuem antioxidantes para a manutenção da homeostasia oxidativa (Figura 2) que podem ser produzidos pela própria célula (glutathione, ácido alfa-lipoico, coenzima Q, ferritina, ácido úrico, bilirrubina, entre outros) ou oriundos da alimentação (ácido ascórbico ou vitamina C, tocofenol ou vitamina E, betacaroteno ou vitamina A), antioxidantes enzimáticos como (superóxido dismutase ou SOD, catalase ou CAT, glutathionperoxidase). Também influenciam a produção ou eliminação das EROs (SILVA, JASIULIONIS, 2014)

**Figura 2** - Equilíbrio entre produção de espécies reativas de oxigênio e sistema antioxidante.



Fonte: Silva, Jasiulionis (2014).

## 2.4 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

Os antioxidantes são substâncias que limitam os efeitos maléficos ao organismo, por reagirem com os radicais livres, retardando ou prevenindo a velocidade da oxidação, inibindo e reduzindo as lesões causadas pelos radicais livres, sendo essenciais na prevenção de doenças crônicas e degenerativas como o câncer, doenças cardiovasculares, Alzheimer, entre outras. Muitos antioxidantes presentes na alimentação humana passaram a ser pesquisados com maior intensidade, principalmente os de origem fenólica e natureza terpênica, como diterpenos e outros fenilpropanoides e flavonoides no intuito de determinar seu mecanismo de ação e seus efeitos positivos para a sociedade (MANACH et al., 2004).

O sistema de defesa antioxidante tem a finalidade de inibir e/ou reduzir os danos causados pela ação nociva dos radicais livres, favorecendo o reparo e a reconstituição das estruturas biológicas (BARBOSA et al., 2010).

Os antioxidantes naturais vêm despertando interesse por possuir baixa toxicidade quando comparados a antioxidantes sintéticos. Alguns extratos de frutas, vegetais, cereais e seus subprodutos industriais têm sido evidenciados como potentes antioxidantes, por serem ricos em compostos fenólicos, podendo reduzir o risco de doenças cardiovasculares, acidente vascular cerebral e mortalidade por alguns tipos de câncer (LUNA, 2009).

Estudos apontam que frutas são ricas em nutrientes e antioxidantes, com maiores concentrações desses compostos presentes nas cascas e sementes e que o consumo regular de frutas, vegetais e grãos trazem benefícios à saúde pela presença de compostos antioxidantes como os compostos fenólicos, vitamina C e carotenoides associando-se a baixa incidência de doenças degenerativas, incluindo o câncer, doenças cardiovasculares, inflamações, artrites, declínio do sistema imune, disfunção cerebral, diabetes, mal de Alzheimer e alguns tipos de catarata (SOUZA et al., 2012; ARAUJO et al., 2013).

Vários efeitos benéficos à saúde têm sido atribuídos aos compostos fenólicos, que são um grupo de antioxidantes que neutralizam a ação de radicais livres cessando a cadeia da reação de oxidação por meio da doação de elétrons ou de hidrogênio aos radicais livres, transformando-os em produtos termodinamicamente estáveis, ou complexando com metais, componentes iniciadores da oxidação lipídica. Estes apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxilas, produtos do metabolismo vegetal, integrando um complexo grupo de fitoquímicos. Dados epidemiológicos, clínicos e *in vitro* apontam seu poder anti-inflamatório, antimicrobiano e anticarcinogênico (ABE et al, 2007; SIMÕES et al., 2007).

Dani et al. (2010), ao estudar o efeito protetor da graviola frente aos danos causados por peróxido de hidrogênio em cultura de linfócitos humanos detectaram que as amostras de folhas apresentaram valores significativamente aumentados de polifenóis totais em relação à polpa (aproximadamente 500 vezes mais), os quais mostraram correlação positiva com a atividade antioxidante *in vitro*.

## **2.5 PROCESSOS DE DESIDRATAÇÃO**

A indústria alimentícia vem utilizando cada vez mais produtos em pó, pela percepção que ao remover parcialmente ou totalmente a água de um alimento, a desidratação poderá inibir o crescimento microbiano, além de prevenir reações bioquímicas que ocasionam deterioração, pode diminuir custos operacionais com transporte, embalagens e estocagem dos produtos agregando valor aos mesmos (MATOS, 2007).

Para se escolher o método de conservação deve-se levar em consideração as características do alimento, aspectos que se têm o interesse de preservar, tempo de prateleira, maquinários existentes na indústria, viabilidade financeira, entre outros (CARDOSO et al, 2007).

Pesquisas vêm sendo voltados ao setor da fruticultura, principalmente no sentido de aumentar e ou preservar as propriedades nutricionais e sensoriais do produto. Desta forma, dentre os métodos de desidratação destaca-se a secagem convectiva por circulação de ar e a liofilização.

### **2.5.1 SECAGEM CONVECTIVA**

Por aumentar a vida de prateleira dos produtos (*shelf life*) e diminuir custos com embalagem, armazenamento e transporte, esse tipo de secagem é fundamental para muitos setores da indústria alimentícia (LEWICKI, 2006).

A secagem convectiva é um método tradicional, prático e barato. Sua realização acontece em estufas com circulação forçada de ar ou “secador-de-bandeja” por meio da evaporação da água da amostra submetida ao ar quente, que devido à circulação forçada faz com que a água evaporada seja expulsa para o ambiente externo, deste modo, a redução na quantidade de água correlaciona-se com a diminuição na atividade microbológica e enzimática, reduzindo a degradação do fruto (KATEKAWA, SILVA, 2007).

Apesar do baixo custo e fácil aplicação, a secagem convectiva pode apresentar algumas desvantagens como encolhimento e deformações no formato da matriz sólida, deformando o produto final; oxidação de pigmentos; perda de vitaminas e minerais, redução do valor nutritivo e sensorial; baixa capacidade de reidratação do produto final, entre outras (ZOTARELLI, 2010).

Souza (2015), ao desidratar o resíduo da graviola por secagem convectiva, observou que este é bastante prático, por se tratar de instrumento acessível em termos de custo e facilidade de processamento e também, por possibilitar a obtenção de produto com características desejáveis, preservando parte considerável dos nutrientes e fitoquímicos do produto.

## 2.5.2 LIOFILIZAÇÃO

A liofilização, também denominada criodesidratação ou criosecação, é um método de secagem por sublimação, congelando-se o material a baixas temperaturas e a vácuo, sendo muito utilizado para evitar perdas de componentes nutricionais e fitoquímicos, não alterando a estrutura físico-química do material, que podem sofrer alterações em alguns tipos de processamento com temperaturas elevadas, como a secagem convencional, proporcionando o não crescimento biológico ou reações químicas, mantendo o aspecto, textura, sabor e aroma do alimento (VIEIRA, NICOLETI, TELIS, 2012).

Segundo Kumar et al. (2011) os princípios da liofilização são utilizados desde a antiguidade:

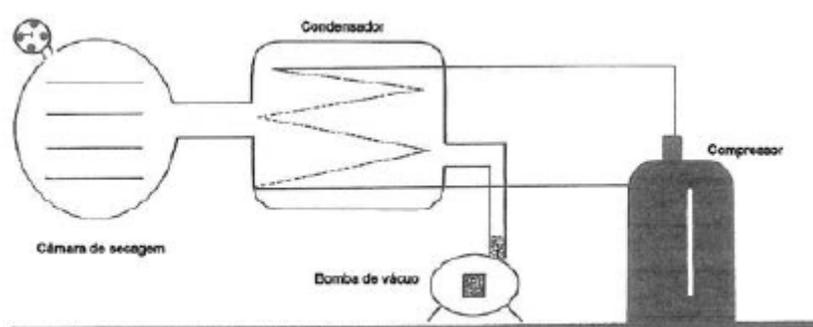
- Incas no Peru congelavam alimentos como carnes, batatas e outras culturas alimentares durante a noite e pela manhã utilizavam o calor do sol e baixa pressão pelos picos das montanhas da Cordilheira dos Andes ocasionando que água congelada sofresse sublimação;
- Fornecimento de plasma sanguíneo liofilizado para as forças armadas na Segunda Guerra Mundial com desenvolvimento de técnicas e equipamentos para o tratamento de vítimas em campo de batalha que requeriam transfusões sanguíneas, pois não havia quantidade suficiente de sangue fresco disponível;
- Pela indústria farmacêutica, em meadas de 1950 por meio de medicamentos liofilizados como antibióticos à base de penicilina, além do aprofundamento de pesquisas sobre a liofilização de peptídeos, proteínas, anticorpos, enzimas e hormônios para comercialização terapêutica, surgindo vacinas, antibióticos e vitaminas liofilizadas.
- Liofilização na preservação de museus, por remover impurezas evitando deterioração de peças;
- Surgimento de alimentos liofilizados no mercado para os astronautas em missão no espaço, ganhando grande destaque durante o programa Apollo da NASA;
- Comercialização do Nescafé® (primeiro alimento liofilizado), projeto da Nestlé em meio à crise do mercado do café.

Este método de desidratação pode ser dividido em três etapas: i) congelamento do produto fresco, geralmente realizada por uma corrente de ar de refrigeração ou condução. Quanto mais rápida a taxa de congelamento e mais homogêneo for este, melhor será o produto final e taxa de secagem; ii) secagem primária ou sublimação com remoção da água pela

sublimação do gelo do produto congelado. Nesta fase a temperatura do produto depende da pressão do sistema. Para finalizar a, iii) secagem secundária (desorção), que consiste na retirada de água que estava ligada à estrutura do material é retirada, a chamada de água residual. A temperatura aproxima-se da temperatura da câmara (prateleira), e não depende da pressão (KOROISHI, 2005).

Um liofilizador industrial geralmente é constituído por uma câmara de secagem que deve suportar pressões negativas de operação, deve possuir uma porta de fechamento hermético para se realizar a carga e descarga do equipamento. Estando ligado a um condensador que geralmente opera em temperaturas menores que 40°C, que deve estar conectado a uma bomba de vácuo e um compressor. O condensador deve manter a temperatura de superfície para que a pressão de vapor do gelo esteja abaixo da pressão total na câmara, pois quanto mais elevado o gradiente de temperatura entre o produto e o condensador a velocidade de secagem será acelerada. O calor deve ser fornecido ao material através do aquecimento das placas por um fluido circulante ou resistência elétrica, sendo que a remoção da umidade dependerá da taxa de fornecimento de calor ao produto (Figura 3) (VIEIRA, NICOLETI, TELIS, 2012).

**Figura 3-** Esquema geral de um liofilizador



**Fonte:** Metta et al. 2012.

As principais vantagens e desvantagens que esse tipo de desidratação proporciona estão descritas a seguir (Tabela 1).

**Tabela 1-** Vantagens e desvantagens da utilização da desidratação por liofilização.

<b>VANTAGENS</b>	<b>DESVANTAGENS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Obtenção de um produto de alta qualidade;</li><li>- Não ocorre alteração química das substâncias susceptíveis a deterioração pelo calor;</li><li>- Baixo conteúdo de água do produto seco;</li><li>- Inibição no desenvolvimento de microrganismos ou eventuais reações enzimáticas;</li><li>- Não necessidade de manuseio do produto em local refrigerado;</li><li>- Redução do peso e volume do produto;</li><li>- Facilidade no transporte e estocagem;</li><li>- Possui estrutura esponjosa, o que facilita a redissolução na concentração que se queira ou mesmo a reprodução fiel às condições anteriores da aplicação da técnica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aplicação limitada;</li><li>- Operação demorada;</li><li>- Taxa de secagem lenta;</li><li>- Equipamento caro;</li><li>- Elevado gasto energético;</li></ul>

**Fonte:** Koroishi, 2005

Mata et al. (2005), ao submeterem a polpa de graviola *in natura* e liofilizada a análise química para determinação de ácido ascórbico, açúcares totais e redutores, acidez titulável, determinação dos sólidos solúveis e pH, concluíram que o processo de liofilização preserva em grande parte as características originais do produto *in natura*.

Souza (2015), ao caracterizar as propriedades bioativas de polpa de graviola, resíduo *in natura* e desidratado, constatou que o resíduo liofilizado apresentou melhores características físicas, físico-químicas e antioxidantes em relação ao resíduo desidratado por convecção, porém este processo tem as desvantagens por ser dispendioso e relativamente complexo em comparação com o resíduo desidratado por secagem convectiva.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Geral

- ✓ Determinar compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa, casca de frutos e folhas de gravioleira sob diferentes métodos de secagem.

#### 3.2 Específicos

- ✓ Averiguar se a polpa *in natura* atende aos Padrões de Identidade e Qualidade de polpas de frutas, regulamentados pela Legislação brasileira vigente;
- ✓ Obter dados químicos das amostras (polpa, casca de frutos e folhas de gravioleira) *in natura*, por secagem convectiva e liofilização;
- ✓ Determinar os principais compostos bioativos nas amostras (ácido ascórbico, flavonoides, carotenoides, clorofila *a* e *b* e compostos fenólicos);
- ✓ Avaliar a atividade antioxidante das amostras através dos três tratamentos (*in natura*, secagem convectiva e liofilizada);
- ✓ Avaliar qual melhor tratamento para preservação das propriedades bioativas das amostras;

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 OBTENÇÃO DA MATÉRIA PRIMA

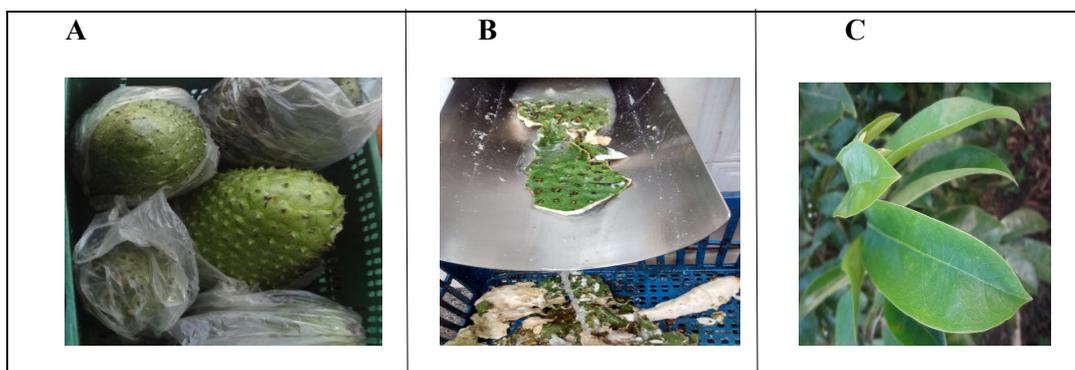
Os frutos (Figura 4A), cascas (Figura 4B) e folhas (Figura 4C) da cultivar Morada foram obtidos em pomar comercial de graviola na Fazenda Santa Matilde, município de Wenceslau Guimarães, sul da Bahia. As graviolas produzidas são processadas no local, visando a obtenção de polpa. O pomar localiza-se nas coordenadas geográficas aproximadas, de 13°41' latitude sul e 39°35' longitude oeste, com clima predominante quente e úmido, temperatura média anual de 25,3°C.

Os frutos foram colhidos manualmente, em estágio de maturação fisiológica, quando a coloração de sua casca alterava-se do verde-escuro para o verde-claro e apresentavam espículas facilmente quebráveis, sem danos mecânicos ou patógenos, colocados em caixas plásticas. Em seguida os frutos foram transportados até o balcão de beneficiamento, sendo processados ao atingirem o ponto de completa maturação (amaciamento da polpa). As cascas e polpas desses frutos foram retiradas após processamento e acondicionadas em sacos plásticos transparentes e conservadas em uma caixa de isopor com gelo.

As folhas da gravioleira foram coletadas, sem deformações, seguindo o padrão do terceiro ou quarto par no terço médio da copa da planta, sendo acondicionadas em embalagem de papel.

As amostras das cascas, das polpas dos frutos, assim como as folhas de gravioleiras foram conduzidas para o Laboratório de Pós-Colheita, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Vitória da Conquista, para as análises previstas no presente trabalho.

**Figura 4** – Frutos da gravioleira (A), Cascas do fruto do processamento da graviola (B) e folhas da gravioleira (C). Wenceslau Guimarães, 2015.

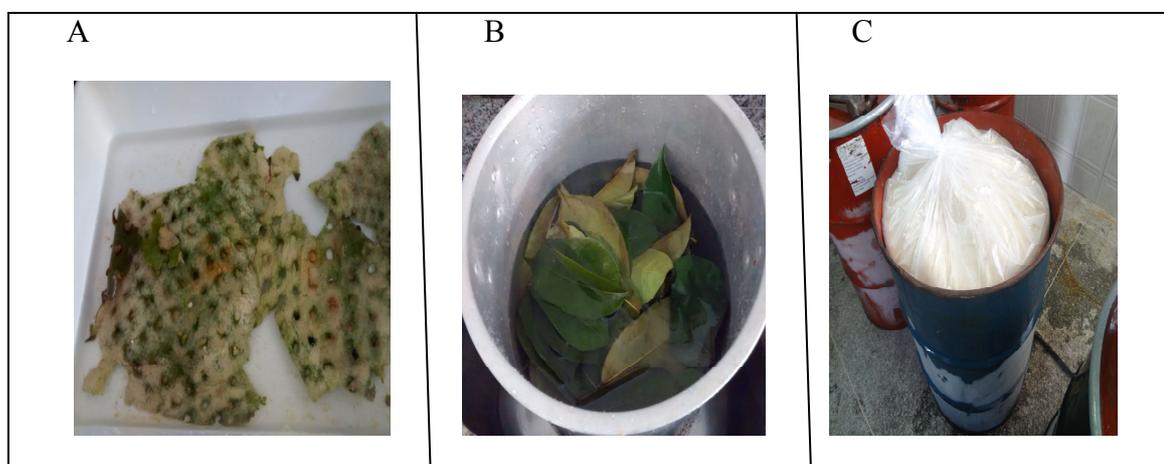


Fonte: Ana Carolina Morais Silva

## 4.2 PREPARO MATÉRIA PRIMA

A casca da graviola (Figura 5A) e a folha da gravioleira (Figura 5B) foram lavadas em água corrente. Após esse procedimento, foram mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm (10 mL para cada 1 litro de água) durante 15 minutos e, novamente lavadas, em água corrente para retirada do excesso de cloro, conforme Resolução da Agência de Vigilância Sanitária – RDC nº 216/2004 (BRASIL, 2004). Após o processamento a polpa da graviola foi retirada para posteriores determinações (figura 5C).

**Figura 5-** Processo de higienização da casca da graviola (A), da folha de gravioleira (B) e polpa do fruto processada (C). Wenceslau Guimarães, 2015.



Fonte: Ana Carolina Morais Silva

### 4.2.1 Secagem Convectiva

O aquecimento realizado por esse método geralmente danifica as propriedades bioativas da polpa, por esse motivo utilizou-se esse método apenas as cascas do fruto e folhas da planta.

Utilizou-se uma estufa de circulação e renovação de ar a 50°C, da marca Poliedrier com fluxo paralelo de ar e temperatura controlada por um termômetro fixado na saída de ar da estufa.

As cascas e folhas foram acondicionadas em sacos de papel por 48 horas até desidratação completa (Figura 6) sendo posteriormente trituradas em moinho de facas e acondicionadas em recipientes plásticos hermeticamente fechados e mantidos sobre refrigeração até a realização das análises.

**Figura 6**– Amostras na estufa para secagem convectiva, Laboratório de Pós-Colheita, Vitória da Conquista-Ba, 2015.



**Fonte:** Ana Carolina Morais Silva

#### 4.2.2 Liofilização

Utilizou-se um liofilizador modelo Enterprise I da marca Terroni (Terroni Equipamentos, São Carlos-SP, Brasil) (Figura 7) para desidratação da polpa, casca e folhas. As amostras foram congeladas a  $-80^{\circ}\text{C}$  por 48 horas em um *freezer* e em seguida transferidas para o liofilizador com temperaturas ( $-35^{\circ}\text{C}$  e  $-30^{\circ}\text{C}$ , respectivamente) por cerca de 50 horas, a casca e a folha foram trituradas em moinho de facas para obterem a consistência de farinha e acondicionadas em recipientes plásticos hermeticamente fechados e armazenados sob refrigeração. A polpa foi macerada e transformada em pó com ajuda de um pilão, sendo rapidamente removido e acondicionado em recipientes plásticos hermeticamente fechados e armazenados sob congelamento.

**Figura 7** – Liofilizador, Laboratório de Pós-Colheita, Vitória da Conquista-Ba, 2015.



**Fonte:** Ana Carolina Morais

### **4.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

Para determinação das características químicas utilizou-se uma padronização de diluição em água, descrita a baixo, pelo fato das amostras serem desidratadas (pó).

#### **4.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)**

Foi determinado com pHmetro digital da marca Hanna, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 com imersão direta de 10 gramas da amostra diluídos em 90ml de água, permitindo uma determinação direta do pH.

#### **4.3.2 Acidez Titulável (AT)**

A acidez por volumetria potenciométrica foi determinada utilizando-se 10 gramas da amostra diluída em 90 ml de água destilada, seguida de titulação com solução padronizada de NaOH 0,1N, como indicador para o ponto de viragem utilizou-se fenolftaleína. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico, ácido predominante na graviola por  $100\text{g}^{-1}$  da amostra (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

#### **4.3.3 Determinação de sólidos solúveis (°Brix)**

A determinação dos sólidos solúveis (SS) foi realizada em um refratômetro digital da marca Atago, com escala de 0 a 53 °Brix e calibrado com água destilada. Os valores foram expressos em °Brix. Foi retirado 3 gotas da amostra preparada (10 gramas da amostra diluídas em 90ml de água ) e colocadas na superfície do aparelho permitindo uma leitura direta (AOAC, 1997- proc. 920.151).

### **4.4 FITOQUÍMICOS**

#### **4.4.1 Determinação de ácido ascórbico**

Foi feita uma solução com 5g de polpa *in natura*; 0,25g de casca e folha *in natura*; 0,5g de polpa liofilizada; 0,2 g de casca e folha liofilizada e 0,2 g de casca e folha por secagem convectiva, sendo adicionados em cada amostra 80ml de ácido oxálico 5% a 5°C.

Foi extraído nove amostras de 10mL de 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), até a mudança da coloração (viragem) para o tom rosa. Para a titulação do ácido ascórbico padrão foi usado solução de 5ml de AA com 45ml de água destilada e a solução de Tilman. O teor de ácido ascórbico foi expresso em mg de ácido ascórbico por 100 g de cada amostra.

#### **4.4.2 Determinação de Compostos Fenólicos**

Utilizou-se o procedimento proposto por Horwitz (1995), por meio do método espectrofotométrico Folin-Ciocalteu (RFC). Foram utilizadas 3g de polpa *in natura*; 1g de casca e folha *in natura*; 0,5g de polpa liofilizada; 0,05 g de casca liofilizada e secagem convectiva; e 0,1g de folha liofilizada e secagem convectiva. Adicionou-se 5mL de acetona a 50% em cada amostra, sendo colocadas em banho ultrasônico por 20 minutos. Foram homogeneizadas e centrifugadas a 5000 rpm por 10 minutos sendo retificado e armazenado para a retirada do 1º sobrenadante. Esse processo foi repetido duas vezes. Os dois sobrenadantes foram juntados e realizados a reação adicionando-se em 0,1 ml do sobrenadante, 0,9 ml de água deionizada, 0,5 ml de Folin-Ciocalteu e 2,5 ml de carbonato de Sódio a 20 %. Após o repouso de uma hora foi realizada a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 725 nm. Os resultados obtidos foram comparados com o da curva padrão e expressos em mg de ácido gálico.100g<sup>-1</sup> de amostra.

#### **4.4.3 Flavonoides Totais**

Foi realizado segundo as metodologias descritas por Awad et al. (2000) e Santos e Blatt (1998). Foram utilizadas 5g de polpa *in natura*; 2g de casca *in natura* e 0,25g de folha *in natura*; 0,5g de polpa liofilizada; 0,25 g de casca liofilizada e secagem convectiva; e 0,025g de folha liofilizada e secagem convectiva. Foi acrescentado 4 ml de solução A (metanol a 70% e ácido acético a 10% (85:15, ambas v:v) em cada amostra e colocado em banho ultrasônico por 30 minutos. Foi adicionado 1 ml de cloreto de alumínio a 5 % e deixado em repouso por 30 minutos, em seguida foi centrifugado a 9000 rpm por 20 minutos. A leitura do sobrenadante foi realizado em espectrofotômetro com comprimento de onda ajustado para 425 nm. Calcularam-se os teores de flavonoides totais utilizando-se uma curva de calibração de rutina sendo os valores expressos em µg de rutina .100g<sup>-1</sup> de amostra.

#### 4.4.4 Determinação de Carotenoides e Clorofilas

Os teores de carotenoides totais foram obtidos de acordo o método confirmado por Sims e Gamon (2002). ). Foram utilizadas 4g de polpa *in natura*; 1,5g de casca e folha *in natura*; 0,5g de polpa liofilizada; 0,25 g de casca liofilizada e secagem convectiva; e 0,025g de folha liofilizada e secagem convectiva. As amostras foram homogeneizadas em miniturax (marca Marconi), e adicionado 3 ml de uma solução gelada de acetona/Tris-HCl (80:20, 0,2M v:v, pH 7,8), sendo centrifugada a 2000 rpm x g durante cinco minutos.

A leitura dos sobrenadantes foi realizada em espectrofotômetro para 663 nm (clorofila a), 647 nm (clorofila b), 537 nm (antocianina) e 470 nm (carotenoides). Os valores de absorbância são convertidos em  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  com base nas fórmulas abaixo:

$$\text{Carotenoides } (\mu\text{mol/ml}) = [A_{470} - (17,1 \cdot (C_{la} + C_{lb}) - 9,479 \cdot \text{antocianina})] / 119,26$$

$$\text{Clorofila A } (\mu\text{mol/ml}) = 0,01373(A_{663}) - 0,000897(A_{537}) - 0,003046(A_{647})$$

$$\text{Clorofila B } (\mu\text{mol/ml}) = 0,02405(A_{647}) - 0,004305(A_{537}) - 0,005507(A_{663})$$

#### 4.4.5 Determinação da capacidade antioxidante total pela captura do radical livre DPPH

Foi realizada pelo método de captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril- hidrazil) por antioxidantes, provocando, conseqüentemente, decréscimo da absorbância da mistura reacional medida a 515 nm, reagindo com doadores de hidrogênio, que na presença de antioxidantes, recebe  $\text{H}^+$  sendo então diminuído (BRAND-WILLIAMS et al., 1995). A determinação do antioxidante da amostra foi obtida por meio de soluções de metanol, acetona e água. O DPPH é um radical livre que pode ser obtido diretamente por dissolução do reagente em meio orgânico. Foi adicionado 0,1mL de cada extrato em 3,9 mL de DPPH. As leituras foram realizadas após 30 minutos e calculado o IC50, valor que estima a concentração de antioxidante necessária para inibir 50% do radical DPPH. Os resultados foram expressos em g de fruta. $\cdot\text{g}^{-1}$  de DPPH.

#### 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para as análises estatísticas foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), onde todas as análises foram realizadas em nove repetições, sendo dois

tratamentos para a polpa (*in natura* e liofilização) e três tratamentos para cascas e folhas (*in natura*, secagem convectiva e liofilização) aplicado o teste t Student ao nível 5% de probabilidade. O software utilizado foi o SISVAR.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Características químicas da polpa de graviola *in natura* e desidratada

Constatou-se que a polpa da graviola encontra-se de acordo os padrões estabelecidos pelo Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de graviola para °Brix, pH e acidez titulável (Tabela 2) que preconiza sólidos solúveis em °Brix mínimo de 9,00, pH mínimo de 3,50 e acidez total expressa em ácido cítrico mínimo de 0,60g/100g (BRASIL, 2000).

**Tabela 2-** Resultados de pH, AT (acidez titulável) e °Brix para polpa *in natura* e liofilizada da graviola. Vitória Conquista, 2015.

Tratamentos	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (% ác. cítrico)
<b>Polpa <i>in natura</i></b>	3,64 a	14,50 b	1,67 b
<b>Polpa liofilizada</b>	3,52 b	62,00 a	4,86 a
<b>C.V. (%)</b>	0,33	1,53	0,02

Medias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ( $P < 0,050$ ) pelo teste t de Student.

Observou-se que os valores de pH, °Brix e acidez titulável para polpa da graviola *in natura* apresentou diferença significativa em relação a polpa liofilizada.

A medida do pH é essencial para indicar o grau de deterioração de determinados alimentos, confirmada pela acidez, podendo variar conforme fatores ambientais e fatores da própria planta, sendo ainda uma importante ferramenta para a avaliação da acidez dos frutos (MEDEIROS et al., 2009).

A polpa *in natura* apresentou pH médio de 3,64, enquanto a liofilizada 3,52. Alguns pesquisadores ao analisarem a polpa *in natura* da graviola obtiveram resultados de pH semelhantes com o encontrado no presente estudo. Sacramento et al., (2003) constataram 3,47; Souza et al. (2012) encontraram 3,19; Moraes (2013) obteve 3,56 e Souza (2015) 3,56.

Como esperado, a polpa liofilizada apresentou pH menor, explicado provavelmente pela perda de umidade, o que é desejado pela indústria, pois pH á baixo auxilia no processo de conservação do alimento por inibir o crescimento e desenvolvimento microbiológico, que tende a diminuir com o decréscimo do teor de água.

A acidez titulável para polpa *in natura* e polpa liofilizada foi de 1,66% e 4,86%, respectivamente. A determinação de ácidos orgânicos é importante por influenciar nas características organolépticas do alimento como cor, sabor, odor, textura, bem como a sua estabilidade (CECHI, 2003), além de se relacionar com a doçura da fruta, dessa forma o teor de ácido cítrico entre 0,08 – 1,95% é indicativo de fruta com sabor moderado (SACRAMENTO et al., 2003). Nascimento, Cardoso e Cocozza (2014) relatam que a acidez juntamente com um teor de sólidos solúveis, também pode conferir ao fruto um sabor agridoce (NASCIMENTO, CARDOSO, COCOZZA, 2014). Essas informações são fundamentais na definição do processamento e forma de conservação de produtos.

Sacramento et al. (2003); Moraes (2013) ; Santos et al. (2014) e Souza (2015) ao analisarem a polpa *in natura* da graviola obtiveram AT nos valores de 0,92; 0,79; 0,79; 0,63 g/100g respectivamente, valores estes inferiores ao 1,66 encontrado no presente estudo. No entanto, foram encontrados valores semelhantes à pesquisa de Canuto et al., (2010), que obtiveram AT 1,5.g/100g. Em relação a polpa liofilizada Mata et al., (2005) obtiveram valores de AT de 0,85 g/100g, portanto, menor do que o presente estudo, possivelmente devido a variedade da cultivar, estágio de maturação dos frutos e características ambientais do cultivo.

Quanto maior o teor de sólidos solúveis nos alimentos menor será a necessidade de adição de açúcar no processamento industrial (MAZEPA, 2014). Os sólidos solúveis totais determinam a quantidade dos sólidos que se encontram na polpa das frutas, sendo normalmente expresso em °Brix com tendência de aumento de acordo o estado de maturação (CHITARRA, CHITARRA, 2005).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o conteúdo de açúcares constituem cerca de 85% do teor de sólidos solúveis; desta forma, frutos com teores de sólidos solúveis mais altos são preferíveis tanto para o consumo *in natura* bem como para o processamento, por proporcionar elevação no grau de doçura.

Em relação ao °Brix valores semelhantes para polpa de graviola *in natura* foram encontrados por Moraes (2013) e Souza (2015) 15,15 °Brix e 15,10 °Brix respectivamente. No entanto, para a polpa liofilizada, a presente pesquisa constatou °Brix maior para a polpa liofilizada do que o obtido por Mata et al., (2005) de 39,4°Brix.

A amostra da polpa liofilizada apresentou o maior valor (62° Brix). O aumento do Brix das amostras liofilizadas em relação às amostras *in natura* era esperado, devido à retirada de água da amostra no processo de sublimação, o que concentra os solutos da amostra. Por ser realizado à temperatura baixa e na ausência de ar atmosférico, a liofilização mantém as propriedades químicas, aumentando a estabilidade do produto durante a estocagem, além de poder ser armazenado e transportado à temperatura ambiente.

## 5.2 Características químicas da casca de graviola *in natura* e desidratada

**Tabela 3-** Resultados pH, AT (acidez titulável) e °Brix para casca de graviola *in natura*, liofilizada e por secagem convectiva. Vitória Conquista, 2015.

Tratamentos	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (% ác. cítrico)
Casca <i>in natura</i>	3,98 c	5,56 c	1,04 c
Casca liofilizada	4,15 b	35,67 a	3,07 a
Casca secagem convectiva	4,82 a	21,00 b	2,50 b
C.V. (%)	0,22	4,84	2,31

Medias seguidas de mesma letra na coluna não difere estatisticamente entre si ( $P < 0,050$ ) pelo teste t de Student.

A casca *in natura*, liofilizada e por secagem convectiva da graviola apresentaram valores de pH, °Brix e acidez titulável que diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3).

Os valores de pH encontrados para casca *in natura* foi de 3,98, casca liofilizada 4,15 e casca por secagem convectiva de 4,82 podendo classificá-las como ácidas.

Os valores elevados do °Brix das cascas desidratadas podem ser justificados devido ao resíduo das polpas agregadas às mesmas durante o despulpamento, além da perda de água, provocando a concentração dos nutrientes.

Em relação à acidez, obteve-se para casca *in natura* 1,04%, casca liofilizada 3,07% e casca por secagem convectiva 2,50%.

Alimentos submetidos à secagem, principalmente por convecção, podem proporcionar perda nos ácidos, decorrente da temperatura empregada no processo, por isso uma acidez menor que pelo método de liofilização.

A importância de se conhecer a composição química do processamento da casca da graviola tem como finalidade controlar a qualidade do alimento, para o desenvolvimento de novos produtos, podendo contribuir para redução dos custos decorrentes de perdas, além disso, para proteger o consumidor, a indústria alimentícia tem responsabilidades em reduzir a

incidência de doenças transmitidas por alimentos, podendo oferecer um produto de maior qualidade.

### 5.3 Características químicas da folha da gravioleira *in natura* e desidratada

Na Tabela 4 encontram-se os resultados de pH, AT (acidez titulável) e °Brix para folha *in natura*, liofilizada e secagem convectiva da gravioleira.

**Tabela 4-** Resultados pH, AT (acidez titulável) e °Brix para folha da gravioleira *in natura*, liofilizada e secagem convectiva. Vitória Conquista, 2015.

Tratamentos	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (% ác. cítrico)
Folha <i>in natura</i>	5,59 a	10,00 b	0,30 c
Folha liofilizada	5,23 c	14,00 a	2,47 a
Folha secagem convectiva	5,49 b	10,00 b	2,00 b
C.V. (%)	0,21	2,02	5,14

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ( $P < 0,050$ ) pelo teste t de Student.

De acordo com os resultados para pH, a folha *in natura* apresentou 5,59, folha liofilizada, 5,23 e folha por secagem convectiva 5,49. Verificou-se que apesar de diferirem estatisticamente entre si, umas das características da folha de gravioleira é sua acidez. Mazepa (2014) ao analisar a folha *in natura* da atemoia constatou um pH para a folha pH 5,50, mostrando um pH da folha da graviola bastante similar ao da folha da atemoia.

Os sólidos solúveis da folha *in natura* não diferiram estatisticamente com a desidratação por secagem convectiva. Houve um aumento na concentração dos sólidos solúveis totais no pó obtido por liofilização, o que já era esperado por esse método, decorrente da conservação das características químicas e eliminação de parte da água do produto no processo de sublimação, conduzindo a uma concentração dos sólidos. Isso demonstra que o método de liofilização traz benefícios para o produto final após o processamento no que se refere aos sólidos presentes na folhas submetidas a esse tipo de processamento, pois na formulação de novos produtos na indústria alimentícia, analisar °Brix exerceria um papel importante no controle dos ingredientes a serem adicionados ao produto e na qualidade final.

No que se refere à acidez, obteve-se para folha *in natura* 0,30 %, folha liofilizada 2,47% e folha por secagem convectiva 2,00% . Assim como na casca, a folha por secagem convectiva também apresentou uma acidez menor que a liofilização.

Na Tabela 5 encontram-se os resultados de ácido ascórbico, flavonoides totais, carotenoides totais, clorofila *a*, clorofila *b*, fenois totais e DPPH para polpa *in natura* e liofilizada da graviola.

#### 5.4 Compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa de graviola *in natura* e desidratada

**Tabela 5-** Resultados de ácido ascórbico, flavonoides totais, carotenoides totais, clorofila *a*, clorofila *b*, fenois totais e DPPH para polpa *in natura* e liofilizada da graviola. Vitória Conquista, 2015.

	TRATAMENTOS		C.V. (%)
	Polpa <i>in natura</i>	Polpa liofilizada	
<b>Ácido ascórbico/(mg/100g)</b>	26,95 a	24,41 b	8,60
<b>Flavonoides totais (µg/100g)</b>	1,04 a	2,96 a	172,04
<b>Carotenoides totais (µg/100g)</b>	0,73 a	0,66 a	10,93
<b>Clorofila <i>a</i> (µg/100g)</b>	0,54 a	0,39 b	31,82
<b>Clorofila <i>b</i> (µg/100g)</b>	0,22 a	0,16 a	56,57
<b>Fenois totais (mg/100g)</b>	56,67 a	21,58 b	5,50
<b>DPPH (IC50)</b>	24,58 a	32,34 b	7,41

Médias seguidas de mesma letra na linha horizontal não difere estatisticamente entre si (P<0,050) pelo teste t de Student.

Observando a Tabela 5, verifica-se que os teores de ácido ascórbico foram elevados, entretanto na polpa fresca houve preservação ligeiramente superior deste ácido em comparação com a polpa liofilizada.

O resultado da polpa *in natura* da presente pesquisa foi superior ao encontrado por Souza et al., (2012), que encontraram valores 21,83 mg de ácido ascórbico.100g<sup>-1</sup> e semelhante ao obtido por Souza (2015), Mata et al., (2005) e Hernández et al., (2012) que

obtiveram 26,32 mg de ácido ascórbico.100 g<sup>-1</sup>, 25,3 mg de ácido ascórbico.100 g<sup>-1</sup> e 28,56 mg de ácido ascórbico.100 g<sup>-1</sup>, respectivamente.

O ácido ascórbico ou vitamina C é essencial ao organismo humano, visto que o organismo não o sintetiza, por isso é necessária sua ingestão pela dieta alimentar. Essa vitamina participa da síntese e manutenção do colágeno e neurotransmissores; facilita a absorção de minerais como ferro e zinco; auxilia a eliminação de metais como chumbo e níquel; promove resistência a infecções e acelera processos de cicatrização, além de participar do sistema de proteção antioxidante, regenerando a forma ativa da vitamina E (TEIXEIRA, MONTEIRO, 2006).

Os teores de flavonoides para a polpa da graviola *in natura* variaram de 1,04 µg.100g<sup>-1</sup> a 2,96 µg.100g<sup>-1</sup>, não apresentando diferença significativa. Estes valores baixos podem ser justificados pela coloração branca da graviola. Souza (2015) obteve 1,10 µg.100g<sup>-1</sup> para polpa de graviola *in natura*, corroborando com o resultado da polpa *in natura* do presente estudo. Lako et al., (2007), ao determinarem flavonoides utilizando cromatografia HPLC, não constataram quercetinas e demais flavonoides na polpa de graviola. O conteúdo de flavonoides em frutas pode oscilar devidos alguns fatores climáticos, período de plantio e cultivo, composição do solo, estágio de maturação, processamento e armazenamento do produto (NUNES et al., 2012).

Verificou-se que o conteúdo de carotenoides encontrado foi de 0,73 µg para polpa *in natura* e 0,67 µg para polpa liofilizada não diferindo estatisticamente entre si. Segundo Faraoni et al. (2009) a graviola é uma fruta branca, por isso sua polpa não apresenta quantidades elevadas de carotenoides.

Em relação ao teor de clorofilas *a* ambos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si. A polpa *in natura* apresenta teores de clorofila *a* superior ao método liofilizado. No entanto, o teor de clorofila *b* não diferiu entre ambos os tratamentos. O conteúdo de clorofila da polpa *in natura* dessa pesquisa foi semelhante ao encontrado por Souza (2015) 0,35 µg de clorofila *a* 100g<sup>-1</sup> e 0,56 µg de clorofila *b*.100g<sup>-1</sup>.

A quantidade de fenois totais foi superior (56,67 mg) para a polpa da graviola *in natura* em comparação com a polpa liofilizada (21,58 mg).

No presente estudo foram encontrados valores de fenois totais para polpa *in natura* superiores, porém próximos daqueles encontrados por Souza (2015), 49,75 mg de ácido gálico.100 g<sup>-1</sup> de amostra, entretanto bastante superiores àqueles encontrados por Souza et al., (2011), que observaram apenas 24,11 mg de ácido gálico.100g<sup>-1</sup> de amostra.

Os compostos fenólicos são conjuntos heterogêneos que apresentam em sua estrutura vários grupos benzênicos característicos, substituídos por grupamentos hidroxilas, encontrados em abundância no reino vegetal, principalmente nas frutas e vegetais, destacando-se pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, além de impedir a oxidação de vários ingredientes do alimento (SOARES et al., 2008).

A capacidade antioxidante das amostras foi determinada pelo ensaio do 2,2-difenil-1-picrilhidrazil – DPPH, método químico, rápido e de boa estabilidade com capacidade de sequestrar radicais livres. Os resultados foram expressos em IC<sub>50</sub>, que condiz com a quantidade de extrato necessária para reduzir o radical DPPH em 50%, ou seja, quanto menor o IC<sub>50</sub> apresentado, melhor será a capacidade antioxidante do extrato.

A polpa da graviola *in natura* apresentou uma melhor atividade antioxidante em IC<sub>50</sub> 24,78 g de amostra.gg<sup>1</sup> de DPPH quando se comparada a polpa liofilizada, 31,57g de amostra.gg<sup>1</sup> de DPPH. Segundo Heim et al. (2012), a atividade antioxidante é concedida às frutas devido seus compostos antioxidantes, principalmente os compostos fenólicos, desta forma, corroborando com o achado do presente estudo que obteve um maior teor de compostos fenólicos e ácido ascórbico na polpa *in natura* quando se comparada a liofilizada.

Del-Ré e Neuza (2012) relacionam a atividade antioxidante de vegetais com a presença de compostos fenólicos, ácido ascórbico, flavonoides entre outros bioativos, devido sua diversidade química, relatando que estes podem agir no combate dos radicais livres, por quelar metais de transição, cessar a reação de propagação dos radicais livres na oxidação de lipídios, reparando as moléculas lesionadas por radicais livres.

Souza (2015) obteve para a polpa da graviola *in natura* IC<sub>50</sub> de 22,92 g de amostra.gg<sup>1</sup> de DPPH. Dani et al., (2010), ao estudarem a influência da polpa da graviola na viabilidade celular de cultura de linfócitos tratados com peróxido de hidrogênio, determinaram a atividade antioxidante e obtiveram 28,1 expressos em IC<sub>50</sub>. Spada et al. (2008) estudaram o efeito antioxidante, mutagênico e antimutagênico em polpas de graviola congelada determinando a capacidade antioxidante pelo método DPPH e encontraram valor de 28,05 IC<sub>50</sub>.

O processo de liofilização da polpa afetou negativamente uma melhor ação antioxidante, mas apesar disso, o conteúdo final ainda representa elevado valor e portanto os produtos liofilizados poderão ser importantes no processo de redução de radicais livres no organismo humano.

Os resultados do presente estudo, mostram que a polpa da graviola pode ser utilizada como uma boa fonte de antioxidantes, prevenindo a degradação de nutrientes e outros elementos químicos importantes, impedindo que os radicais livres ajam no organismo, danificando moléculas importantes do corpo, contribuindo para o combate do envelhecimento precoce e prevenção de doenças degenerativas.

A Tabela 6 apresenta médias dos resultados de ácido ascórbico, flavonoides totais, carotenoides totais, clorofila *a*, clorofila *b*, fenois totais e DPPH para casca da graviola *in natura*, liofilizada e secagem convectiva.

### 5.5 Compostos bioativos e atividade antioxidante da casca do fruto de graviola *in natura* e desidratada

**Tabela 6-** Resultados de ácido ascórbico, flavonoides totais, carotenoides totais, clorofila *a*, clorofila *b*, fenois totais e DPPH para casca do fruto da graviola *in natura*, liofilizada e secagem convectiva. Vitória Conquista, 2015.

	TRATAMENTOS			C.V %
	casca <i>in natura</i>	casca liofilizada	casca secagem convectiva	
<b>Ácido ascórbico (mg/100g)</b>	34,89 c	63,77a	39,85 b	6,95
<b>Flavonoides totais (µg/100g)</b>	25,03 a	15,01 b	14,48 c	2,82
<b>Carotenoides totais (µg/100g)</b>	36,93 a	36,70 a	21,58 b	14,74
<b>Clorofila <i>a</i> (µg/100g)</b>	100,86 a	97,39 a	73,99 b	7,72
<b>Clorofila <i>b</i> (µg/100g)</b>	62,32 a	58,84 a	38,79 b	17,17
<b>Fenois totais (mg/100g)</b>	374,38 b	567,00 a	191,27 c	3,64
<b>DPPH (IC50)</b>	9,51 b	4,07 a	37,26 c	4,69

Medias seguidas de mesma letra na linha horizontal não difere estatisticamente entre si (P<0,050) pelo teste t de Student.

O teor de ácido ascórbico para casca *in natura* foi de 34,89 mg/100g, casca liofilizada 63,77 mg/100g e casca por secagem convectiva 39,85 mg/100g, diferindo estatisticamente

entre si. Pode-se observar que o método liofilizado conservou este composto bioativo da casca, diferentemente do método por secagem convectiva que pelo aquecimento da amostra ocasionou uma perda dos teores desse fitoquímico.

Assim como a polpa, a casca da graviola apresenta bons teores de ácido ascórbico, essenciais para a produção do colágeno da pele, digestão de gorduras, aumento da absorção do ferro, além de diminuir o estresse oxidativo no organismo. Os resultados obtidos no presente trabalho apontam que a desidratação por liofilização da casca do fruto apresenta potencial de processamento industrial para obtenção de novos produtos a partir dessa matéria prima, uma vez que o produto final resultou em boa concentração de ácido ascórbico.

O conteúdo de flavonoides da casca da graviola *in natura* foi de 25,03 µg/100g, casca liofilizada 15,01 µg/100g e casca por secagem convectiva 14,48 µg/100g. Todos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si, sendo maior portanto na casca *in natura* e as mesmas submetidas aos processos de desidratação, houve perda desse composto. Importante ressaltar que apesar dessa redução no teor de flavonoides pelo efeito da secagem pelos dois métodos, deve ser levando em consideração que outros compostos bioativos são concentrados e o poder antioxidante total é preservado ou mesmo aumentado, especialmente através da secagem por liofilização.

Não houve diferença significativa entre carotenoides da casca *in natura* 36,93 µg em relação a casca liofilizada 36,70 µgm porém, observou 21,58 µg para casca de secagem convectiva diferindo estatisticamente dos outros dois tratamentos, provavelmente ocasionado pelo aquecimento da amostra em estufa levando a uma perda do conteúdo desses bioativos.

Em relação as clorofilas *a* e *b*, foi verificado que apenas a secagem por convecção afetou significativamente o teor de ambas, ao passo que as cascas *in natura* e liofilizadas não foram afetadas em relação a este componente. A redução dos teores de clorofilas ao sofrerem desidratação convectiva é ocasionada principalmente devido ao aquecimento, presença de luz, oxigênio entre outros.

Os altos teores de clorofilas encontrados nas cascas dos frutos da gravioleira do presente estudo podem ser de grande importância comercial, que segundo Reed e Rocha (2014) podem ser utilizados tanto como pigmentos quanto como antioxidantes. A clorofila dos alimentos verdes possui propriedades anticancerígenas, efeito desintoxicante das células e poder de inibição dos radicais livres.

O conteúdo de compostos fenólicos foi de 374,38 mg de ácido gálico.100g<sup>-1</sup> de amostra para a casca *in natura*, 560 mg para a casca liofilizada e 191,27 mg para a casca por secagem convectiva. Todos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si, com uma maior

concentração desse composto bioativo no método liofilizado de secagem, o que pode ser explicado pelo fato de haver perda do conteúdo de água por sublimação sem romper as estruturas moleculares e celulares, preservando os nutrientes, proporcionando melhor qualidade nutricional.

Pesquisas com a casca da graviola ainda são escassas. Samonte e Trinidad (2013), ao quantificarem compostos fenólicos totais em casca de graviola liofilizada obtiveram 7,50 mg ácido gálico.100g<sup>-1</sup> valores estes inferiores ao presente estudo, que pode ser justificado pela cultivar utilizada, clima, solo, estágio de maturação, técnicas utilizadas para análise de fenólicos totais, entre outros.

Ao avaliar o potencial antioxidante, a casca *in natura* apresentou IC50 de 9,51 g de amostra.g.g<sup>-1</sup> de DPPH, a casca liofilizada 4,07 g.g<sup>-1</sup> e a casca por secagem convectiva 37,26 g.g<sup>-1</sup> diferindo estatisticamente entre si.

Percebe-se que assim que a casca da graviola é uma excelente fonte de atividade antioxidante, especialmente na condição de *in natura* ou liofilizada. A liofilização, em função da baixa temperatura utilizada para promover a desidratação, conseguiu manter bons teores desses compostos bioativos que atuam com ação anti oxidativa mostrando o potencial desse método na preservação dos constituintes fitoquímicos.

Essas cascas podem ser utilizadas como subprodutos da indústria alimentícia, por apresentar características de interesse tecnológico e biológico, podendo ser transformada em ingrediente com propriedades bioativas para promoção de saúde. Para ser incorporada em formulações alimentares, deve-se atentar as suas características físicas, químicas, além de estudos sobre fatores antinutricionais e características sensoriais, para garantir um melhor aproveitamento da matéria-prima e aceitação entre os consumidores.

## **5.6 Compostos bioativos e atividade antioxidante da folha de gravioleira *in natura* e desidratada**

A Tabela 7 apresenta médias dos resultados ácido ascórbico e, flavonoides totais, carotenoides totais, clorofila *a*, clorofila *b*, fenois totais e DPPH para folha *in natura*, liofilizada e secagem convectiva. Vitória Conquista, 2015.

**Tabela 7-** Resultados ácido ascórbico, flavonoides totais, carotenoides totais, clorofila *a*, clorofila *b*, fenois totais e DPPH para folha *in natura*, liofilizada e secagem convectiva. Vitória Conquista, 2015.

	TRATAMENTOS			C.V. %
	folha <i>in natura</i>	folha liofilizada	folha secagem convectiva	
<b>Ácido ascórbico (mg/100g)</b>	41,45 b	48,90 a	33,35 c	4,23
<b>Flavonoides totais (µg/100g)</b>	82,95 a	80,65 b	72,72 c	1,80
<b>Carotenoides totais (µg/100g)</b>	35,13 a	37,21 a	23,40 b	18,47
<b>Clorofila <i>a</i> (µg/100g)</b>	179,77 a	155,55 b	99,51 c	5,70
<b>Clorofila <i>b</i> (µg/100g)</b>	87,02 a	73,81 b	69,68 b	9,24
<b>Fenois totais (mg/100g)</b>	226,80 a	195,09 b	134,38 c	3,44
<b>DPPH (IC50)</b>	27,11 b	23,08 a	34,78 c	6,75

Medias seguidas de mesma letra na linha horizontal não difere estatisticamente entre si ( $P < 0,050$ ) pelo teste t de Student.

A folha *in natura* apresentou teores de ácido ascórbico de 41,45 mg/100g, a folha liofilizada 48,90 mg/100g e a folha por secagem convectiva 33,35 mg/100g diferindo estatisticamente entre si.

O tratamento utilizando o método da liofilização apresentou a maior concentração de ácido ascórbico, seguindo pelas folhas *in natura*, visto que este procedimento utilizando baixa pressão e baixa temperatura promovem a preservação da qualidade nutricional do alimento, visto que o ácido ascórbico é sensível ao calor, luz e oxigênio.

Ao comparar os valores encontrados com a ingestão diária recomendada para adultos que estabelece um teor de 75 mg para mulheres e 90 mg para homens (IOM, 2000), observa-se que além das folhas, a casca e a polpa da graviola analisadas, podem ser considerados fontes importantes de ácido ascórbico, podendo contribuir para que o indivíduo possa atingir a ingestão diária recomendada.

Evidentemente, mais estudos devem ser aprofundados quanto ao ponto de vista da ingestão de folhas e cascas por seres humanos, bem como estudos relativos à toxicidade, para que o consumo seja seguro. Já que é sabido que folhas de gravioleira têm sido consumidas na forma de chá por um grande número de pessoas com diversas finalidades. Outra alternativa de consumo seria em forma de farinha acrescida em preparações dietéticas, melhorando a qualidade nutricional do cardápio.

Sobre o conteúdo de flavonoides, a folha *in natura* apresentou maior teor (82,95 µg/100g), seguido pela folha liofilizada (80,65 µg/100g) e o menor valor foi verificado na folha por secagem convectiva (72,72 µg/100g).

Segundo Rabêlo et al., (2014), ao avaliarem o conteúdo de flavonoides da folha da atemoia, encontrou 46,86 mg de equivalentes de quercetina por g de extrato. A folha de graviola do presente estudo apresentou quantidades superiores de flavonoides em relação a folha de atemoia.

Os flavonoides são pigmentos naturais encontrados amplamente em frutas e folhas considerado um dos mais relevantes grupos metabólitos secundários das plantas, tendo como função primordial proteger contra agentes oxidantes, além das propriedades anti-inflamatórias e antivirais (SILVA et al., 2015). São responsáveis pelo aspecto colorido das flores, folhas, frutos, cascas, podendo estar presentes em outras partes da planta, amplamente distribuídos no reino vegetal, composto por um ou mais núcleos aromáticos que contém substituintes hidroxilados ou seus derivados como glicosídeos, ésteres, éteres, e outros (VOLP et al., 2008).

Desta forma, as folhas de graviola são excelentes fontes de flavonoides, superando em muito os teores encontrados na polpa e na casca, mostrando o seu poder antioxidante principalmente em diminuir a oxidação das moléculas de LDL (o ‘colesterol ruim’) e aumento do HDL (o ‘bom colesterol’), melhorando assim o perfil lipídico na corrente sanguínea.

As tabelas de composição de alimentos existentes possuem poucos ou nenhum dado de flavonoides, o que dificulta avaliar a sua ingestão em pesquisas epidemiológicas e compará-la com os resultados encontrados (WILLIAMSON; BUTTRISS, 2007).

Os teores de carotenoides da folha de gravioleira foram maiores na forma *in natura* (35,13 µg/100g) e na folha liofilizada (37,21 µg/100g) sem diferirem entre si, no entanto, o menor teor deste pigmento foi observado na secagem por convecção.

Constata-se portanto que, as folhas *in natura* e liofilizadas apresentaram elevado teor de carotenoides, mostrando ser uma excelente fonte desse composto. Podendo, após estudos complementares envolvendo toxicidade, ser uma alternativa potencial de ingestão alimentar já

que o corpo humano não é capaz de produzir estas substâncias, que podem atuar como antioxidante, protegendo as células dos danos oxidativos e, conseqüentemente, reduzindo o risco de desenvolvimento de algumas doenças crônicas.

Carotenoides são compostos responsáveis pela coloração da maioria das frutas e vegetais a qual pode variar desde o amarelo até o vermelho vivo. Estes desempenham papéis essenciais na saúde humana agindo contra cânceres, doenças de coração e degeneração macular sendo potentes antioxidantes e reguladores do sistema imunológico. O  $\beta$ -caroteno e outros carotenoides são considerados as principais fontes de vitamina A, e que seu consumo pode inibir certos tipos de câncer e doenças mediadas por radicais livres (UENOJO et al., 2007).

Segundo IOM (2000), os resultados existentes na literatura em relação ao consumo de carotenoides, ainda são sem fundamentos para o estabelecimento das respectivas “ingestões dietéticas recomendadas” (recommended dietary allowances – RDAs).

A clorofila *a* foi maior nas folhas in natura, seguido das folhas liofilizadas e o menor valor foi identificado para as folhas desidratadas por convecção. Sobre a clorofila *b* a folha *in natura* apresentou o maior teor, diferindo dos teores das folhas submetidas aos processos de secagem, que por sua vez não diferiram entre si. Assim como as cascas dos frutos, essa redução pode ter sido ocasionada pela instabilidade desse pigmento quando submetidas aos processos de secagem.

As clorofilas são pigmentos verdes muito comuns em hortaliças e frutas, presentes em abundância nas plantas e ocorrem nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais, podendo camuflar o conteúdo de carotenoides, de forma que estes se elevem perante o amadurecimento conforme a degradação de clorofila, que são instáveis e degradadas facilmente na presença de oxigênio, luz e aquecimento. A clorofila *a* é a mais abundante e importante, corresponde a aproximadamente 75% dos pigmentos verdes encontrados nos vegetais, a clorofila *b* difere da clorofila *a* por uma variação na substituição no anel pirrólico (STREIT et al., 2005; VOLP et al., 2008).

Estudos têm apontado os efeitos benéficos da clorofila à saúde. Uma pesquisa demonstrou que clorofila induziu citoprotetores de fase 2, que protegem as células de danos oxidativos, inibindo a iniciação e progressão do câncer. Outro estudo utilizando extratos aquosos de derivados de clorofilas demonstrou que estas são capazes de melhorar a habilidade de linfócitos humanos em resistir ao dano oxidativo induzido por peróxido de hidrogênio, exercendo efeito anti-inflamatório e antioxidativo, prevenindo DCNT (doenças crônicas não transmissíveis) (VOLP et al., 2008).

Nas plantas, estes compostos, conferem proteção e alta resistência a microrganismos e pragas. Nos alimentos, podem influenciar o valor nutricional e a qualidade sensorial (coloração, textura, amargura e adstringência). Possuem elevada atividade antioxidante podendo diminuir risco de doenças cardiovasculares, além de agir sobre o estresse oxidativo, relacionado com diversas patologias crônico-degenerativas, como o diabetes, o câncer e processos inflamatórios. No entanto, em concentrações elevadas, destes compostos podem propiciar características indesejáveis, como o escurecimento enzimático de frutas e a interação com proteínas, carboidratos e minerais (ROCHA et al., 2011).

Sobre o conteúdo de fenóis totais, a folha *in natura* apresentou maior valor (226,80 mg/100g), a folha liofilizada apresentou valor intermediário (195,09 mg/100g) e a folha desidratada por secagem convectiva apresentou o menor valor (134,38 mg/100g), diferindo estatisticamente entre si. Os resultados demonstram que ambos os processos de secagem levaram a uma diminuição do conteúdo desse fitoquímico.

Lima et al., (2013), nos seus estudos sobre avaliação fitoquímica e antioxidante de plantas medicinais do Norte do Mato Grosso por meio de secagem à temperatura ambiente e extração com solução hidroalcoólica obtiveram teores de fenólicos totais em folhas de gravioleira de 223,57 mg ácido gálico.100g<sup>-1</sup> corroborando com os resultados do presente estudo.

Rocha et al., (2011), ao analisarem fenóis totais de frutas do cerrado como (guapeva, gabiroba, jaracatiá, pitanga-do-cerrado entre outras) constataram ser boas fontes desses compostos (90 a 327 mg de AGE.100g<sup>-1</sup> de polpa) se comparadas com a polpa de outras frutas normalmente consumidas, como maracujá, abacaxi e cupuaçu (20,0 a 21,7 mg de AGE.100g<sup>-1</sup>), morango (203-223 AGE .100g<sup>-1</sup>), amora-preta (241,7 AGE.100g<sup>-1</sup>), ou manga (544,9 mg de AGE.100g<sup>-1</sup>), desta forma, a polpa, casca e folha da gravioleira do presente estudo podem ser consideradas excelentes fontes de compostos fenólicos, exercendo ação antioxidante, anti-inflamatória, antiplaquetária e antialérgica, podendo inibir enzimas relacionadas com a formação de tumores e nos alimentos, atuarem para manter o ácido ascórbico, evitando a formação dos radicais livres.

Para Soares (2002) é de extrema importância o estudo da ação destas substâncias *in vivo*, devido à ausência de estudos a respeito de sua absorção, biodisponibilidade em condições fisiológicas e concentração plasmática ideal para sua atividade de proteção contra os radicais livres e doenças associadas.

Com relação à atividade antioxidante da folha da gravioleira *in natura* foi IC50 (quantidade de amostra necessária para varrer 50% do radical DPPH) de 27,11 g de

amostra.g.g<sup>1</sup> de DPPH, folha liofilizada 23,08 g.g<sup>1</sup> e folha por secagem convectiva 34,78 g.g<sup>1</sup>, diferindo estatisticamente entre si.

Dani et al.,(2010), determinaram a atividade antioxidante de folhas de graviola por infusão, folhas por liofilização e obtiveram valores de IC50 6,2; 4,9 respectivamente

A falta de padronização das metodologias para este tipo de teste resulta em diferenças entre os resultados e suas unidades, o que limita a comparação entre amostras devido aos diferentes valores da capacidade antioxidante (DA SILVA E JORGE, 2014).

De uma forma geral pode-se afirmar que a polpa, casca do fruto e folhas da gravioleira apresentam relevante potencial como fonte de compostos bioativos a serem empregados na dieta alimentar, bem como sob diversas outras formas de ingestão, em função de significativa presença de substâncias com propriedades antioxidantes presentes nas mesmas.

## 6. CONCLUSÃO

A polpa da graviola apresenta resultado satisfatório para padrões de qualidade, relativos à acidez titulável, sólidos solúveis (°Brix) e pH estabelecidos pelo Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa da graviola.

O fruto da graviola possui em sua constituição, tanto na polpa quanto na casca, o mesmo acontecendo nas folhas da gravioleira, significativo conteúdo de ácido ascórbico, carotenoides, clorofilas, fenólicos totais e flavonoides; apresenta uma elevada capacidade de sequestro do radical DPPH, indicando forte potencial antioxidante.

As amostras de polpa, casca do fruto e folhas da gravioleira liofilizadas apresentam teores de compostos bioativos superiores àquelas submetidas à secagem convectiva, contribuindo para a preservação de suas qualidades nutricionais.

Considerando a presença de fitoquímicos e da capacidade de sequestro do radical DPPH, o fruto da graviola e suas partes (polpa e casca) e folhas da gravioleira podem ser considerada como uma importante fonte de antioxidante dietético, tornando importante sua participação na dieta usual, permitindo vislumbrar a possibilidade de empregá-la como aditivo em produtos alimentícios, na busca pela redução dos riscos de doenças crônicas não transmissíveis.

## REFERÊNCIAS

ABE, L.T. et al. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007.

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2. p. 145-154, 2004.

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

ADAB - Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia, 2010. Disponível em: [www.adab.ba.gov.br](http://www.adab.ba.gov.br). Acesso em 15 de outubro de 2015.

ARAÚJO, C. R. R et al. *Myrciaria cauliflora* peel flour had a hypolipidemic effect in rats fed a moderately high fat diet. **Journal of Medicinal Food**, v.17, n.2, p.262-267, 2013.

AWAD, A. M.; JAGER, A. de; WESTING, L. L.M. van. Flavonoid and chlorogenic acid levels in Apple fruit: characterizations of variation. **Scientia Horticulturae**, v. 83, p.249-263, 2000.

BARBOSA, K.B.F. et al. Oxidative stress: Concept, implications and modulating factors. **Revista de Nutrição**, v.23, n.4, p.629-643, 2010.

BERNARDES, N. R.; PESSANHA, F. F.; OLIVEIRA, D. B. Alimentos Funcionais: Uma breve revisão. **Ciência e Cultura - Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário da FEB**, v.6, n. 2, p.11-19, 2010.

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.

CARDOSO, W. S. et al. Determinação da concentração de sulfito para a manutenção da qualidade da cor em maçã desidratada. **Revista Analytica**, v.29, p.66-72, 2007.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

CHATROU L. W.; RAINER H.; MAAS P. J. M. In *Annonaceae* (Soursop Family); **Princeton University Press**, p. 18-20, 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças** : fisiologia e manuseio. 2. ed. rev. amp. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005.

CRUZ, L.S. **Caracterização física e química da casca, polpa e semente de Ateemoia gefner**. 63 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2011.

DANI,C et al. Viabilidade celular de cultura de linfócitos tratados com *Annona muricata* L . **Ciência em Movimento**. n,24, p.95-101, 2010.

DA SILVA, A.C., JORGE, N. **Bioactive compounds of the lipid fractions of agroindustrial waste**, **Food Research International**, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.10.025>. Acesso em 01 de fevereiro de 2016.

DEL-RÉ, P. V.; NEUZA, J. Antioxidant potential of oregano (*Oreganum vulgare* L.), basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.): application of oleoresins in vegetable oil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 4, p. 955-959, 2011.

FARAONI, A. S.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C. Caracterização da manga orgânicancultivar Ubá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 11, n. 1, p. 9-14, 2009.

FERELLI, C. et al. Avaliação da capacidade antioxidante dos extratos de graviola (*Annona muricata*) e suas frações. In: **Congresso De Pesquisa e Mostra Acadêmica da UNIMEP**, 3., 2005, Piracicaba.

FREITAS, A. L. G. E. **Caracterização da produção e do mercado da graviola (*Annona muricata* L.) no estado da Bahia**. 109p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2012.

GONÇALVES, A.L. **Estudo da atividade antimicrobiana de algumas árvores medicinais nativas com potencial de conservação/recuperação de florestas tropicais**. 209p. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas – Universidade Paulista, 2007.

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

HERNÁNDEZ, R. A.; CAMACARO, M. P.; GIMÉNEZ, A.; CARABALLO, E. H. La guanábana: una materia prima saludable para la industria de alimentos y bebidas. **Redip. Unexpo. Vrb.**, v. 2. n. 2, p.134-142, 2012.

HORWITZ, H. **Official methods of analysis of the association of official agricultural chemists**. 16th ed. Washington, DC, 2v, 1995.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: IAL, 2008.

IOM- Institute of Medicine . **Dietary Reference Intakes: applications in dietary assessment**. 2000. 306p.

JARAMILLO, M.C. et al. Cytotoxicity and antileishmanial activity of *Annona muricata* pericarp. **Fitoterapia** , n. 71, p. 183-186,2000

KATEKAWA, M. E.; SILVA, M. A. On the influence of glass transition on shrinkage in convective drying of fruits: a case study of banana. **Drying Technology**, v. 25, p. 1659–1666, 2007.

KIM, H.P, et al. Anti-inflammatory plant flavonoids and cellular action mechanisms. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.96, n.3, p.220-245, 2004.

KOROISHI, E.T. **Estudo do Processo de Liofilização: aplicação para suco de laranja**. 122 p. Dissertação (Mestrado de Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas: SP, Julho 2005.

KUMAR GP, PRASHANTH N, KUMARI BC. Fundamentals and applications of lyophilization. **Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research**, v.2, p.157-169, 2011.

LAGE, G. A. **Isolamento, identificação química e bioprospecção de metabólitos secundários das folhas de *Annona crasiflora* Mart. (Annonaceae)**. 132p. Dissertação em Química (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.

LAKO, J et al. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. **Food Chemistry**, v.101, p. 727–1741, 2007.

LETERME, P. et al. 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.

LEWICKI, P. P. Design of hot air drying for better foods. **Trends in Food Science and Technology**, v. 17, p. 153-163, 2006.

LIMA, M. A. C. et al. Uso de cera e 1-metilciclopropeno na conservação refrigerada de graviola (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.3, p. 433-437, 2004.

LIMA, W.Q.F. Avaliação fitoquímica e antioxidante de plantas medicinais do Norte do Mato Grosso. **Revista Científica FACIDER**, v.2, n.2, p.1-17, 2013.

LONDOÑO, Y.F; MUÑOZ, E.M. **Obtención y evaluación de extractos bioactivos presentes en semillas de *Annona muricata* de la región cafetera**. 87p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo Químico). Universidade Tecnológica de Pereira, Colômbia, 2010.

LOPES, J. C.; MELLO-SILVA, R. Annonaceae da Reserva Natural Vale, Linhares, Espírito Santo. **Rodriguésia**, v. 65, n. 3, p. 599-635, 2014

LUNA, J. S. **Estudo de Plantas Bioativas**. 254p. Tese (Doutorado em Química). Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco - RE, 2006.

MANACH, C. et al. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, n. 5, p. 727-747, 2004.

MATA, M.E.R.M.C.et al. Obtenção de graviola em po pelo processo de liofilização. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.7, n.2, p.165-172, 2005.

MATOS, E. Dossiê **Técnico sobre processamento de frutas desidratadas**. Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas, Brasília, UnB. 2007.

MAZEPA, L. **Análise do perfil físico-químico, atividade antioxidante e atividades biológicas da espécie vegetal *Annona x Atemoya mabb***.117 p. Tese (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2014.

MEDEIROS, S.A.F et al. Caracterização físico-química de progênies de maracujá-roxo e maracujá- azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p.492-499, 2009.

METTA, F. I. K. et al. O papel da liofilização na conservação de alimentos pelo controle da umidade. **In: XII Safety, Healph and Environment World Congress**, p. 162-165, 2012.

MORAES, M.O.B. **Caracterização química e determinação da atividade antioxidante em massa da graviola (*Annona muricata* L.)**. 61p. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.

NASCIMENTO, RS.M; CARDOSO, J.A; COCOZZA, F.D.M. Caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.8, p. 856-860, 2014.

NUNES, C. D.R. ***Annona muricata* L.: análise química e biológica dos frutos de graviola**. 149p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal com ênfase em Química de Alimentos), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2011.

NUNES, C.D.R. et al. Flavonoides em Annonaceae: ocorrência e propriedades biológicas. **VÉRTICES**, v.14, n. 1, p.39-57, 2012.

ONIMAWO, I.A. **Proximate composition and selected physicochemical properties of the seed, pulp and oil of sour sop (*Annona muricata*)**. *Plant Foods For Human Nutrition*, v. 57, n. 2, p. 165-171, 2002.

PARK, K,J; BIN, A.; BROD, F.P.R. Drying of pear d'Anjou with and without osmotic dehydration. **Journal of Food Engineering**, v.56, n.1, p.97-103, 2003.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Substâncias bioativas em alimentos funcionais**. São Paulo: Varela, 2005.

QUISPE M. A.; ZAVALA C, D.; ROJAS C. J. Efecto citotóxico selectivo in vitro de *muricin H* (acetogenina de *Annona muricata*) en cultivos celulares de cáncer de pulmón. **Revista Peruana De Medicina Experimental y Salud Publica**, v.23, n. 4, p. 265- 269, 2006.

RABELO, S. V et al . Atividade antioxidante e antimicrobiana de extratos de atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 265-271, 2014 .

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

RATNAM, D.V. et al. Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective. **Journal of Controlled Release**, v. 113, p. 189–207, 2006.

REED,E; ROCHA, D.S. Pigmentos naturais em alimentos e sua importância para a saúde.**Estudos**, v. 41, n.1, p.76-85, 2014.

REIS, C. N. **Annona muricata: análise química e biológica dos frutos de gravioleira**. 150p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2011.

ROCHA, W.S et al. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.4, p. 1215-1221, 2011.

SACRAMENTO, C. K. et al. Caracterização física e química de frutos de três tipos de gravioleira (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n.2, p. 329-331, 2003.

SANTOS, M. D.; BLATT, C. T. T. Teor de flavonoides e fenois totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. De mata e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v.21, n.2, p.135-140, 1998.

SANTOS, M.Q.C. **Enraizamento de estacas de gravioleira (*Annona muricata* L.) cv. “Gigante das Alagoas”**. 83 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2010.

SANTOS, D.C. Elaboração de bebida tipo néctar de graviola adoçada com mel de *Apis melífera*. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, p.216-225, 2014.

SAO JOSE, A. R. et al . Atualidades e perspectivas das Anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 86-93, 2014 .

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.

SILVA, L.M; NEPOMUCENO, J.C. Efeito modulador da polpa da graviola (*Annona muricata*) sobre a carcinogenicidade da mitomicina C, avaliado por meio do teste para detecção de clones de tumor (*warts*) em *Drosophila melanogaster*. **Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão**, v.1, n.8, p.80-94, 2011.

SILVA, C.T. JASIULIONIS, M.G. Relação entre estresse oxidativo, alterações epigenéticas e câncer. **Ciência e Cultura**, v.66, p.38-42, 2014.

SILVA, L.R et al. Flavonóides: constituição química, ações medicinais e potencial tóxico. **Acta toxicologica argentina**, v.23, n.1, p. 36-43, 2015.

SILVA, A.K.N; ABE, S.T.H; SANTOS, O. V. Processamento da farinha da casca do mangostão (*Garcinia magostana* L.) com vistas aos aspectos nutricionais e de antocianina. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 7, n. 2, p. 1074-1087, 2013.

SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia, da planta ao medicamento**. Porto Alegre: editora UFRGS, 2007. 1104p

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationship between pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, n. 81, p. 337-354, 2002.

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

SOARES, M. et al. Compostos Fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n. 1, p. 59-64, 2008.

SOUZA, V. R. et al. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, n. 1, p.381-386, 2012.

SOUZA, L.C. **Caracterização e propriedades bioativas de polpa de graviola, resíduo in natura e desidratado**. 49p. Tese (Mestrado), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2015.

SPADA, P. D. S. et al. Antioxidant, mutagenic, and antimutagenic activity of frozen fruits. **Journal of Medicinal Food**. v. 11, n. 1, p.144-151, 2008.

STREIT, N.M et al. As clorofilas. **Ciência Rural**, v. 35, n.3, p.748-755, 2005.

TACO- Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. **Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA**. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 4.ed. Campinas, São Paulo, 2012.

TEIXEIRA, C.K.B; NEVES, E.C.A; PENA, R.D.S. Estudo da pasteurização da polpa de graviola. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.17, n.3, p.251-257, 2006.

TERADA, M. et al. Differential Rapid Analysis of Ascorbic Acid And Ascorbic Acid 2-Sulfate By Dinitrophenylhydrazine Method. **Annals of Biochemistry**. v.4, p. 604-8, 1978.

TORRES, M. P. et al. Graviola: A novel promising natural-derived drug that inhibits tumorigenicity and metastasis of pancreatic cancer cells in vitro and in vivo through altering cell metabolism. **Cancer Letters**, v. 323, n. 1, p. 29–40, 2012.

UENOJO, M; MARÓSTICA JUNIOR, M.R; PASTORE, G.M. Carotenoides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**. v,30, n.3, p. 616-622, 2007.

VIEIRA, A. P.; NICOLETI, J. F.; TELIS, V. R. N. Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 1, p. 50-58, 2012.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; TEIXEIRA, F. C. **Alimentos funcionais**: conceitos básicos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.

VOLP, A.C.P *et.al.* Flavonoides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v.23, n.2, p.141-149, 2008.

WILLIAMSON, C; BUTTRISS, J.L. Food Information Databank Systems-everything you ever wanted to know. **Trends Food Sci Technol**, v.18, n.8, p.398-406, 2007.

ZOTARELLI, M.F. **Desenvolvimento de processo combinado de desidratação e modificação da textura de manga por secagem convectiva e pulsos de vácuo**. 52 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2010.