



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

**CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES BIOATIVAS DE POLPA DE
GRAVIOLA, RESÍDUO IN NATURA E DESIDRATADO**

MESTRANDA: LÍlian Carvalho Souza

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

COORIENTADOR: Prof. D.Sc. Marcondes Viana da Silva

**ITAPETINGA – BA
FEVEREIRO/2015**

LÍLIAN CARVALHO SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES BIOATIVAS DE POLPA DE
GRAVIOLA, RESÍDUO IN NATURA E DESIDRATADO**

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

ORIENTADOR: Prof. *D.Sc.* Abel Rebouças São José

COORIENTADOR: Prof. *D.Sc.* Marcondes Viana da Silva

**ITAPETINGA
FEVEREIRO/2015**

664.804 Souza, Lílian Carvalho.

S716c

Caracterização e propriedades bioativas de polpa de graviola, resíduo in natura e desidratado. / Lílian Carvalho Souza. - Itapetinga: UESB, 2015.

49f.

Dissertação apresentada Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como parte das exigências Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências de Alimentos, área de concentração em Engenharia de Processos de Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Abel Rebouças São José e co-orientação do Prof. D.Sc. Marcondes Viana da Silva.

1. Polpa de graviola – Fitoquímicos. 2. Graviola – Antioxidante - DPPH. 3. Farinha de fruta – Resíduo - In natura e desidratada. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. II. São José, Abel Rebouças. III. Silva, Marcondes Viana da. IV. Título.

CDD(21): 664.804

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Polpa de graviola – Fitoquímicos
2. Graviola – Antioxidante - DPPH
3. Farinha de fruta - Resíduo – In natura e desidratada



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: CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES BIOATIVAS DE POLPA DE GRAVIOLA, RESÍDUO IN NATURA E DESIDRATADO.

Autor (a): LÍLIAN CARVALHO SOUZA

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

Co-orientador (a): Prof.ª Dr.ª Marcondes Viana da Silva

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.ª Dr.ª Andréa Gomes da Silva (UESB)


Prof.ª Dr.ª Marinês Pereira Bomfim (FAINOR)

Itapetinga-BA, 25 de fevereiro de 2015.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, **Maria Arlinda Carvalho**, pelo apoio incondicional e aos meus irmãos **Alan Carvalho** e **Vinícius Carvalho**, por todo o apoio e motivação.

Ao meu querido orientador, **Abel Rebouças São José**, pela orientação, dedicação, competência, incentivo, amizade e auxílio sempre.

À querida **Marinês Pereira Bomfim** por todo apoio, amizade e orientação em todas as etapas do mestrado.

À **UESB** e ao Programa de pós-graduação em Engenharia e Ciências de Alimentos, especialmente as coordenadoras do programa, **Renata Bonomo** e **Sibelli Passini**, pelo auxílio e direcionamento durante todo curso.

À **FAPESB** pelo auxílio financeiro.

Aos colegas e amigos da Biofábrica-UESB-Vitória da Conquista, Tiyoko Rebouças, Nilma Dias, Ana Paula Barreto, Jecilene Silva, Jamire Silva, Cintia Sousa, Lorena Oliveira, Denis Ribeiro, Maria Olímpia, Gildete Santos, em especial a **Jailson Silva** e **John Porto** pela assistência sempre que precisei.

À **Renato**, coordenador da COOPAG-Cooperativa Agrícola de Gandu-Bahia e **Francisco Andriguetti**, proprietário do Sítio Santa Matilde, pelo fornecimento da matéria prima utilizada neste trabalho e pela disponibilidade e atenção sempre.

À todos que não foram citados, mas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, muito obrigada!

RESUMO

SOUZA, L. C. **CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES BIOATIVAS DE POLPA DE GRAVIOLA, RESÍDUO IN NATURA E DESIDRATADO:** UESB, 2015. 49 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos)

Com a tendência de crescimento do consumo e produção de frutas em todo mundo, há o conseqüente o aumento da produção de resíduos gerados. Os resíduos de frutas, verduras e legumes normalmente não fazem parte da dieta da maioria das pessoas, porém pesquisas relatam que esses resíduos possuem nutrientes que poderiam ser utilizados para aumentar o valor nutritivo da dieta além de serem aproveitados de forma econômica e como fontes de compostos bioativos. Neste sentido, este estudo visou avaliar a composição química, a atividade antioxidante e quantificar os compostos bioativos da polpa de graviola e de seu resíduo in natura, desidratado por secagem convectiva e liofilizado. O resíduo de graviola foi liofilizado e desidratado por secagem convectiva e essas duas farinhas e as amostras de polpa e resíduo in natura da graviola foram submetidas às análises de composição química. Foram realizadas as determinações de umidade, atividade de água, acidez titulável, pH, sólidos solúveis, açúcares redutor e não-redutor cinzas, proteínas, lipídios e rendimento. As determinações de compostos bioativos foram: Vitamina C total, compostos fenólicos, flavonóides, carotenóides, clorofilas A e B e antocianinas, além da atividade antioxidante pelo método do DPPH. Os resultados mostraram que as características físicas e físico-químicas da polpa de graviola se mantêm no resíduo in natura e nas farinhas do resíduo, e que quantidades consideráveis dos compostos bioativos permanecem nos resíduos tanto in natura, quanto nas farinhas, embora essas quantidades sejam maiores na farinha do resíduo liofilizado. A atividade antioxidante foi determinada pelo método DPPH com resultado expresso em EC50. Essa capacidade antioxidante foi maior no resíduo liofilizado seguidos do resíduo desidratado por secagem convectiva, polpa da graviola e resíduo in natura, 15,42 g.g⁻¹, 17,78 g.g¹, 22,92 g.g¹ e 24,64 g.g¹, respectivamente. Em geral, o resíduo liofilizado manteve melhor as características pesquisadas em relação ao resíduo desidratado. Porém, as duas farinhas do resíduo mostraram ser uma boa fonte de compostos benéficos à saúde por conterem compostos bioativos que promovem a capacidade antioxidante nos alimentos e podem ser adicionados em produtos conferindo funcionalidade, se tornando produtos capazes de evitar doenças crônicas e degenerativas.

Palavras-chave: fitoquímicos, *Anona muricata* L., antioxidante, DPPH, farinha de fruta.

ABSTRACT

SOUZA, L. C. **CHARACTERIZATION AND BIOACTIVE PROPERTIES IN SOURSOP PULP AND FRESH AND DEHYDRATED RESIDUE**: UESB, 2015. 49 p. (Dissertation - Master Degree in Food Engineering and Science)

The production and consumption of fruits is increasing worldwide, consequently, generating more residues. Usually, residues of fruits and vegetables are not part of the diet of most people, but studies report that these residues has nutrients that could be used to increase the nutritional value of the diet, could be exploited economically and could be a good source of bioactive compounds. Thus, this study aimed to evaluate the chemical composition, antioxidant activity and quantify the bioactive compounds in soursop pulp, fresh residue and residues dehydrated by freeze-drying and convective drying. The soursop residue was freeze-dried and dehydrated by convective drying and these two flours and the samples of soursop pulp and fresh residue were subjected to analysis of chemical composition. It was determined the moisture content, water activity, titratable acidity, pH, soluble solids, reducing and non-reducing sugars, ashes, proteins, lipids and yield. The analyses of bioactive compounds were: Vitamin C, phenolic compounds, flavonoids, carotenoids, chlorophyll A and B, anthocyanins and antioxidant activity using the DPPH method. The results showed that physical and physical-chemical characteristics of soursop pulp remain in the fresh and in the residue flours and the bioactive compounds remain also, in considerable amounts, in the fresh and in the residue flours, although the higher quantity is in the freeze-dried residue. The antioxidant activity was determined using the DPPH method with results expressed in EC₅₀. This antioxidant capacity was higher in freeze-dried residue followed by dehydrated residue by convective drying, soursop pulp and fresh residue, 15,42 g.g⁻¹, 17.78 g.g¹, 22.92 and 24.64 g g.g¹. g¹, respectively. In general, the freeze-dried residue showed better physical, physicochemical and bioactive properties comparing with the dehydrated residue. However, both residues are a good source of healthy compounds because they contain bioactive compounds that promote antioxidant capacity in foods and it can be added to products becoming products capable of preventing chronic and degenerative diseases.

Keywords: phytochemicals, *Anona muricata* L., antioxidant, DPPH, fruit flour.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gravioleira	11
Figura 2 - Graviolas	11
Figura 3 - Bagaço com sementes	20
Figura 4 - Bagaço	20
Figura 5 - Fluxograma do processamento de resíduo de graviola desidratado	20
Figura 6 - Esquema do secador tipo cabine	21
Figura 7 - Disposição do resíduo de graviola nas bandejas	21
Figura 8 - Disposição das bandejas dentro do secador de cabine	21
Figura 9 - Fluxograma do processamento de resíduo de graviola liofilizado	22
Figura 10 - Resíduo congelado à -80°C em bandeja do liofilizador	22
Figura 11 - Liofilizador com três bandejas carregadas de resíduo	22
Figura 12 - Resíduo desidratado por secagem convectiva	23
Figura 13 - Resíduo liofilizado	23
Figura 14 - Polpa da graviola	23
Figura 15 - Resíduo in natura	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros físico e físico-químicos de polpa e resíduos de graviola	28
Tabela 2 - Compostos bioativos de polpa e resíduos de graviola	33

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Graviola (<i>Annona muricata</i> L.).....	13
2.2 Ação Antioxidante	14
2.3 Resíduos da Indústria de Frutas	17
2.4 Desidratação.....	19
2.4.1 Liofilização	19
2.4.2 Secagem Convectiva	20
3.MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Secagem Convectiva	22
3.2 Liofilização	24
3.3 Determinações Analíticas	25
3.3.1 Análises Físicas e Físico-químicas	25
3.3.1.1 Umidade.....	25
3.3.1.2 Atividade de Água	26
3.3.1.3 Acidez Titulável (AT).....	26
3.3.1.4 pH	26
3.3.1.5 Sólidos Solúveis (SS)	26
3.3.1.6 Açúcares Redutores e Não-redutores.....	26
3.3.1.7 Cinzas Totais	27
3.3.1.8 Proteína	27
3.3.1.9 Lipídios	27
3.3.2.0 Rendimento	27
3.3.2. Análises de Compostos Bioativos	28
3.3.2.1 Determinação Espectrofotométrica de Vitamina C Total.....	28
3.3.2.2. Carotenóides Totais	28
3.3.2.3. Flavonóides Totais	28
3.3.2.4. Fenóis Totais.....	29
3.3.2.5. Atividade Antioxidante.....	29
3.4 Análise Estatística	29
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Caracterização Física e Físico-química.....	30

4.2 Análises de Compostos Bioativos.....	35
5.CONCLUSÃO	40
6.REFERÊNCIAS	41

1.INTRODUÇÃO

Em todo o mundo se observa um aumento do consumo de frutas. Essa demanda crescente dos consumidores por uma maior variedade de frutas em sua dieta é motivada por uma série de fatores que levam às modificações nos hábitos alimentares, tais como: maior cuidado com a saúde e aspectos nutritivos dos alimentos, campanhas publicitárias sobre os benefícios do consumo de frutas, envelhecimento da população, que amplia o conjunto consumidor de maior idade, tendência a desprendimento dos horários e costumes e consumidor aberto a novos sabores, atraído por novos produtos (MAIA et al., 2007).

Com esse aumento de consumo, há também um aumento na produção de frutas tanto para o consumo in natura quanto para produção de sucos, polpas e outros produtos. Com essa grande produção, há também uma grande produção de resíduos que são descartados gerando assim, resíduos agroindustriais (SOCCOL et al.,2003).

O termo “resíduo” é utilizado na indústria de alimentos para caracterizar as partes da matéria prima que não são usadas durante o processo produtivo. Especificamente na indústria de polpas de frutas, esse resíduo constitui-se de partes da casca, sementes e partes das polpas dos frutos (MATIAS et al., 2005).

Os resíduos de frutas, verduras e legumes normalmente não fazem parte do cardápio da maioria das pessoas, porém pesquisas relatam que esses resíduos possuem nutrientes que poderiam ser utilizados para aumentar o valor nutritivo da dieta além de serem aproveitados de forma econômica (ABUD e NARAIN, 2009).

A indústria de processamento de polpa de frutas gera resíduos que variam de 15 até 50% sendo necessário, o desenvolvimento de novos produtos utilizando resíduos como matéria prima, a fim de evitar desperdícios, impacto ambiental se despejados inadequadamente, acúmulos em aterros sanitários e ainda agregar os nutrientes dos resíduos de frutas em outros produtos como geléias, doces em massa, sorvetes, entre outros (BUENO et al., 2002).

A desidratação dos resíduos de frutas para a produção de farinha é uma maneira viável de aproveitamento de resíduos evitando desperdícios e contribuindo para a preservação do meio ambiente. Além disso, a produção de farinha de resíduo disponibiliza no mercado um produto mais estável que o in natura podendo ser aplicada no processamento de diferentes produtos que serão conferidos de ingredientes funcionais presentes nas frutas.

Frutas em geral são alimentos sazonais e por isso é necessário encontrar maneiras de conservá-las no intuito de disponibilizar estes alimentos, na sua maioria funcionais, durante todo o ano. Diversas pesquisas estimulam o consumo diário de, no mínimo, cinco porções de frutas e hortaliças variadas, pois alegam que a inserção desses alimentos na dieta promove melhora na saúde, devido ao seu potencial nutritivo e presença de bioativos, muitos deles desempenhando funções biológicas, com destaque para os que possuem ação antioxidante como açaí, graviola e cupuaçu (USDA, 2009).

A graviola é um fruto bastante procurado devido à suas qualidades sensoriais que possibilitam o consumo in natura, em sorvetes e sucos caseiros além do aproveitamento agroindustrial. É um fruto que possui propriedades na medicina homeopática e na culinária caseira, justificando sua grande demanda (BATISTA, 2003).

Além disso, frutas como a graviola e cupuaçu e alguns vegetais e cereais são ricos em antioxidantes como ácido ascórbico, tocoferóis, carotenóides e em compostos fenólicos e por esse motivo, nos últimos anos, houve um crescente aumento em pesquisas sobre esses alimentos já que os antioxidantes naturais possuem baixa toxicidade em relação aos sintéticos (WOLFE et al., 2003).

Como o consumo in natura de frutas como a graviola tem crescido nos últimos anos, têm crescido também estudos sobre diferentes tecnologias para seu processamento e o aumento de sua vida útil. A produção de farinha de fruta já se mostrou ser um empreendimento bastante promissor, pois além de ser uma boa alternativa para permitir a presença de produtos derivados da fruta como pães, bolos, biscoitos, sucos, entre outros, no período de entre safra, apresenta maior vida útil e são ótimas fontes de compostos funcionais, principalmente os antioxidantes (PARK et al., 2002).

A secagem é uma das técnicas mais utilizadas de produção de farinha de componentes de frutas. Consiste na redução da disponibilidade de água para o desenvolvimento de microrganismos e para reações bioquímicas deteriorativas. Apresenta a vantagem de ser simples e permitir a obtenção de produtos com maior vida de prateleira. Além disso, o processo envolve custos e volumes menores de acondicionamento, armazenagem e transporte. Em alguns casos, a secagem apresenta a vantagem adicional de colocar ao alcance do consumidor uma maior variedade de produtos alimentícios que podem ser disponibilizados fora da safra. (PARK et al., 2002).

A liofilização é uma técnica de desidratação onde o alimento congelado é submetido à baixa pressão, removendo a água por sublimação. Por meio dessa técnica

obtêm-se produtos desidratados de alta qualidade, comparados com produtos obtidos por outros processos. Tal fato é explicado pela baixa temperatura em que todo o processo é conduzido, o que reduz significativamente a redução do volume, as perdas de voláteis, as ações enzimáticas e a decomposição térmica de nutrientes, preservando muitas características do alimento fresco. A liofilização, sem dúvida, é um dos métodos de desidratação mais eficientes e eficazes (RATTI, 2001).

Portanto, considerando as elevadas taxas de produção de resíduos agroindustriais gerados a partir das frutas e a importância dos antioxidantes para saúde, este estudo visou avaliar a composição química, a atividade antioxidante e quantificar os compostos bioativos da polpa de graviola e de seu resíduo in natura, desidratado por secagem convectiva e liofilizado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Graviola (*Annona muricata* L.)

A gravioleira (Figura 1) é uma frutífera tropical da família *Annonaceae*, que tem origem na América Central e norte da América do Sul, sendo a Venezuela o maior produtor. É uma dicotiledônea de hábito de crescimento ereto, flores perfeitas e hermafroditas, o fruto, a graviola (Figura 2), possui baga composta e casca com espículas moles quando maduro (ZACARONI et al., 2014).

Fonte: Lilian Souza



Figura 1 - Gravioleira

Fonte: Lilian Souza



Figura 2 - Graviolas

A família das Anonáceas é composta por cerca de 75 gêneros e mais de 600 espécies. Entre as espécies de destaque desta família estão a gravioleira cujo fruto é a graviola (*Annona muricata* L.); a pinheira cujo fruto é a pinha, também chamada de ata ou fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.); cherimólia (*Annona cherimola* L.) e atemóia (híbrido entre cherimólia e pinha) (SÃO JOSÉ, 2003).

O cultivo das espécies da família das Anonáceas vem crescendo cada vez mais no Brasil com destaque para a graviola devido à grande demanda por esta fruta e seus derivados pelos consumidores, tornando a graviola uma das frutas tropicais brasileiras de maior aceitação comercial (JUNQUEIRA e JUNQUEIRA, 2014).

Essa frutífera se adaptou muito bem no Brasil, principalmente, aos solos dos estados da Paraíba, Ceará, Pernambuco e Bahia, onde é uma das mais importantes frutas do comércio dessas regiões, sendo destinada para a fabricação de sucos, polpas, sorvetes, compotas, geléias e doces (SACRAMENTO et al., 2003).

Vários mercados têm sido abertos para o comércio de frutas tropicais, em especial a graviola que vêm sendo cultivada nas regiões norte, nordeste, centro-oeste e sudeste do País destacando-se a Bahia, Ceará, Pernambuco, Alagoas e Minas gerais (ZACARONI et al., 2014).

A região sudeste da Bahia possui condições de clima e solo favoráveis para o cultivo da graviola, estando presente em vários municípios dessa região. Com a crise da cultura do cacau, a área cultivada de graviola foi bastante aumentada e esse fruto, teve um grande aumento de interesse comercial. A produção média é de 10,5 t/ha de fruta fresca de graviola, podendo chegar, em alguns casos, a 30 t/ha (ARAUJO et al., 2001).

A graviola possui características terapêuticas como o grande potencial diurético, adstringente, vitaminizante, antiinflamatório, anti-reumático, também propriedade antiespasmódica, antitussígena e anticancerígena devido ao alto poder antioxidante. É uma boa fonte de vitaminas do complexo B, importantes para o metabolismo de proteínas, carboidratos e gorduras, adicionando ao cardápio vitaminas e minerais, além de ser ótimo para a saúde, agindo contra células cancerígenas (JUNQUEIRA e JUNQUEIRA, 2014).

O interesse de exploração da graviola vem crescendo com o tempo, ocasionado principalmente pela crescente demanda pela sua polpa para utilização em sucos, sorvetes, doces e geléias devido a suas características sensoriais marcantes e do seu poder funcional, agregando um grande valor comercial a fruta (SÃO JOSÉ, 2003).

2.2 Ação Antioxidante

A energia utilizada para as atividades normais das células provêm de um processo metabólico chamado oxidação. Entretanto, o metabolismo do oxigênio das células também produz radicais livres que podem provocar danos extensivos. A formação de radicais livres ocorre via ação catalítica de enzimas, durante os processos de transferência de elétrons que ocorrem no metabolismo celular e também pode ocorrer

devido a exposição à fatores exógenos como fumo, radiações ultravioleta, dieta, medicamentos, entre outros. A concentração destes radicais pode aumentar no organismo devido à maior geração intracelular ou pela deficiência dos mecanismos antioxidantes. O desequilíbrio destas moléculas oxidantes e antioxidantes resulta na em danos celulares. Entre esses danos estão os associados ao desenvolvimento de muitas doenças crônicas e degenerativas, incluindo o câncer, doenças cardíacas, Alzheimer, bem como no processo de envelhecimento (LIMA et al., 2014).

Devido ao efeito dos radicais livres no organismo, atualmente aumentou bastante o interesse no estudo dos antioxidantes, pois a oxidação é um processo normal da vida aeróbica das células e por isso, os radicais livres são produzidos naturalmente. Esses radicais livres reagem com DNA, RNA, proteínas e outras substâncias oxidáveis, que fazem com que danos sejam causados podendo contribuir para o envelhecimento e o desenvolvimento de doenças degenerativas, como câncer, aterosclerose, artrite reumática, entre outras (MELO et al., 2006).

O antioxidante é um composto que protege o sistema contra o efeito nocivo dos processos que causam oxidação excessiva. Eles possuem vários mecanismos de defesa contra os radicais livres para proteção do organismo, eles agem de forma a impedir ou retardar a formação dos radicais livres e interceptam os gerados pelo metabolismo celular ou por fontes exógenas, impedindo o ataque sobre os lipídeos, os aminoácidos das proteínas, a dupla ligação dos ácidos graxos polinsaturados e as bases do DNA, o que evita a formação de lesões e perda da integridade celular. Outro mecanismo de proteção é o reparo das lesões causadas pelos radicais. Esse processo está relacionado com a remoção de danos da molécula de DNA e a reconstituição das membranas celulares danificadas (SOUSA et al., 2007).

De forma geral, um antioxidante é toda substância que presentes em baixas concentrações em relação ao substrato oxidável, inibe ou retarda a oxidação do substrato (VASCONCELOS et al., 2014).

As características de um bom antioxidante são: presença de substituintes doadores de elétrons ou de hidrogênio ao radical, em função de seu potencial de redução; capacidade de deslocamento do radical formado em sua estrutura; capacidade de quelar metais de transição implicados no processo oxidativo; e acesso ao local de ação, dependendo de sua hidrofília ou lipofília e de seu coeficiente de partição (MANACH et al., 2004).

Um antioxidante é uma substância sintética ou natural adicionada em produtos para prevenir ou retardar a deterioração dos mesmos pela ação do oxigênio presente no ar. São enzimas ou outras substâncias orgânicas, como a vitamina E ou o β -caroteno, capazes de agir contra danos da oxidação em tecido animal (HUANG et al., 2005).

Produtos vegetais são ricos em antioxidantes naturais que possuem baixa toxicidade em relação aos produtos sintéticos. Esses compostos em baixa concentração retardam ou previne a oxidação através de um ou mais mecanismos, tais como inibição de radicais livres e complexação de metais prevenindo a formação de doenças, contribuindo, dessa maneira, para uma maior longevidade. Desta forma, é essencial que haja o equilíbrio entre os radicais livres e o sistema de defesa antioxidante (LUNA et al., 2010).

As frutas são fontes naturais de antioxidantes e por isso são de extrema importância para a dieta, no sentido de diminuir a ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis. Esse efeito protetor é diretamente associado aos antioxidantes (KAUR E KAPOOR, 2002).

A medida da capacidade antioxidante reflete a ação cumulativa de todos os antioxidantes presentes em um extrato ou amostra biológica proporcionando, desta forma, uma análise de parâmetros integrados. A capacidade antioxidante pode ser considerada um marcador sensível e confiável para detectar mudanças no estresse oxidativo *in vivo*, fornecendo ajuda na elucidação de fatores fisiológicos e nutricionais importantes, e ainda, suprimindo informações sobre absorção e biodisponibilidade de compostos antioxidantes (GHISELLI et al., 2000).

As metodologias para a determinação da capacidade antioxidante são variadas e por isso, pode haver interferências. Nesse sentido, é recomendada a utilização de duas ou mais técnicas, pois nenhum ensaio usado isoladamente para determinar a capacidade antioxidante irá refletir exatamente a “capacidade antioxidante total” de uma amostra (HUANG et al., 2005).

A determinação da capacidade antioxidante de um material, independente do método utilizado, avalia o efeito de diferentes concentrações de substâncias antioxidantes em concentrações conhecidas de radicais livres ou comparam a ação de diversos agentes oxidantes em sistemas celulares, sempre utilizando substâncias de referência como vitaminas C e E, BHT, quercetina, rutina, entre outros (CHU et al., 2009).

As metodologias podem ser separadas em duas categorias, a baseada na reação de transferência de elétrons e a baseada na reação de transferência de 36 átomos de hidrogênio. Dentre os métodos *in vitro* mais usados podem-se citar aqueles que medem: a habilidade de um antioxidante de reduzir um radical livre por doação de hidrogênio ou elétron (ORAC, TRAP, ABTS e DPPH); o poder redutor; a capacidade de quelante de íons ferrosos e a capacidade de inibir a oxidação lipídica (método da oxidação acoplada do β -caroteno/ácido linoléico) (HUANG et al., 2005).

Um dos métodos mais usados para medir a capacidade antioxidante de um material é o DPPH. Este método consiste em avaliar a atividade seqüestradora do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila - DPPH•, de coloração púrpura que absorve a 515 nm. Por ação de um antioxidante (AH) ou uma espécie radicalar (R•), o DPPH• é reduzido formando difenil-picril-hidrazina, de coloração amarela, com conseqüente desaparecimento da absorção, podendo a mesma ser monitorada pelo decréscimo da absorbância. A partir dos resultados obtidos determina-se a porcentagem de atividade antioxidante ou seqüestradora de radicais livres e/ou a porcentagem de DPPH• remanescente no meio reacional. A porcentagem de atividade antioxidante (%AA) corresponde à quantidade de DPPH consumida pelo antioxidante, sendo que a quantidade de antioxidante necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% é denominada concentração eficiente (CE50), também chamada de concentração inibitória (CI50). Quanto maior o consumo de DPPH por uma amostra, menor será a sua CE50 e maior a sua atividade antioxidante (SOUSA et al., 2007).

2.3 Resíduos da Indústria de Frutas

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2013 o Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de frutas frescas, atrás apenas da China e da Índia, produzindo mais de 43 milhões de toneladas sendo que a região Nordeste foi responsável pela maior parte da produção de frutas tropicais. Neste setor, o mercado de polpas e sucos de fruta é crescente devido à maior preservação das características químicas e sensoriais que esses produtos mantêm, além do aumento da vida de prateleira da frutas o que diminui as perdas e as disponibiliza ao consumidor durante todo o ano sem a preocupação de esperar a época do ano para crescimento da fruta ou seu amadurecimento (ABUD e NARAIN, 2009).

A fabricação de polpa de fruta produz materiais não aproveitados, como sementes, bagaço, cascas e centros da frutas, que são classificados como resíduos de acordo com a Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002 que expõe que: “Resíduo

sólido industrial: é todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semisólido, gasoso - quando contido, e líquido – cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição” (BRASIL, 2002).

A produção industrial de resíduos foi exponencialmente aumentada com grande aumento na produção não só de polpas de frutas como outros derivados de frutas como geléias, doces e compotas. Desta forma, utilizando-se uma tecnologia de aproveitamento destes resíduos para enriquecer a alimentação, diminuí-se os desperdícios e adicionam-se ótimos nutrientes na dieta humana (EMBRAPA, 2003).

Alguns autores relatam que os resíduos de frutos como cascas, sementes e bagaço, apresentam um alto teor de compostos bioativos, podendo resultar em uma atividade antioxidante maior que a própria polpa da fruta. Por este motivo, aumentaram os estudos sobre o aproveitamento de resíduos aplicando-os em diferentes produtos e consequentemente, os tornando alimentos funcionais (OLIVEIRA et al., 2009; BALESTRO et al., 2011; SOARES et al., 2008).

A grande produção de polpa de frutas gera uma quantidade grande de resíduos compostos, dependendo da fruta processada, de casca, sementes e bagaço. Com o crescente aumento desta atividade, cresce também a preocupação com o destino destes resíduos que em sua maioria, são desperdiçados. Alguns produtores tentam minimizar o impacto ambiental e o acúmulo em aterros sanitários, destinando os resíduos à produção de ração animal ou fertilizantes (BUENO et al., 2002).

Uma opção de uso dos resíduos de frutas que tem sido estudada é a produção de farinha de resíduo de frutas que é produzida a partir da desidratação e trituração dos resíduos e é incorporada na formulação de bolos, biscoitos e pães, juntamente com a farinha de trigo, para adicionar componentes importantes das frutas nesses alimentos, como fibras e vitaminas além de, reduzir o descarte de partes utilizáveis de frutas nas indústrias. Além disso, essa farinha ainda pode ser adicionada em outros produtos como sorvetes, doces e sucos, que são produtos que possuem maior estabilidade que a fruta e são apreciados pela maioria da população (ABUD e NARAIN, 2009).

2.4 Desidratação

2.4.1 Liofilização

O processo de liofilização consiste em um processo de secagem do material por meio da sublimação da parte congelada a temperaturas baixas e sob vácuo. O desempenho do processo é fortemente dependente da escolha adequada das condições operacionais e, portanto, há necessidade de uma extensiva análise de seus efeitos no tempo de processamento e na qualidade do produto obtido. Essa tecnologia foi desenvolvida para superar as perdas de compostos responsáveis pelos aromas nos alimentos, os quais são muito suscetíveis às modalidades de processamento que empregam temperaturas elevadas, como a secagem convencional (IBARZ e BARBOSA-CANOVAS, 1999).

É um método de secagem que proporciona produtos finais de alta qualidade. Devido à ausência de água líquida e às baixas temperaturas requeridas no processo, o encolhimento e a migração de sólidos solúveis no interior do material são minimizados, a porosa do material seco facilita a rápida rehidratação, a retenção de componentes aromáticos voláteis é favorecida e as reações degradativas são minimizadas (GEORGE e DATTA, 2002).

Durante a sublimação os compostos voláteis não são absorvidos o que garante a retenção de 80 a 100% das características sensoriais dos alimentos. A liofilização também provoca mínimas alterações nas proteínas, carboidratos e vitaminas. Um exemplo de mínima perda é o suco de laranja liofilizado que apresenta perda de vitamina C de apenas 3% e de vitamina A de 3 a 5% (FELLOWS, 2006).

Diante disso, as vantagens da liofilização perante outros tipos de secagem são decisivas, uma vez que reduz em muito a desnaturação oxidativa e também as reações degradativas; o produto pode ser reconstituído com grande facilidade, pois a estrutura dos poros formada se assemelha a uma colméia; gera boa permeabilidade no produto; ocorre preservação das propriedades químicas e/ou físicas do material; as condições operacionais não propiciam a desnaturação protéica, a perda de compostos voláteis (sabor e aroma) e vitaminas termosensíveis, assim como dificultam a proliferação de microorganismos e o encolhimento é mínimo, não ocorrem formação de camadas duras e impermeáveis - “case-hardening”, e não há migração de sólidos solúveis para a superfície durante a secagem (GAVA, 2008).

Por trabalhar com baixas temperaturas e, geralmente sob vácuo, a liofilização é recomendada para materiais termosensíveis como: materiais biológicos (fungos,

enzimas, tecidos), farmacêuticos (antibióticos, vacinas, soros) e alimentos (sucos, carnes, legumes, frutas), gerando produtos de qualidade superior quando comparados aos obtidos em outras técnicas de secagem (RATTI, 2001).

As desvantagens do processo de liofilização são os elevados custos energéticos devido à energia de sublimação e dessorção, às baixas taxas de secagem, às baixas temperaturas de condensação e o uso do vácuo. Entretanto, é amplamente difundida e utilizada por indústrias farmacêuticas e alimentícias e institutos de pesquisa (GEORGE e DATTA, 2002).

O café solúvel é o produto alimentício liofilizado de maior consumo. Seus componentes voláteis são preservados de maneira que o produto final seja muito similar ao produto in natura. Todavia, outros produtos liofilizados também são encontrados no mercado como alguns condimentos, cogumelos, cebola, alimentos infantis, sopas em pó, entre outros (OETTERER et al., 2006).

2.4.2 Secagem Convectiva

A remoção de água dos alimentos por secagem convectiva é uma das técnicas de conservação mais usadas desde a antiguidade, uma vez que a água afeta diretamente seu tempo de preservação. É um método barato e simples quando comparados com outros métodos de conservação de alimentos como refrigeração, congelamento ou apertização. A secagem inibe o desenvolvimento de microrganismos e retarda deteriorações de origem físico-química mantendo o produto em boas condições de consumo por mais tempo, além disso, diminui o volume, reduzindo também custos com transporte e armazenamento (CANO-CHAUCA et al., 2005).

A secagem é definida como sendo a remoção de uma substância volátil (comumente, mas não exclusivamente, a água) de um produto sólido, ou seja, a operação na qual a atividade de água de um determinado produto é diminuída pela remoção de água por vaporização (TRAVAGLINI et al., 2001).

O conteúdo de água de um alimento é frequentemente expresso em termos de atividade de água, que é definida como a pressão parcial de vapor do material dividida pela pressão de vapor da água pura, sob a mesma temperatura. Quando a atividade de água diminui, diminui também, a habilidade de crescimento dos microrganismos e aumenta a vida útil do alimento (PARK et al., 2001).

A secagem por convecção é um dos processos mais utilizados onde energia em forma de calor é transferida para o material por convecção. O agente de secagem (ar pré-aquecido) passa sobre ou através do sólido, fazendo com que a água do interior se

transfira para a superfície, evaporando e sendo transportada para fora do secador. Esse movimento de água do interior do material até à superfície é analisado pelos mecanismos de transferência de massa, que indicará a dificuldade de secagem nos materiais (PARK et al., 2007).

Esse método de conservação apresenta a vantagem de ser simples e permitir a obtenção de produtos com maior vida de prateleira. Além disso, o processo envolve custos e volumes menores de acondicionamento, armazenagem e transporte. Em alguns casos, a secagem apresenta a vantagem adicional de colocar ao alcance do consumidor uma maior variedade de produtos alimentícios que podem ser disponibilizados fora da safra (PARK et al., 2002).

A secagem convectiva possui desvantagens devido a exposição a temperaturas relativamente altas (60 a 70°C) por um longo período de tempo, afetando a estrutura do alimento, alterando a cor por perda de componentes e reações de escurecimento enzimático e não enzimáticos e causando perdas nutrientes voláteis (RATTI, 2001).

De modo geral, a secagem convectiva é um processo que além de preservar os frutos e vegetais através da remoção de sua umidade, limita ou evita o crescimento microbiano e as reações de ordem química. Além disso, esse processo facilita o transporte, armazenamento e manuseio do produto final. A aplicação deste método de conservação possibilita que o consumo do produto seja de forma direta ou ainda, seja utilizado como ingrediente na elaboração de outros produtos (TRAVAGLINI et al., 2001).

3.MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi conduzido no Laboratório de horticultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista – BA com apoio do Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal e CEDETEC no *campus* de Itapetinga.

Para condução do experimento foi adquirido resíduos do processamento de polpa de graviola da variedade Morada, no município de Gandu-Bahia. As amostras foram conduzidas e mantidas sob congelamento até o processamento e análises. O resíduo utilizado consistiu do bagaço restante do despolpamento da graviola feito em uma unidade de processamento de frutas situada na mesma propriedade onde é cultivada a graviola. A graviola sem casca e pedúnculo passa pela despolpadeira restando somente o bagaço com sementes (Figura 3). As sementes são retiradas posteriormente, restando somente o bagaço (Figura 4) que foi utilizado para produção das farinhas.



Figura 3 - Bagaço com sementes



Figura 4 – Bagaço

O resíduo in natura e a polpa da graviola também foram submetidos às análises para comparação com as farinhas do resíduo. Os resíduos que foram coletados em períodos diferentes (outubro e novembro de 2013) foram homogeneizados, ou seja, misturados em um só recipiente e foram então, submetidos à secagem convectiva e a liofilização.

3.1 Secagem Convectiva

O processo de obtenção da farinha do resíduo da graviola está representado na Figura 5.

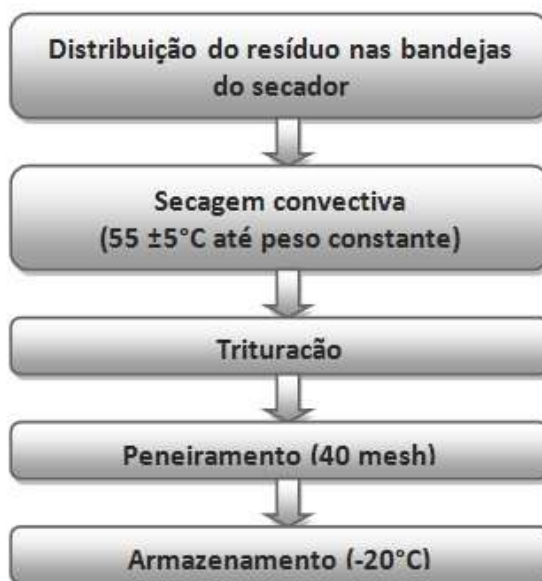


Figura 5 - Fluxograma do processamento de resíduo de graviola desidratado.

A secagem foi feita em secador do tipo cabine (Figura 6) da marca poliedrier com fluxo paralelo de ar de aproximadamente 1,5 m/s, na temperatura de $55 \pm 5^\circ\text{C}$ controladas com um termômetro fixado na saída de ar do secador.

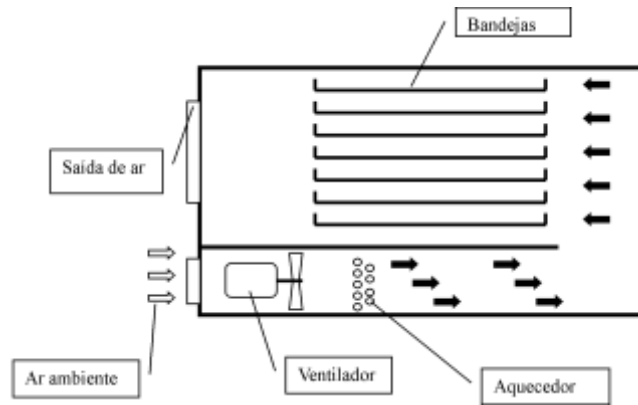


Figura 6 - Esquema do secador do tipo cabine.

As bandejas do secador foram cobertas com telas de nylon para evitar que o resíduo aderisse a superfície causando perdas. Em seguida, foram distribuídos uniformemente, 600 g de resíduo em quatro bandejas (Figuras 7 e 8) que, em intervalo de 30 minutos, eram rotacionadas e transladas entre si para a maior uniformidade do processo. Nestes intervalos, as bandejas também foram pesadas até que o peso constante fosse atingido, indicando o final do processo de secagem.



Figura 7 - Disposição do resíduo de graviola nas bandejas.



Figura 8 - Disposição das bandejas dentro do secador de cabine

O resíduo seco foi então triturado em moinho de facas e peneirado em peneiras de 40 mesh e armazenados em recipientes plásticos hermeticamente fechados e mantidos sob congelamento até a realização das análises. Foram realizadas quatro repetições, sendo homogeneizado o resíduo seco de todas as repetições para a posterior realização das análises. O processamento seguiu todas as normas de Boas Práticas de Fabricação recomendada pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 1997).

3.2 Liofilização

O processo de obtenção do resíduo liofilizado está representado na Figura 9.



Figura 9 - Fluxograma do processamento de resíduo de graviola liofilizado.

O resíduo foi distribuído nas bandejas previamente cobertas com filme plástico de PVC para evitar perdas e facilitar a retirada das amostras da bandeja. Foram utilizados 600 g de resíduo que foram distribuídos nas três bandejas do liofilizador e então, congelados a -80°C por 48 horas em Ultra Freezer da marca Coldlab , modelo CL - 374-80V (Figura 10). Em seguida, as bandejas foram transferidas imediatamente para o liofilizador de bancada da marca Terroni, série LV2000 (Figura 11).



Figura 10 - Resíduo congelado à -80°C em bandeja do liofilizador.



Figura 11 - Liofilizador com três bandejas carregadas de resíduo.

O liofilizador possui um condensador em aço inox com capacidade de 3,5 Kg de gelo por ciclo e temperatura de -55°C ; três plataformas com aquecimento para bandejas; três bandejas em aço inox com área de $0,080\text{ m}^2$ cada; uma bomba de vácuo e um painel em LCD para ajustar os parâmetros e acompanhar o processo.

De acordo com testes prévios, foram determinadas as temperaturas das bandejas da secagem primária e secundária (-35°C e -30°C, respectivamente) e tempo de liofilização de 54 horas.

O resíduo liofilizado foi rapidamente removido das bandejas e acondicionado em recipientes plásticos hermeticamente fechados e armazenados sob congelamento. As quatro repetições foram homogeneizadas e submetidas às análises descritas a seguir.

3.3 Determinações Analíticas

O resíduo desidratado (secagem convectiva) (Figura 12), o resíduo liofilizado (Figura 13), a polpa da graviola (Figura 14) e o resíduo in natura (Figura 15) foram submetidos às análises descritas a seguir.



Figura 12 - Resíduo desidratado por secagem convectiva.



Figura 13 - Resíduo liofilizado



Figura 14 - Polpa da graviola



Figura 15 - Resíduo in natura

3.3.1 Análises Físicas e Físico-químicas

3.3.1.1 Umidade

A umidade foi determinada por secagem em estufa a 105°C através da pesagem de 5 g de amostra em balança analítica até obtenção do peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem (IAL, 2008).

3.3.1.2 Atividade de Água

A atividade de água foi determinada em higrômetro com ponto de orvalho digital aparelho Aqualab® TE da marca Decagon Devices, com precisão de 0,003, na temperatura de 25°C. Este aparelho usa o método da temperatura do ponto de orvalho por resfriamento e condensação em espelho, para determinar a atividade de água.

3.3.1.3 Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável foi determinada por volumetria potenciométrica. A amostra foi titulada com solução padrão de NaOH 0,1N e com o uso de fenolftaleína como indicador. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico, que é o ácido predominante na graviola (IAL, 2008).

3.3.1.4 pH

A determinação do pH foi feita pelo método potenciométrico através da leitura direta em um pHmetro de bancada da marca Hanna previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 (IAL, 2008).

3.3.1.5 Sólidos Solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis foi determinado utilizando um refratômetro digital da marca Atago com escala de 0 a 53 °Brix, previamente calibrado com água destilada. A amostra é gotejada sobre o prisma do aparelho que fornece a leitura direta (IAL, 2008).

3.3.1.6 Açúcares Redutores e Não-redutores

Os Açúcares redutores foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Miller (1959), através do teste de DNS (ácido dinitrosalicílico) que se baseia na reação entre o açúcar redutor e o ácido 3,5-dinitrosalicílico (cor amarelo), que é reduzido a um composto colorido avermelhado, o ácido 3-amino-5-nitrosalicílico, oxidando o monossacarídeo redutor. A leitura é feita em espectrofotômetro a 540 nm utilizando-se a glicose como padrão analítico. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Os açúcares totais também foram determinados utilizando a metodologia descrita por Miller (1959), onde acontece a hidrólise dos açúcares não-redutores pela ação de HCl hidrolisado e a posterior neutralização com NaOH a 30%. Os açúcares não-redutores

foram determinados pela diferença entre os açúcares totais e os redutores. Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.3.1.7 Cinzas Totais

Foi determinada por meio da incineração de 5g de amostra em mufla com temperatura de $550 \pm 5^\circ\text{C}$ até a obtenção de cinzas claras. Os resultados forma expressos em porcentagem (IAL, 2008).

3.3.1.8 Proteína

A determinação de proteína foi realizada através do método de Kjeldahl onde é feita a digestão, destilação e titulação para a determinação da concentração de nitrogênio. O nitrogênio é transformado em amônia e quantificado através da decomposição da matéria orgânica. A massa de proteína é obtida por meio da transformação da massa de nitrogênio utilizando o fator de correção de 5,75 para proteínas vegetais. Os resultados forma expressos em porcentagem (IAL, 2008).

3.3.1.9 Lipídios

O teor de lipídios foi determinado por extração direta em Soxhlet da marca Marconi, modelo Ma 044, utilizando éter de petróleo como solvente extrator. A amostra foi tratada antes da extração em estufa a 105°C por uma hora devido ao alto teor de carboidratos. Os resultados foram expressos em porcentagem (IAL, 2008).

3.3.2.0 Rendimento

Para a análise de rendimento, frutas selecionadas ao acaso foram pesadas e submetidas a quatro etapas: descascamento, retirada do pedúnculo, despolpagem e separação da semente do bagaço. Em cada etapa, cada parte separada foi pesada individualmente.

Estabeleceu-se a relação entre o peso dos frutos inteiros com o peso da parte analisada obtendo-se assim, o rendimento dos frutos em relação a polpa e ao resíduo in natura expressos em porcentagem.

Os rendimentos das farinhas foram determinados em relação ao resíduo in natura.

3.3.2. Análises de Compostos Bioativos

3.3.2.1 Vitamina C Total

Foi determinada segundo a metodologia adaptada de Terada et al. (1979), onde a 0,5 g de amostra foi adicionada de 3 mL de ácido oxálico a 0,5 %, homogeneizadas e centrifugadas a 6000 rpm por 20 minutos à 4°C. Em seguida, 0,5 mL do sobrenadante foi adicionado de 150 µL de DCFI (2,6 diclorofenolindofenol) a 0,25 %, 1 mL de DNPH (dinitrofenilhidrazina) a 2 % e 50 µL de tiourea a 10 % e foi submetido à aquecimento por 15 minutos seguido de resfriamento onde, foram adicionados 5 mL de ácido sulfúrico a 85 %. A leitura foi feita em espectrofotômetro a 525 nm. Os resultados foram comparados com a curva padrão de ácido ascórbico 100µg/mL em ácido oxálico 0,5% e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de amostra.

3.3.2.2. Carotenóides Totais

A determinação de carotenóides totais foi realizada segundo o método validado por Sims e Gamon (2002). A amostra (0,5 g) foi adicionada de 3 mL de tampão tris (acetona/Tris-HCl (80:20, 0,2M v:v, pH 7,8), homogeneizada e centrifugada por 5 minutos a 2000 rpm. O sobrenadante foi imediatamente lido em espectrofotômetro com comprimento de onda de 470 nm.

As determinações de antocianinas e clorofila A e B foram realizadas da mesma maneira descrita acima com exceção do comprimento de onda da leitura que para antocianina é utilizado 537 nm, para clorofila A 663 nm e para clorofila B 647 nm.

Os valores de absorvância são convertidos em µg.100g⁻¹ com base nas fórmulas abaixo:

$$\text{Carotenóides } (\mu\text{mol/mL}) = [A_{470} - (17,1.(C_{la}+C_{lb}) - 9,479.\text{antocianina})] / 19,26$$

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

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

3.3.2.3. Flavonóides Totais

Os flavonóides totais foram determinados conforme o método espectrofotométrico adaptado de Santos e Blatt (1998) e Awad et al. (2000). Os flavonóides foram extraídos com 4 mL de solução A (metanol a 70% e ácido acético a 10% (85:15, ambas v:v) em 0,5 g de amostra em banho ultrasônico por 30 minutos e então, foi adicionado 1 mL de cloreto de alumínio a 5 % e após o repouso de 30

minutos, foi centrifugado a 9000 rpm por 20 minutos. O sobrenadante foi lido em espectrofotômetro com comprimento de onda ajustado para 425 nm. Para esta determinação foi utilizado rutina como referência de acordo com o método do padrão externo. Os resultados foram calculados de acordo a curva de calibração da rutina e expressos em μg de rutina $\cdot 100\text{g}^{-1}$ de amostra.

3.3.2.4. Fenóis Totais

Foram determinados utilizando o método espectrofotométrico Folin-Ciocalteu (Horwitz, 1995). A amostra (0,5 g) passa pelo processo de extração com adição de 5 mL de acetona resfriada a 5%, imersão em banho ultrasônico por 20 minutos e centrifugação a 5000 rpm por 10 minutos para a retirada do sobrenadante. Esse processo foi repetido duas vezes. O sobrenadante total foi adicionado de 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 a amostra foi lida em espectrofotômetro com comprimento de onda de 725 nm. Os resultados foram obtidos pela curva padrão de ácido gálico e expresso em mg de ácido gálico $\cdot 100\text{g}^{-1}$ de amostra.

3.3.2.5. Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada segundo o método proposto por Rufino et al. (2007) baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorvância a 515 nm. A extração 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 0,1 mL de cada extrato em 3,9 mL de DPPH. As leituras foram realizadas após 30 minutos e então, foi calculado o IC_{50} , 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..

3.4 Análise Estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas por meio de contrastes ortogonais utilizando o software SISVAR 4.2.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização Física e Físico-química

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados referentes à caracterização física e físico-química das amostras da polpa da graviola, resíduo in natura e da farinha do resíduo liofilizada e desidratada através de secagem convectiva.

Tabela 1: Parâmetros físicos e físico-químicos de polpa e resíduos de graviola. Vitória da Conquista, 2014.

Parâmetro	P ¹	R ²	L ³	S ⁴	CV ⁵ (%)	Valo-P ⁶		
						C1	C2	C3
Umidade (%)	87,55	86,42	12,16	9,63	0,94	S	S	S
Atividade de água	0,9870	0,9868	0,3966	0,3398	1,04	S	S	S
pH	3,56	3,21	7,05	6,93	3,18	S	S	NS
AT (% ác. cítrico)	0,63	0,51	0,82	0,872	2,99	S	S	S
SS (°Brix)	15,10	8,50	40,50	38,40	0,39	S	S	S
Açúcar Redutor (%)	11,65	9,42	22,15	25,79	2,05	S	S	S
Açúcar Não- reductor (%)	2,91	1,96	9,38	9,76	3,74	S	S	NS
Cinzas (%)	0,45	0,52	3,03	2,82	3,17	S	S	S
Proteínas (%)	0,72	0,66	4,83	3,55	1,92	S	S	S
Lipídios (%)	0,33	0,22	0,93	0,90	1,94	S	S	NS
Rendimento (%)	84,32	9,86	21,68	19,97	0,05	S	S	S

¹Polpa; ²Resíduo in natura; ³Resíduo Liofilizado; ⁴Resíduo desidratado por secagem convectiva; ⁵Coefficiente de Variação; ⁶Significâncias dos contrastes ortogonais: C1=3mP-mR-mL-mS; C2=2mR-mL-mS; C3=mL-mS. S: Significativo para 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). NS: Não significativo para 5% de probabilidade ($p > 0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

A polpa da graviola assim como seu resíduo in natura, apresentaram teores altos de umidade, 87,55% e 86,42%, respectivamente. O valor de umidade da polpa de graviola estão próximos dos encontrados por Salgado et al. (1999), e Marcellini et al. (2003), que foram de 87,12% para polpa de graviola congelada e 88,33% para a fruta graviola, respectivamente. Sousa et al. (2011) encontrou valor menor de 83,16% de umidade para o resíduo da graviola in natura em comparação com este trabalho.

As farinhas dos resíduos apresentaram teores de umidade mais baixos em relação aos da polpa e o resíduo in natura, 12,16% para o resíduo liofilizado e 9,63% para o desidratado. Esses valores estão relacionados à retirada de água através da

sublimação do processo de liofilização e da evaporação do processo de secagem convectiva.

Em seu experimento, Silva et al. (2012) caracterizaram diferentes resíduos de frutas tropicais, previamente desidratados em secador de cabine por 24 horas, e encontraram para graviola, 6,67% de umidade.

A polpa de graviola apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) em relação ao resíduo in natura e essas duas amostras apresentaram diferenças significativas em relação às farinhas, que por sua vez, foram diferentes estatisticamente entre si.

A atividade de água da polpa da graviola foi de 0,9870 o que indica uma alta quantidade de água disponível na fruta. Essa alta quantidade ainda se apresenta quando a polpa é retirada, restando somente o resíduo, que apresentou 0,9868 de atividade de água. Esses valores apresentaram diferença significativa entre si e foram compatíveis aos encontrados na literatura. Pereira et al. (2006) estudando a qualidade de polpas congeladas de graviola em três diferentes estabelecimentos em Viçosa- MG, encontraram valores para atividade de água de 0,9540, 0,9290 e 0,9770 para cada um dos estabelecimentos.

A atividade de água é a quantidade de água disponível no alimento e diminui com o tempo no processo de secagem, pois está diretamente relacionada com a perda de umidade do produto, podendo ocorrer mais rapidamente se for submetido a temperaturas mais elevadas onde a taxa de evaporação é maior (Cano-Chauca et al., 2005). Por este motivo, o conteúdo de umidade das farinhas foi mais baixo e apresentou diferença significativa em relação às amostra in natura.

O conteúdo de atividade de água do resíduo liofilizado foi de 0,3966, pouco mais alto que o resíduo desidratado por secagem convectiva que foi de 0,3398 apresentando diferenças significativas entre si. Esses valores para as farinhas dos resíduos garantem mais estabilidade ao produto, pois quando a atividade de água diminui, a taxa de deterioração também diminui, assim como a possibilidade de desenvolvimento microbológico. Alimentos com atividade de água inferior a 0,60 podem conter microrganismos viáveis por muito tempo, porém, não se multiplicam.

Na determinação de pH, a polpa da graviola apresentou 3,56 e o resíduo quantidade semelhante de 3,21. Esses valores estão análogos à literatura. Salgado et al. (1999) encontrou valor de pH para polpa de graviola de 3,61, Pereira et al. (2006) valores de 3,65, 3,55 e 3,82 para três polpas diferentes de graviola.

O valor de pH do resíduo liofilizado foi de 7,05 não apresentando diferença significativa em relação ao desidratado que foi de 6,93. Um dos motivos para esse aumento em relação às amostras in natura é o aumento da concentração de solutos presentes na fruta depois da retirada de água. Cavalcanti Mata et al. (2005) encontraram valor de pH de 4,7 para polpa de graviola liofilizada, enquanto que o resíduo desidratado de graviola por Silva et al. (2012) apresentou pH de 4,43.

Para a acidez, foram encontrados valores de 0,63 % de ácido cítrico por 100 g de amostra para a polpa de graviola. Valor este, que apresentou diferença estatística em relação ao para o resíduo in natura que apresentou valor de 0,51%.

Sacramento et al (2003) encontraram 0,92 g de ácido cítrico.100 g⁻¹ de polpa para a mesma variedade de graviola utilizada neste trabalho. Marcellini et al. (2003) e Abbo et al. (2006) encontraram para polpa de graviola acidez de 0,578 g/100g e 0,7g/100g, respectivamente. A diferença de valores apresentados pelos diferentes autores pode estar relacionada às características ambientais de cultivo, variedade da fruta, estágio de maturação e ainda a subjetividade na interpretação da mudança de cor na titulação.

O resíduo desidratado apresentou acidez titulável de 0,87% enquanto que o liofilizado apresentou diferença significativa, 0,82%. Os valores foram maiores que as amostras in natura devido à perda de umidade que concentra o teor de ácidos presentes na fruta. Cavalcanti Mata et al. (2005) estudando a produção de graviola liofilizada encontraram 0,85 g/100 g de polpa de acidez titulável.

Em relação ao teor de sólidos, ele está diretamente ligado com o conteúdo de água das frutas de forma que são inversamente proporcionais, à medida que a umidade diminui nas frutas, aumenta a quantidade de sólidos solúveis (Marcellini et al., 2003). Este comportamento foi visto no presente trabalho.

O teor de sólidos solúveis na polpa de graviola foi de 15,10 °Brix enquanto que o resíduo in natura foi de 8,50. Essa diminuição é explicada devido ao fato de que a maioria dos sólidos solúveis são extraídos junto com a polpa no processo de despolpamento da fruta e pela diminuição da umidade do resíduo in natura. Sacramento et al. (2003) encontraram valor de sólidos solúveis de 12,18 °Brix para a variedade Morada, a mesma utilizada neste trabalho.

O resíduo desidratado obteve teor de sólidos solúveis de 38,40°Brix e o resíduo liofilizado apresentou 40,50 °Brix apresentando diferenças significativas entre si. Valor equivalente foi encontrado por Cavalcanti Mata et al. (2005) que foi de 39,4 para

graviola liofilizada. Esses autores ainda encontraram 10,7 °Brix para a graviola in natura.

O componente mais abundante em graviola é a umidade seguida de açúcares que constituem de 67,2 a 69,9% do total de sólidos da fruta. O total de açúcares redutores está na faixa de 81,9 a 93,6% do total de açúcar presente na fruta (WATSON E PREEDY, 2009).

O conteúdo de açúcar redutor, cujos principais são glicose e frutose, foi de 11,65% na polpa da graviola que apresentou diferença estatística do resíduo in natura que foi de 9,42%. O decréscimo no valor é devido à menor presença de polpa no resíduo onde o açúcar está mais presente. O mesmo comportamento pode ser visto na determinação de açúcar não-redutor que apresentaram valores de 2,91 e 1,96, para a polpa e o resíduo da graviola, respectivamente.

Lima et al., (2002) relataram conteúdo de açúcares redutores em frutos maduros de graviola de 12,4% enquanto que, Lima et al. (2004) encontraram valor de 9,99% de açúcar redutor da graviola.

Os resíduos liofilizados e desidratados apresentaram diferenças significativas entre si para o valor de açúcar redutor de 22,15% e de 25,79%, e não apresentaram diferenças significativas em relação aos valores de açúcar não-redutor que foram de 9,38% e de 9,76%, respectivamente. O aumento em ambos os valores em relação às amostras in natura é devido à retirada de água da amostra o que concentra os solutos da amostra. O aumento entre as amostras de farinha é explicado pela maior retirada de água na graviola desidratada do que na liofilizada, o que concentra mais os solutos.

Para a determinação de cinzas foi encontrado 0,45% na polpa de graviola in natura. Valores de cinzas de 0,69% e 0,80% foram encontrados na polpa de graviola por Ceballos et al. (2012) e Abbo et al. (2006), respectivamente.

O resíduo in natura apresentou 0,52% de cinzas que é estatisticamente diferente da polpa da graviola e das amostras de farinha. Sousa et al. (2011) encontraram valor de 0,48% de cinzas para o resíduo de graviola. As quantidades baixas de cinzas podem estar associadas à baixa concentração de minerais em resíduos de frutas que possuem altos teores de umidade (Sousa et al., 2011).

O resíduo liofilizado obteve 3,03% de cinza, estatisticamente diferente do desidratado que apresentou 2,82%. Sobral et al. (2011) encontraram valor similar de 3,71% de cinzas em seu trabalho sobre a caracterização química e valor nutricional de farinha de graviola, onde a polpa da graviola foi submetida a secagem convectiva.

O teor de proteína da polpa de graviola foi de 0,72% e do resíduo in natura foi de 0,66%. A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2006) relata que a polpa de graviola apresenta 0,6 g de proteína.100 g⁻¹ de polpa. Sousa et al. (2011) encontrou conteúdo de proteína de 1,09 % no resíduo de graviola.

Foi encontrado 4,83% de proteína no resíduo liofilizado e 3,55% no desidratado. Sobral et al. (2011) encontrou um valor um pouco maior, 6,64 % de proteína na graviola desidratada por secagem convectiva.

Todas as amostras apresentaram diferenças significantes entre si para a análise de proteína.

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2006) o conteúdo de lipídios da graviola é de 0,2 g em 100 g de polpa. Valor menor do encontrado por este trabalho, 0,33% de lipídio em 100 g de polpa de graviola. O teor de lipídios no resíduo da graviola foi de 0,22%, estatisticamente diferente do resíduo liofilizado de 0,93% e do resíduo desidratado de 0,90% que não apresentaram diferenças significativas entre si. Ceballos et al. (2012) e Abbo et al. (2006) encontraram 0,99% e 0,87%, respectivamente, para a polpa de graviola e Sobral et al. (2011) encontrou 0,27% para a farinha de graviola feita por secagem convectiva.

A análise de rendimento mostrou que 30,39% da graviola são resíduos divididos em sementes, bagaço, casca e pedúnculo. O bagaço representa 9,86% da graviola inteira e a polpa corresponde a 84,32%.

Sacramento et al. (2003) que caracterizaram três variedades de graviola, incluindo à estudada neste trabalho (Morada), determinaram o rendimento da polpa de 83,57% para a variedade Morada, 85,85% para a variedade Lisa e 83,12% para a variedade comum.

Segundo Ornelas (2006), o rendimento de polpa de uma fruta depende do estágio de maturação, características de cultivo, condições edafoclimáticas, forma de processamento e características físicas.

Os rendimentos das amostras de resíduos desidratados foram calculados em relação ao resíduo in natura, de forma que o resíduo desidratado obteve rendimento de 19,97% e o liofilizado obteve valor de 21,68%. Essa diferença pode estar associada às perdas durante o processamento já que o resíduo desidratado perde mais água que o liofilizado, se aderindo com maior facilidade às bandejas dificultando sua completa remoção. Todas as amostras diferiram significativamente entre si.

Em geral, os resultados das análises físicas e físico-químicas das farinhas do resíduo são maiores em relação ao in natura e a polpa de graviola, principalmente devido à retirada de água da amostra o que concentra os outros componentes.

Apesar de a graviola possuir um alto potencial para a exploração econômica, ainda existem poucos dados na literatura sobre este fruto processado e seus resíduos.

4.2 Análises de Compostos Bioativos

Os resultados das análises de compostos bioativos estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2: Compostos bioativos de polpa e resíduos de graviola. Vitória da Conquista, 2014.

Parâmetro	P ¹	R ²	L ³	S ⁴	CV ⁵ (%)	Valor-P ⁶		
						C1	C2	C3
Vitamina C	26,32	25,11	87,19	84,00	0,67	S	S	S
Total (mg/100g)								
Carotenóides	0,97	0,95	2,46	4,47	0,74	S	S	S
Totais (µg/100g)								
Clorofila A	0,35	0,29	0,54	0,49	3,67	S	S	S
(µg/100g)								
Clorofila B	0,56	0,45	0,77	0,74	2,87	S	S	NS
(µg/100g)								
Antocianinas	0,65	0,57	1,96	2,06	2,37	S	S	NS
(µg/100g)								
Flavonóides	1,10	1,16	1,39	1,70	1,18	S	S	S
Totais (µg/100g)								
Fenóis Totais	49,75	46,30	100,98	88,28	0,49	S	S	S
(mg/100g)								
DPPH (IC50)	22,92	24,64	15,42	17,78	1,48	S	S	S

¹Polpa; ²Resíduo in natura; ³Resíduo Liofilizado; ⁴Resíduo desidratado por secagem convectiva; ⁵Coefficiente de Variação; ⁶Significâncias dos contrastes ortogonais: C1=3mP-mR-mL-mS; C2=2mR-mL-mS; C3=mL-mS. S: Significativo para 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). NS: Não significativo para 5% de probabilidade ($p > 0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

A polpa da graviola obteve 26,32 mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ de amostra, significativamente diferente do resíduo in natura que apresentou teor de vitamina c de 25,11 mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ de amostra. Hernández et al. (2012), encontraram 28,56 mg ácido ascórbico por 100 g de amostra na polpa de graviola, enquanto que,

Cavalcanti Mata et al. (2005) e Souza et al. (2012) encontraram valores de 25,3 mg.100g⁻¹ e 21,83 mg.100g⁻¹, respectivamente.

De acordo com Lim et al. (2007) e Ramful et al. (2011), as frutas são classificadas em três categorias de acordo com o teor de ácido ascórbico: alto (>50 mg.100g⁻¹), médio (30-50 mg.100g⁻¹) e baixo (<30 mg.100g⁻¹). De acordo com essa qualificação, as frutas pesquisadas neste trabalho possuem um baixo teor de vitamina C. Entretanto, as amostras desidratadas e liofilizadas apresentaram valores de 84,00 e 87,19 mg.100g⁻¹, respectivamente, o que indica que estas amostras possuem alto teor de vitamina C, embora este valor tenha se apresentado alto devido à concentração de sólidos com a retirada de água.

O conteúdo de carotenóides encontrados na polpa de graviola foi de 0,97 µg de carotenóides.100 g⁻¹ e apresentou diferença significativa em relação ao resíduo in natura que obteve teor 0,95 µg de carotenóides.100 g⁻¹ de amostra. Os valores de carotenóides para o resíduo liofilizado foi de 2,46 µg de carotenóides.100 g⁻¹, significativamente diferente do resíduo desidratado que foi de 4,47 µg de carotenóides.100 g⁻¹.

Por ser uma fruta branca, a graviola não apresenta quantidades altas de carotenóides em relação a outros frutos coloridos como a goiaba que apresenta 28,79 mg. 100g⁻¹ (Ramírez e Delahaye, 2011) e manga com 4,40 mg de carotenóides.100g⁻¹ de polpa (FARAONI et al., 2009).

Os carotenóides são tetraterpenóides encontrados em frutas, são importantes precursores da vitamina A e são pigmentos responsáveis pelas cores vermelha, laranja e amarela dos frutos (PIERSON et al., 2012).

Por este motivo, a graviola por ser de coloração branca não apresenta quantidades altas de carotenóides. Ainda, devido às altas temperaturas utilizadas na secagem convectiva, os açúcares são caramelizados e adquirem uma coloração mais intensa o que pode ter influenciado no aumento o teor de carotenóides da amostra desidratada em relação à amostra liofilizada.

Na Tabela 2 estão dispostos os resultados para a análise de conteúdo de clorofila A e B. No presente estudo, foi verificado houve diferença significativa, tanto para clorofila A quanto para a B, entre a polpa da graviola que apresentou 0,35 µg de clorofila A.100g⁻¹ e 0,56 µg de clorofila B.100g⁻¹ e o resíduo in natura que obteve 0,29 µg de clorofila A.100g⁻¹ e 0,45 µg de clorofila B.100g⁻¹. Essas amostras também se apresentaram diferentes significativamente em relação às farinhas dos resíduos. A

farinha liofilizada obteve valor de 0,54 μg de clorofila A. 100g^{-1} e 0,77 μg de clorofila B. 100g^{-1} , enquanto que a farinha do resíduo desidratado obteve 0,49 μg de clorofila A. 100g^{-1} e 0,74 μg de clorofila B. 100g^{-1} . Essas amostras apresentaram diferenças significativas para clorofila A e não apresentaram diferenças para clorofila B.

As clorofilas e os carotenóides são pigmentos encontrados mais largamente nos cloroplastos dos tecidos verdes e em frutas e vegetais amarelos, respectivamente. As clorofilas são pigmentos naturais verdes que mascaram o teor de carotenóides, de modo que estes aumentam durante o amadurecimento proporcionalmente à degradação da clorofila (VOLP et al., 2009).

As clorofilas são pigmentos quimicamente instáveis e podem ser degradados com facilidade se submetidos à luz, aquecimento, oxigênio e ainda a degradação química (Schoefs, 2002). Por este motivo, os teores de clorofilas A e B nas amostras de farinha de resíduo de graviola desidratado foram menores que as farinhas dos resíduos liofilizados, devido ao aquecimento que as amostras desidratadas foram submetidas.

Segundo Lopes et al. (2007), as antocianinas são pigmentos naturais encontrados na natureza e possuem um amplo espectro de cores como azul, violeta e todas as tonalidades de vermelho que aparecem em flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas.

Neste estudo, as antocianinas se apresentaram em quantidades baixas devido à cor branca da graviola. A polpa de graviola obteve 0,65 μg de antocianinas. 100g^{-1} seguidos de 0,57, 1,96 e 2,06 μg de antocianinas. 100g^{-1} para os resíduos in natura, liofilizados e desidratados, respectivamente. Todas as amostras apresentaram diferenças significativas com exceção da amostra liofilizada que não apresentou diferença em relação à amostra desidratada por secagem convectiva.

Os valores maiores de antocianinas para o resíduo desidratado em relação ao liofilizado pode ser explicado devido à alteração de cor que este material sofre sob o aquecimento.

Kuskoski et al. (2006), ao avaliarem polpas de frutas congeladas, não detectaram valores de antocianinas totais para as amostras de polpas de graviola.

O conteúdo de flavonóides para a polpa da graviola foi de 1,10 μg de rutina. 100g^{-1} de peso fresco, seguidos de 1,16 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para o resíduo in natura, 1,39 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para o resíduo liofilizado e 1,70 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para o resíduo desidratado. Os resultados se apresentaram com valores relativamente baixos devido à coloração branca da graviola. Todas as amostras diferiram significativamente entre si.

Os flavonóides são pigmentos que além de conferir cor aos alimentos podem contribuir também com outros atributos sensoriais como sabor e odor. São substâncias responsáveis pela coloração azul, tons de vermelho e roxo e também, estão envolvidos com o desenvolvimento de pigmentos indesejáveis de coloração marrom em frutas frescas que ocorre devido à oxidação enzimática dos fenóis em quinonas que polimerizam após cortes ou injúrias nos alimentos (NUNES et al., 2012).

Souza et al. (2011), em seu estudo sobre compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais, encontraram valor de 1,03 μg de quercetina. g^{-1} de amostra para o resíduo de polpa de graviola.

Lako et al. (2007), na determinação de flavonóides utilizando cromatografia HPLC, não detectaram quercetinas entre outros flavonóides na polpa de graviola.

De acordo com Nunes et al. (2012), a concentração de flavonóides em frutas podem variar muito dependendo dos fatores extrínsecos nas quais as frutas são submetidas. Ainda de acordo com os mesmos autores, condições climáticas, colheita e época de plantio, composição do solo, estágio de maturação e o próprio conteúdo dos frutos podem variar a quantidade de flavonóides. Além disso, pode haver perdas durante o processamento e armazenamento dos produtos.

O valor de fenóis totais para a polpa da graviola foi de 49,75 mg de ácido gálico. 100^{-1} de amostra seguidos de 46,30, 100,98 e 88,28 mg. 100g^{-1} para os resíduos in natura, liofilizados e desidratados, respectivamente. Todas as amostras diferiram significativamente entre si.

Sousa et al. (2011) relataram em seu trabalho sobre a caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais, que o conteúdo de fenóis no resíduo da graviola foi de 18,60 mg ácido gálico. 100g^{-1} , valor bem menor encontrado em relação à este trabalho. Outros autores encontraram para a polpa de graviola, valor de fenóis de 42 mg de ácido gálico. 100g^{-1} (Lako et al., 2007), 54,8 mg. 100g^{-1} (Almeida et al., 2011) e 84,3 mg. 100g^{-1} (KUSKOSKI et al., 2005).

Discrepâncias entre os resultados encontrados neste trabalho e os trabalhos citados são, provavelmente, devido às características ambientais de cultivo, fatores genéticos variedade da fruta, estágio de maturação e condições de processamento e armazenamento.

A atividade antioxidante das amostras de graviola e de seus resíduos foi determinada pelo ensaio DPPH que é um método químico que seqüestra radicais livres. É um método bastante rápido, prático e de boa estabilidade. Os resultados foram

expressos em IC50, que corresponde a quantidade de extrato necessária para reduzir o radical DPPH em 50% então, quanto menor o IC50 apresentado pelo extrato, menor a quantidade do extrato será necessária para reduzir 50% do radical livre, ou seja, melhor é a capacidade antioxidante do extrato.

A polpa da graviola apresentou atividade antioxidante em EC50 maior que o resíduo, 22,92 g de amostra.g¹ de DPPH, enquanto que o resíduo in natura apresentou 24,64 g.g¹. O resíduo liofilizado apresentou 15,42 g.g¹ e o resíduo desidratado apresentou 17,78 g.g¹. Todas as amostras diferiram significativamente entre si.

O resíduo liofilizado apresentou maior atividade antioxidante quando comparado com o resíduo desidratado devido ao seu processamento sob baixas temperaturas pois, a atividade antioxidante depende de compostos bioativos que são susceptíveis à ação do calor como os compostos fenólicos. O resíduo liofilizado ainda apresentou maior capacidade antioxidante quando comparado com a polpa e o resíduo in natura da graviola devido à concentração de sólidos com a retirada de água.

A atividade antioxidante é conferida às frutas por meio de seus compostos antioxidantes e os maiores responsáveis por essa funcionalidade são os compostos fenólicos (HEIM et al., 2002).

Dani et al. (2010), em seu trabalho sobre a influência das folhas e da polpa da graviola na viabilidade celular de cultura de linfócitos tratados com peróxido de hidrogênio, determinou a atividade antioxidante tanto das folhas quanto da polpa da graviola pelo método DPPH e encontrou valor para a polpa de graviola de 28,1, valores expressos em IC50 (quantidade de amostra necessária para varrer 50% do radical DPPH).

Spada et al. (2008), estudaram o efeito antioxidante, mutagênico e antimutagênico em polpas congeladas. Além das determinações de compostos bioativos, os autores determinaram também, a capacidade antioxidante pelo método DPPH e encontraram valor de 28,05 IC50 para a polpa de graviola congelada.

Os resultados para os diferentes métodos de determinação da capacidade antioxidante podem ser expressos de variadas formas como: percentual de inibição da oxidação, eficiência antiradical, Trolox equivalente, Tocoferol equivalente, entre outros. 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).

Difícilmente haverá um único método capaz de determinar com precisão a capacidade de um composto devido à extensa quantidade de radicais livres e aos diferentes alvos de oxidação. Métodos individuais devem ser desenvolvidos reproduzindo as condições químicas, físicas e ambientais do sistema para que uma avaliação apropriada da atividade antioxidante seja realizada (Da Silva e Jorge, 2014).

Não existem muitos estudos sobre a capacidade antioxidante e os compostos bioativos de graviola, especialmente sobre seus resíduos e seus resíduos processados. Então, é necessário que mais estudos sejam conduzidos nesta área para que estas questões sejam sanadas para que resultados precisos e possíveis de comparação sejam alcançados.

5.CONCLUSÃO

Pela análise de rendimento é possível observar que é viável o processamento do resíduo de polpa de graviola já que 30,39% da graviola são resíduos, sendo que 9,86% é bagaço. Outro fator, é que o resíduo da graviola mantém, em geral, as características físicas, físico-químicas e bioativas da polpa de graviola se tornando uma fonte mais estável de compostos benéficos à saúde.

Os resíduos processados comprovaram ser estáveis segundo a análise de atividade de água que apresentaram valores menores que 0,60, valor este, que garante estabilidade microbiológica ao alimento.

Os resíduos processados mantiveram a capacidade antioxidante apresentado na polpa de graviola e no seu resíduo in natura embora, o resíduo liofilizado tenha apresentado maior capacidade antioxidante devido a suas características de processamento. Essa relevante capacidade antioxidante pôde ser comprovada pelas maiores quantidades de compostos antioxidantes (compostos bioativos, principalmente os compostos fenólicos) apresentado pelo resíduo liofilizado.

Em geral, pode-se concluir que as duas farinhas do resíduo de graviola são produtos mais estáveis que a polpa e o resíduo in natura de graviola e que as farinhas, mantêm o poder funcional da graviola in natura podendo ser uma excelente fonte de compostos fenólicos e compostos com capacidade antioxidante.

O resíduo desidratado por secagem convectiva se mostrou bastante viável, por se tratar de um instrumento acessível em termos de custo e facilidade de processamento e também, por possibilitar a obtenção de um produto com características desejáveis,

preservando parte considerável dos nutrientes da graviola, mantendo em quantidades consideráveis os compostos bioativos e capacidade antioxidante da polpa de graviola.

Em síntese, o resíduo liofilizado apresentou melhores características físicas, físico-químicas e antioxidantes em relação ao resíduo desidratado, porém este processo tem as desvantagens de ser dispendioso e relativamente complexo em comparação com o resíduo desidratado por secagem convectiva.

Desta forma, os resíduos da graviola, tanto in natura quanto o desidratado e o liofilizado podem ser adicionados em outros produtos com a finalidade de aumentar a funcionalidade dos mesmos, se tornando produtos capazes de prevenir doenças relacionadas com o estresse oxidativo.

6.REFERÊNCIAS

ABBO, E. S., OLURIN, T., ODEYEMI, G. Studies on the storage stability of soursop (*Annona muricata* L.) juice. **African Journal of Biotechnology**. v. 5, p.108-112, 2006.

ABUD, A. K. S. e NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, 2009.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil, **Food Research International**, v.44, n.7, p.2155-2149, 2011.

ARAUJO, A. C. de; SILVA, L. M. R.; KHAN, A. S.; SANTOS, R. B.; LEITE, J. B.; MACEDO, A. F. Viabilidade financeira da produção de frutas na região Sudeste da Bahia. In: **Anais. XXXIX Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**, Recife. Globalização e competitividade: impactos regionais e locais. Brasília: SOBER, 2001.

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.

BALESTRO, E. A.; SANDRI, I. G.; FONTANA, R. C. Utilização de bagaço de uva com atividade antioxidante na formulação de barra de cereais. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, n.2, 2011.

BATISTA, M. M. F. Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral em gravioleiras (*Annona muricata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.2, 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução - Portaria nº 451 de 19 de setembro de 1997. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Conselho Nacional Do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução Nº 313, de 29 de outubro de 2002**. Publicada no DOU. N. 226, de 22 de novembro de 2002, Seção 1, páginas 85-91. 2002.

BUENO, S. M.; LOPES, M. R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; GARCIA-CRUZ, C. H. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 61, p.121-126, 2002.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 6, n. 4, p. 420-428, 2005.

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

CEBALLOS, A.M., GIRALDO, G.I.; ORREGO, C.E. Effect of freezing rate on quality parameters of freeze dried soursop fruit pulp. **Journal of Food Engineering**. V. 111, p. 360-365, 2012.

CHU, Y. F.; BROWN, P. H.; LYLE, B. J.; CHEN, Y.; BLACK, R. M.; WILLIAMS, C.E.; LIN, Y. C.; HSU, C. W.; CHENG, I. H. Roasted coffees high in lipophilic antioxidants and chlorogenic acid lactones are more neuroprotective than green coffees. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 20, p. 9801-9808, 2009.

DA SILVA, A.C., JORGE, N., **Bioactive compounds of the lipid fractions of agro-industrial waste**, Food Research International, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.10.025>. Acesso em 24 de novembro de 2013.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: polpa e suco de frutas/** Embrapa Agroindústria de Alimentos, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 123p.: il. - (Série agronegócios).

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

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e prática**. 2ª edição. Artmed. Porto Alegre. 2006. 602p.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; GAVA J. R. F. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008.

GEORGE, J.P.; DATTA, A.K. Development and validation of heat and mass transfer models for freeze-drying of vegetable slices. **Journal of Food Engineering**, v.52, p.89-93, 2002.

GHISELLI, A., SERAFINI, M., NATELLA, F., SCACCINI, C. Total antioxidant capacity as a tool to assess redox status: critical view and experimental data. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 29, n.11, 2000.

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, 2012.

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

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, 2005.

IBARZ, A.; BARBOSA-CANOVAS, G. V. **Deshidratación y Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos**, Lancaster, Basel, 1999.

IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. **Boletim Informativo**. Relatório, 1999.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed., 1.ed. digital. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo - SP, 2008.

JUNQUEIRA, N.T.V.; JUNQUEIRA, K.P. Principais doenças de Anonáceas no Brasil: descrição e controle. **Revista Brasileira de Fruticultura** (Impresso), v. 36, p. 55-64, 2014.

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

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

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

LAKO J, TRENERRY VC, WAHLQVIST M, WATTANAPENPAIBOON N, SOTHEESWARAN S, PREMIER R. 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. 1727 – 1741, 2007.

LIM, Y. Y., LIM, T. T., TEE, J. J. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. **Food Chemistry**, v. 103, p. 1003–1008, 2007.

LIMA, M.A.C.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; Uso de Cera e 1-Metilciclopropeno na Conservação Refrigerada de Graviola (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 433-437, 2004.

LIMA. M. A. C.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. Avaliação da Qualidade e da Suscetibilidade ao Escurecimento Oxidativo de Graviola (*Annona muricata* L.) durante a Maturação Pós-Colheita. **Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.** v.46, p.23-26. Fruit/Frutales, 2002.

LIMA, A., SILVA, L. S., CAVALCANTE, N. A. A., CAMPOS, T. F. G.M. Gengibre (*zingiber officinale roscoe*), propriedades bioativas e seu possível efeito no diabetes tipo 2: estudo de revisão. **Revista Saúde em Foco**, v. 1, n. 2, p. 15-25, 2014.

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

LUNA, A.F.; FREITAS, T.M.B.; ALVES, I.C.; PINTO, C.E.M.; LUZ, E.W.M. **Atividade fitoquímica e antioxidante da folha *Annona muricata* L. frente ao radical ABTS**, Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2010. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/view/1003>>. Acesso em: 09 de julho de 2014.

MAIA, G. A; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S. **Processamento de sucos de frutas tropicais**. Fortaleza: Editora UFC, 2007.

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

MARCELLINI, P.S.; CORDEIRO, C.E.; FARAONI, A.S.; BATISTA, R.A.; RAMOS, A.L.D. E LIMA, A.S. Comparação físico-química e sensorial da Atemóia com a pinha e a graviola produzidas e comercializadas no estado de Sergipe. **Alimentos e Nutrição**, v.14, n.2, p.187-189, 2003.

- MATIAS, M. F. O.; OLIVEIRA, E. L.; MARGALHÃES, M. M. A.; GERTRUDES, E. Use of fibers obtained from the cashew (*Anacardium occidentale*, L) and guava (*Psidium guajava*) fruits for enrichment of food products. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, Special number, 2005.
- MELO, E.; MACIEL, M.; LIMA, V.; LEAL, F.; CAETANO, A.; NASCIMENTO, R. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v. 26, n. 3, 2006.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.
- NUNES, C. R.; BERNARDES, N. R.; GLÓRIA, L. L.; OLIVEIRA, D. B. Flavonoides em Annonaceae: ocorrência e propriedades biológicas. **Vértices**, v. 14, n. 1, p. 39-57, 2012.
- OETTERER, M.; D'ARCE, M. A. B. R.; SPOTO, M. H. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Manole. Barueri. p. 612, 2006.
- OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; SILVA, C. A., BECHARA, E. J. H.; DE BARROS, M. P.; MANO, C. M.; GOULART, M. O. F. Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.115, n. 2, p. 469-475, 2009.
- PARK, K.J.; ANTONIO, G.C.; OLIVEIRA, R.A.; PARK, K.J.B. **Conceitos de processo e equipamentos de secagem**. FEAGRI. Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP. Campinas, 2007. Disponível em:
<http://www.feagri.unicamp.br/ctea/projpesq.html>. Acesso em 14 de julho de 2014.
- 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, 2002.
- PARK, K.J.; BIN, A.; BROD, F.P.R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para a pêra bartlett (*pyrus sp.*) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.1, p.73-77, 2001.
- PEREIRA, J. T. K.; OLIVEIRA, K. A. M.; SOARES, N. F. F.; GONÇALVES, M. P. J. C.; PINTO, C. L. O.; FONTES, E. A. F. Avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de viçosa-MG. **Alimentos e Nutrição**, v.17, n.4, p.437-442, 2006.
- PIERSON, J. T., DIETZGEN, R. G., SHAW, P. N., ROBERTS-THOMSON, S. J., MONTEITH, G. R., GIDLEY, M. J. Major Australian tropical fruits biodiversity: bioactive compounds and their bioactivities. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.56, p.357-387, 2012.

RAMÍREZ, A., DELAHAYE, E. P. Composición química y compuestos bioactivos presentes en pulpas de piña, guayaba y guanábana. **Interciencia**, v. 36, n.1, p. 71-75, 2011.

RAMFUL, D., TARNUS, E., ARUOMA, O. I., BOURDAN, E., BAHORUN, T. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. **Food Research International**, v. 44, p. 2088–2099, 2011.

RATTI C., Hot Air and Freeze-drying of High-value Foods; a Review, **Journal of Food Engineering**. v. 49, n. 4, p. 311-319, 2001.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. **Comunicado técnico – metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Fortaleza: Embrapa, 2007. 4 p.

SACRAMENTO, C. K. do, FARIA, J. C., CRUZ, F. L. da. Caracterização física e química de frutos de três tipos de gravioleira (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n.2. 2003.

SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B.; MELO FILHO, A. B. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. **Revista de Nutrição**, v.12, n.3, p.303-308, 1999.

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

SCHOEFS B. Chlorophyll and carotenoid analysis in food products. Properties of the pigments and methods of analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v. 13, p. 361-371, 2002.

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

SILVA, G. K. C.; RAMALHO, S. A.; GUALBERTO, N. C.; GOMES, E. B.; MIRANDA, R. C. M.; NARAIN, N. Utilização de Resíduo Agroindustrial como Matéria Prima Para a Produção de Ácido Cítrico por *Kluveromyces marxianus* URM 4404. **Scientia Plena**. v. 8, n. 5. 2012.

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**, New York, n. 81, p. 337-354, 2002.

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E. M. ; GONZAGA, L.; FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 059-064, 2008.

SOBRAL, I. A.; ALVES, K. P. S.; SANTANA, E. L.; WARTHA, E. A.; CAMPOS, F. M. farinha de graviola: caracterização química e valor nutricional. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**. São Paulo, SP. v. 36, Supl, p. 68, 2011.

SOCOL, C. R.; PRADO, F. C.; VANDENBERGHE, L. P. S.; PANDEY, A. General aspects in citric acid production by submerged and solid-state fermentation. **Process Biochemistry**, p.652-664, 2003.

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R., VIEIRA-JR, G. M.; AYRES, M. C. C., COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S., CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. M., BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v.30, n. 2, p.351-355, 2007.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, A. O.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.554-559, 2011.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

SPADA, P. D. S., DE SOUZA, G. G. N., BORTOLINI, G. V., HENRIQUES, J. A. P., SALVADOR, M. Antioxidant, mutagenic, and antimutagenic activity of frozen fruits, **Journal of Medicinal Food**, v.11, n.1, p.144–151, 2008.

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

TERADA, M.; WATABE, Y.; KUNITOMA, M.; HAYASHI, E. Differential Rapid Analysis of Ascorbic Acid And Ascorbic Acid 2-Sulfate By Dinitrophenylhydrazine Method. **Annals of Biochemistry**. v.4, p. 604-8, 1979.

TRAVAGLINI, D. A.; AGUIRRE, J. M.; SILVEIRA, E. T. Desidratação de frutas. In: **Desidratação de frutas e hortaliças** – Manual Técnico. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, v.3, n.1, p. 40, 2001.

USDA - **United States Department of Agriculture**. 2009. Disponível em <<http://www.usdabrazil.org.br/>>. Acesso em 18 de julho de 2014.

VASCONCELOS, T. B. ; CARDOSO, A. R. N. R. ; JOSINO, J. B. ; MACENA, R. H. M. ; BASTOS, V. P. D. RADICAIS LIVRES E ANTIOXIDANTES: PROTEÇÃO OU PERIGO?. **UNOPAR Científica**. Ciências Biológicas e da Saúde , v. 16, p. 213-219, 2014.

VOLP, A. C. P., RENHE, I. R. T., STRINGUETA, P. C. Pigmentos naturais bioativos. **Alimentos e Nutrição**, v.20, n.1, p.157-166, 2009.

WASTON, R.R., PREEDY, V.R. Bioactive foods in promoting health: Fruits and vegetables. **Academic Press**, UK. pp 628 – 629, 2009.

WOLFE, K; WU, X; LIU, R. H. Antioxidant activity on apple peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 3, 2003.

ZACARONI, A. B., JUNQUEIRA, N. T. V.; SUSSEL, A. A. A. B.; FREITAS, I. S., BRAGA, M. F., JUNQUEIRA, K. P. Desempenho agrônômico de gravioleira (*Annona muricata* L.) sobre diferentes espécies de porta-enxertos. **Cadernos de Agroecologia**, v.9, n. 3, 2014.