



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE, ANÁLISE DE AÇÚCARES E ÁCIDOS
ORGÂNICOS EM POLPAS *in natura*, POLPAS LIOFILIZADAS E FARINHAS
DE ACEROLA (*Malpighia emarginata*), GRAVIOLA (*Annona muricata L.*) E
MANGABA (*Hancornia speciosa*).**

ALINE GEOVÂNIA PASSOS DOS SANTOS

**SÃO CRISTOVÃO-SE
2014.**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE, ANÁLISE DE AÇÚCARES E ÁCIDOS
ORGÂNICOS EM POLPAS *in natura*, POLPAS LIOFILIZADAS E FARINHAS
DE ACEROLA (*Malpighia emarginata*), GRAVIOLA (*Annona muricata L.*) E
MANGABA (*Hancornia speciosa*).**

Aline Geovânia Passos dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.

Orientador: Prof. Dr. Narendra Narain

Agência Financiadora: CNPq/CAPES

**SÃO CRISTOVÃO-SE
2014.**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE, ANÁLISE DE AÇÚCARES E ÁCIDOS
ORGÂNICOS EM POLPAS *in natura*, POLPAS LIOFILIZADAS E FARINHAS
DE ACEROLA (*Malpighia emarginata*), GRAVIOLA (*Annona muricata L.*) E
MANGABA (*Hancornia speciosa*).**

Autor: Aline Geovânia Passos dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Narendra Narain

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Narendra Narain.

Orientador/ PROCTA – UFS

Prof^a. Dra. Luciana Cristina Lins de Aquino Santana.

Examinador Interno/PROCTA – UFS

Dra. Ausberta Jesús Cabezas Garcia

Examinador Externo/Pós-Doc/PNPD – UFS

SÃO CRISTOVÃO-SE

2014.

À Deus,
aos meus pais, Aidê (*in memorian*) e Geovah,
aos meus irmãos, a todos da minha família,
aos meus amigos
e a todos aqueles que colaboraram
com a execução deste trabalho.
DEDICO.

“Cada pessoa que passa em nossa vida, passa sozinha, é porque cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra! Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha e não nos deixa só porque deixa um pouco de si e leva um pouquinho de nós.

Essa é a mais bela responsabilidade da vida e a prova de que as pessoas não se encontram por acaso.”

Charles Chaplin.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Deus autor da minha vida e de minha fé, meu refúgio e fortaleza por toda benção e graça que recebi desde quando surgiu a vontade de tentar a seleção do mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFS. Obrigada, pelas experiências vividas e por ter me ajudado superar limites e concretizar sonhos.

Aos meus pais maravilhosos, Aidê Passos dos Santos (*in memorian*) e Geovah dos Santos, a quem tenho amor incondicional, os anjos que Deus me presenteou aqui na Terra, sempre me apoiando em tudo e doando-se ao máximo para que eu alcance os meus sonhos e seja vitoriosa!

Aos meus irmãos amados, Andresa Passos dos Santos e Geovah dos Santos Júnior, por estarem sempre comigo, meus companheiros, nas alegrias e dificuldades.

A minha sobrinha, Maria Eduarda Passos dos Santos por me dar alegria e carinho nas horas em que mais necessito. A quem amo incondicionalmente.

Aos meus avós Lizete Meireles e Otacílio Nascimento por todo carinho e por vibrarem sempre por cada conquista minha.

E a todos da minha família pelo enorme aprendizado, apoio e carinho. Com eles percebi que o aprendizado é uma construção diária cujo ingrediente principal é o afeto.

Agradeço de forma especial ao meu esposo Carlos Magno Aragão Vieira, pelo apoio e carinho durante grande parte dessa longa jornada, nos momentos cruciais da elaboração dessa dissertação.

À minha querida sogra Izaulinda Aragão por todo auxílio e força para que eu fizesse a seleção, acreditando na minha vitória.

Aos amigos pelo amor dedicado a mim sempre, pela incrível disponibilidade oferecida, sempre estiveram do meu lado dando força e apoio.

Às minhas mais novas e queridas amigas Gabriela Barbosa Oliveira, Suyare Araújo Ramalho, Érica Mara Dantas, cuja amizade foi um presente de Deus, que sempre me auxiliou nas atividades do mestrado e esteve sempre ao meu lado nesta etapa decisiva em minha vida. Vocês foram simplesmente essenciais.

Aos amigos que conquistei durante essa jornada que fazem parte do LAF – UFS, que me auxiliaram sempre que necessitei, por me ajudarem e participarem deste trabalho.

Ao meu orientador, professor Narendra Narain, por ter me proporcionado a oportunidade de despertar para a área de pesquisa com grande estima, pelos ensinamentos, orientações, incentivo.

Ao professor Antônio William Oliveira Lima, pelos conhecimentos transmitidos no decorrer do trabalho e não mediu esforços para me ajudar, sempre com uma solução simples para os meus problemas que pareciam ser gigantes.

A professora Luciana Cristina Lins de Aquino Santana, por ter sido mais que uma professora e sim uma companheira e fazer de muitos momentos mais que divertidos e sim inesquecíveis.

A professora Gláucia Maria Pastore, por ter permitido a realização dos meus estudos e experimentos de antioxidantes, em seu laboratório, FEA-UNICAMP.

Agradecer a todos que ajudaram a construir esta dissertação não é tarefa fácil. O maior perigo que se coloca para o agradecimento seletivo não é decidir quem incluir, mas decidir quem não mencionar. Então, a todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram com sua amizade e com sugestões efetivas para a realização deste trabalho, gostaria de expressar minha profunda gratidão, meu muito obrigada!

RESUMO

O Brasil vem se destacando em nível mundial como um importante produtor e consumidor de frutas, especialmente as tropicais e subtropicais como: acerola, graviola e mangaba, dentre outras. Os frutos contêm, além dos nutrientes essenciais e de micronutrientes como minerais, fibras e vitaminas, diversos compostos metabólitos secundários dentre eles de natureza fenólica, denominados polifenóis, compostos fenólicos, especialmente os flavonoides que possuem atividade antioxidante capazes de neutralizar os radicais livres que agredem as células do organismo. Os objetivos deste trabalho em relação às polpas *in natura*, farinhas dos resíduos e polpas liofilizadas das frutas acerola, graviola e mangaba foram: i) determinar a atividade antioxidante *in vitro* pelos métodos do DPPH, TEAC e ORAC e compará-la com o conteúdo de polifenóis totais e ii) desenvolver um método para determinar simultaneamente os açúcares e ácidos orgânicos nas polpas *in natura*, farinhas dos resíduos e polpas liofilizadas pela técnica CLAE-RID, dos frutos acerola (*Malpighia emarginata*), graviola (*Annona muricata*) e a mangaba (*Hancornia speciosa*). Na determinação da capacidade antioxidante dos frutos *in natura* e suas farinhas usando o método de DPPH, os valores médios obtidos variaram entre um mínimo de $0,08 \pm 0,01$ $\mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ para farinha de mangaba, no extrato etanólico e máximo $23,9 \pm 0,54$ $\mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ para polpa de acerola, no extrato metanólico. Para o método TEAC foram obtidos valores, máximo e mínimo, de $429,01 \pm 3,10$ e $13,96 \pm 0,36$ $\mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ de material analisado, correspondentes à polpa de acerola, no extrato aquoso e à farinha de mangaba, no extrato metanólico, respectivamente. Observou-se para o método ORAC que a polpa da mangaba *in natura* a atividade antioxidante é relativamente elevada, $282,20 \pm 4,08$ $\mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ em relação às outras polpas para o extrato metanólico, seguida pela polpa da acerola *in natura* para o mesmo extrato $36,60 \pm 1,40$ $\mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$. Quando comparados com o conteúdo de polifenóis totais, a polpa de acerola apresentou os mais elevados teores destes constituintes, obtendo-se valores de $24,40 \pm 2,00$ e $36,60 \pm 3,51$ mg de ácido gálico / 100 g de fruto, para os extratos aquosos e etanólicos, respectivamente, sendo estatisticamente diferentes dos demais. Pode-se afirmar que, houve uma relação direta entre o conteúdo de fenólicos totais e a capacidade antioxidante das polpas analisadas. Ao analisar os açúcares frutose e glicose entre as polpas *in natura*, a graviola obteve os maiores teores destes açúcares com valores médios de $3169,28 \pm 0,12$ e $3355,98 \pm 0,05$ mg / 100 g da polpas *in natura*,

respectivamente, seguido pelos valores médios da polpa da acerola *in natura*, $1090,64 \pm 0,02$ e $1125,57 \pm 0,10$ mg / 100 g da polpas *in natura*, respectivamente. Em relação aos dissacarídeos sucrose e maltose, a polpa *in natura*, da graviola confirma a presença destes, e obteve concentrações significativas elevadas de $102,83 \pm 0,06$ e $126,85 \pm 0,02$ mg / 100 g da polpas *in natura* em relação as outras polpas. Em relação aos ácidos orgânicos, para a polpa de acerola conteve todos os ácidos, com maiores quantidades para o ácido L-ascórbico, cítrico e D-málico sendo os valores de $2185,03 \pm 0,23$; $1658,96 \pm 0,53$ e $992,91 \pm 0,59$ mg / 100 g da polpa *in natura* respectivamente, e os ácidos D-tartárico e o L-málico foram encontrados em quantidades inferiores, sendo os valores de $295,53 \pm 0,29$ e $98,43 \pm 0,75$ mg / 100 g da polpa *in natura*, respectivamente. Os frutos de acerola, graviola e mangaba, independente de ser polpa *in natura*, farinha dos resíduos dos frutos e polpas liofilizadas podem ser considerados uma boa alternativa para consumo, apresentam grande variabilidade e exibe características físicas, físico-químicas e químicas que evidenciam o fruto que permitem sua utilização tanto *in natura* quanto para processamento industrial, com moderado potencial de capacidade antioxidante *in vitro*, com correlação direta entre a quantidade de fenólicos totais nas polpas avaliadas, fontes de polifenóis totais, flavonóides, açúcares e ácidos orgânicos, podendo ainda os frutos analisados serem reconhecidos como excelente fonte de vitamina C.

Palavras-chave: Acerola (*Malpighia emarginata*), graviola (*Annona muricata* L.), mangaba (*Hancornia speciosa*), potencial antioxidante, açúcares, ácidos orgânicos, CLAE-RID.

ABSTRACT

The Brazil has been increasingly a leading producer and consumer of fruits, especially tropical and subtropical fruits such as acerola, soursop and mangaba, among others. The fruits contain in addition to essential nutrients and micronutrients such as minerals, vitamins and fibers, different phenolic compounds, especially polyphenols and flavonoids which possess antioxidant activity and the ability to capture free radicals that damage cells in the body. The objectives of this work in relation to fresh pulp, fruit residue and freeze dried pulp of acerola fruit, soursop and mangaba were: *i*) to determine in vitro antioxidant activity by the methods of DPPH, TEAC and ORAC and compare it with total polyphenols contents and *ii*) to develop a method for simultaneously determining sugars and organic acids in fresh pulp, fruit residue and lyophilized pulp of acerola fruits (*Malpighia emarginata*), soursop (*Annona muricata*) and mangaba (*Hancornia speciosa*) using HPLC- RID technique. In determining the antioxidant capacity of raw fruits and their residue flours using the DPPH method, the average values ranged from a minimum of $0,08 \pm 0,01$ micromol Trolox / 100 g fruit in mangaba pulp in ethanol extract and maximum of $23,9 \pm 0,54$ micromol Trolox / 100 g for the pulp in its methanol extract. For TEAC method the minimum and maximum values were $429,01 \pm 3,10$ and $13,96 \pm 0,36$ mol Trolox / 100 g of material analyzed, corresponding to the pulp in the aqueous extract and in mangaba fruit residue in methanol extract, respectively. The ORAC method of fresh pulp of mangaba revealed antioxidant activity to be relatively high ($282,20 \pm 4,08$ mol Trolox / 100 g compared to in its methanol extract, followed by fresh acerola pulp in the extract being same ($36,60 \pm 1,40$ mol Trolox / 100 g). When compared with the total polyphenol content in the, it can be stated that there was a direct relationship between the total phenolic compounds content and antioxidant capacity of the pulps. In the analysis of the monosaccharides fructose and glucose in fresh pulps, soursop received the highest levels of these sugars with values of $3169,28 \pm 0,12$ and $3355,98 \pm 0,05$ mg / 100 g of fresh pulp, respectively, followed by the average values of the fresh pulp of acerola, $1090,64 \pm 0,02$ and $1125,57 \pm 0,10$ mg / 100 g of fresh pulp, respectively. Regarding the disaccharides sucrose and maltose, the fresh pulp of soursop confirmed the presence of these substances, and obtained significant higher concentrations of $102,83 \pm 0,06$ and $126,85 \pm 0,02$ mg / 100 g in fresh pulp in relation to the other pulps. Regarding the presence of organic acids, the pulps contained all acids with large quantities for L-ascorbic acid, D-

malic and citric acid, the values being $2185,03 \pm 0,23$, $1658,96 \pm 0,53$ and $992,91 \pm 0,59$ mg / 100 g of fresh pulp respectively and D-tartaric acid and L -malic acids were found in lower amounts, values being $98,43 \pm 0,75$ and $295,53 \pm 0,29$ mg / 100 g of fresh pulp, respectively. The acerola, soursop and mangaba fruits whether it be fresh pulp, flruit residue or freeze dried pulp these can be considered a good alternative for consumption according to their physicochemical and chemical properties and these permit its use both as fresh pulp or for industrial processing, with moderate potential antioxidant capacity in vitro, which had a direct correlation between the amount of phenolics in the pulps evaluated to the sources of total polyphenols, flavonoids, sugars and organic acids, and thus the fruits can be considered to be an excellent source of vitamin C.

Keywords: Acerola, soursop, mangaba, antioxidant potential, sugars, organic acids, HPLC-RID.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xv
LISTA DE TABELAS.....	xix
1.INTRODUÇÃO.....	21
2.OBJETIVO.....	24
2.1 Objetivo Geral.....	24
2.2 Objetivos Específicos.....	24
3. REVISÃO BILIOGRÁFICA.....	25
3.1 Frutas Tropicais.....	25
3.1.1 Acerola.....	26
3.1.2 Graviola.....	31
3.1.3 Mangaba.....	34
3.2 Antioxidantes.....	39
3.2.1 DPPH.....	43
3.2.2 TEAC.....	45
3.2.3 ORAC.....	46
3.2.4 Compostos Fenólicos Totais.....	47
3.2.5 Fenóis e Flavonóides Totais.....	48
3.3 Açúcares Totais.....	49
3.4 Açúcares e Ácidos Orgânicos por CLAE.....	49
3.5 Liofilização.....	50
3.6 Farinha das Frutas.....	51
3.7 Cromatografia.....	53
3.8 Determinação de Açúcares e Ácidos Orgânicos por CLAE.....	54
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	55
4.1 MATERIAL.....	55
4.1.1 Frutos.....	55
4.1.2 Obtenção das Polpas <i>In Natura</i>	55
4.1.3 Obtenção das Polpas Liofilizadas.....	56
4.1.4 Obtenção das Farinhas das Frutas.....	57

4.1.5 Reagentes.....	58
4.2 MÉTODOS DE ANÁLISE.....	59
4.2.1 Características Físicas.....	59
4.2.2 Características Físico-Químicas.....	59
4.2.2.1 pH.....	59
4.2.2.2 Sólidos Solúveis (°Brix).....	60
4.2.2.3 Atividade de Água.....	60
4.2.3 Características Químicas.....	60
4.2.3.1 Vitamina C.....	60
4.2.4 Atividade Antioxidante <i>in vitro</i>	61
4.2.4.1 Obtenção dos extratos fenólicos.....	61
4.2.4.2 DPPH.....	61
4.2.4.3 TEAC.....	62
4.2.4.4 ORAC.....	63
4.2.4.5 Compostos Fenólicos Totais.....	64
4.2.4.6 Fenóis e Flavonóides Totais.....	65
4.2.4.6.1 Obtenção dos Extratos para Fenóis e Flavonóides Totais.....	65
4.2.4.6.2 Fenóis.....	65
4.2.4.6.3 Flavonóides Totais.....	65
4.2.4.7 Açúcares Redutores Totais.....	66
4.2.4.7.1 Obtenção dos Extratos para Açúcares Redutores Totais.....	66
4.2.5 Análise Quantitativa por CLAE-RID.....	67
4.2.5.1 Extração para Açúcares por CLAE-RID.....	67
4.2.5.2 Extração para Ácidos Orgânicos por CLAE.....	68
4.2.6 Validação da Metodologia Analítica.....	69
4.2.6.1 Análise Estatística dos Dados.....	69
4.2.6.2 Especificidade e Seletividade.....	69
4.2.6.3 Limite de Detecção.....	69
4.2.6.4 Limite de Quantificação.....	70
4.2.6.5 Linearidade.....	70
4.2.6.6 Precisão.....	70
4.2.6.7 Sensibilidade.....	71
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	71
5.1 Características Físicas.....	71

5.2 Características Fisico-Químicas.....	72
5.2.1 pH.....	72
5.2.2 Sólidos Solúveis Totais.....	73
5.2.3 Atividade de Água.....	74
5.3 Característica Química.....	74
5.3.1 Ácido Ascórbico (Vitamina C).....	74
5.4 Atividade Antioxidante.....	75
5.4.1 DPPH.....	76
5.4.2 TEAC.....	80
5.4.3 ORAC.....	82
5.4.4 Compostos Fenólicos Totais.....	85
5.4.5 Fenóis totais.....	89
5.4.6 Flavonóides.....	92
5.4.7 Açúcares totais.....	95
5.5 Análise Quantitativa por CLAE-RID.....	97
5.5.1 Extração para Açúcares por CLAE-RID.....	98
5.5.2 Extração para Ácidos Orgânicos por CLAE.....	107
6. CONCLUSÃO.....	117
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Acerolas. Fonte: Aline G. P. dos Santos (2013).....	26
Figura 2: Graviola. Fonte: Aline G. P. dos Santos (2013).....	31
Figura 3: Mangabas. Fonte: Aline G. P. dos Santos, (2013).....	34
Figura 4: Reação genérica entre o radical livre DPPH e um antioxidante.....	44
Figura 5. Fluxograma do despolpamento dos frutos.....	56
Figura 6. Fluxograma da liofilização das polpas das frutas.....	57
Figura 7. Fluxograma para obtenção da farinha das frutas.....	58
Figura 8. Atividade antioxidante DPPH em diversos extratos (aquosos, metanólicos e etanólicos) de diversas polpas <i>in natura</i> e farinhas de resíduos das frutas.....	79
Figura 9. Atividade antioxidante TEAC em diversos extratos (aquosos, metanólicos e etanólicos) de diversas polpas <i>in natura</i> e farinhas de resíduos das frutas.....	82
Figura 10. Atividade antioxidante ORAC em diversos extratos (aquosos, metanólicos e etanólicos) de diversas polpas <i>in natura</i> e farinhas de resíduos das frutas.....	85
Figura 11. Atividade antioxidante compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico / 100 g) de diversas polpas <i>in natura</i> e farinhas de resíduos das frutas.....	89
Figura 12. Atividade antioxidante fenóis totais (mg de ácido gálico/100g de diversas polpas <i>in natura</i> , farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas).....	92
Figura 13: Flavanóides Totais (mg de quercetina / 100 g de diversas polpas <i>in natura</i> , farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas).....	94
Figura 14: Açúcares Totais (mg de glicose / 100 g de diversas polpas <i>in natura</i> , farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas).....	97

Figura 15. Teores de diversos Açúcares (mg / 100 g da fruta) por CLAE- RID, presentes em diversas polpas <i>in natura</i> , farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas.....	101
Figura 16. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da polpa <i>in natura</i>), presentes na polpas <i>in natura</i> , do fruto acerola por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; D – Maltose.....	103
Figura 17. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da polpa <i>in natura</i>), presentes na polpas <i>in natura</i> , do fruto graviola por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; C – Sucrose; D – Maltose.....	103
Figura 18. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da polpa <i>in natura</i>), presentes na polpas <i>in natura</i> , do fruto mangaba por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose.....	104
Figura 19. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da farinha de resíduos do fruto), presentes na farinha dos resíduos da fruta acerola, por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; C – Sucrose; D – Maltose.....	104
Figura 20. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da farinha de resíduos do fruto), presentes na farinha dos resíduos da fruta graviola, por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; C – Sucrose; D – Maltose.....	105
Figura 21. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da farinha de resíduos do fruto), presentes na farinha dos resíduos da fruta mangaba, por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; C – Sucrose; D – Maltose.....	105
Figura 22. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da polpa liofilizada), presentes na polpa liofilizada da acerola, por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; C – Sucrose; D – Maltose.....	106

Figura 23. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da polpa liofilizada), presentes na polpa liofilizada da graviola, por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; C – Sucrose; D – Maltose.....	106
Figura 24. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da polpa liofilizada), presentes na polpa liofilizada da mangaba, por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; C: Sucrose; D – Maltose.....	107
Figura 25. Teor dos diversos Ácidos Orgânicos (mg / 100 g da fruta) por CLAE, presentes em diversas polpas <i>in natura</i> , farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas.....	111
Figura 26. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da polpa <i>in natura</i>), presentes na polpa <i>in natura</i> do fruto acerola, por CLAE	112
Figura 27. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da polpa <i>in natura</i>), presentes na polpa <i>in natura</i> do fruto graviola, por CLAE.....	112
Figura 28. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da polpa <i>in natura</i>), presentes na polpa <i>in natura</i> do fruto mangaba, por CLAE.....	113
Figura 29. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta), presentes na farinha dos resíduos do fruto acerola, por CLAE.....	113
Figura 30. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta), presentes na farinha dos resíduos do fruto graviola, por CLAE.....	114
Figura 31. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta), presentes na farinha dos resíduos do fruto mangaba, por CLAE.....	114

Figura 32. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da polpa liofilizada), presentes na polpa liofilizada do fruto acerola por CLAE.....	115
Figura 33. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da polpa liofilizada), presentes na polpa liofilizada do fruto graviola por CLAE.....	115
Figura 34. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da polpa liofilizada), presentes na polpa liofilizada do fruto mangaba por CLAE.....	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de peso, diâmetro e comprimento de acerolas, segundo diferentes autores.....	27
Tabela 2: Valores de pH, sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) de acerolas, segundo diferentes autores.....	28
Tabela 3: Valores do teor de Vitamina C em frutos de acerola segundo diversos autores.....	29
Tabela 4: Características físico-químicas de acerolas em diferentes estádios de maturação.....	30
Tabela 5: Composição do fruto de graviola e valor nutritivo em 100 g de polpa.....	33
Tabela 6: Características físico-químicas dos frutos recém-colhidos de "mangaba caída" e "de vez" na região de Itaporanga D'Ajuda / SE.....	38
Tabela 7: Caracterização dos frutos da mangabeira.....	39
Tabela 8: Caracteres físicas dos frutos de acerola, graviola e mangaba oriundos do Mercado Central de Aracaju-SE.....	71
Tabela 9. Características físico-químicas de polpas de frutas de acerola, graviola e mangaba oriundos do Mercado Central de Aracaju-SE.....	73
Tabela 10. Valores (Média \pm Desvio Padrão) de ácido ascórbico (vitamina C) de diversas polpas de frutas de acerola, graviola e mangaba oriundos do Mercado Central de Aracaju-SE.....	75
Tabela 11. Valores (Média \pm Desvio Padrão) da atividade antioxidante DPPH equivalente ao Trolox ($\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$ de diversas polpas de frutas ou farinhas de resíduos das frutas).....	77

Tabela 12. Valores (Média ± Desvio Padrão) da atividade antioxidante TEAC em diversos extratos (aquosos, metanólicos e etanólicos) de diversas polpas <i>in natura</i> e farinhas de resíduos das frutas.....	80
Tabela 13. Valores (Média ± Desvio Padrão) da atividade antioxidante ORAC em diversos extratos (aquosos, metanólicos e etanólicos) de diversas polpas <i>in natura</i> e farinhas de resíduos das frutas.....	83
Tabela 14. Valores (Media ± Desvio Padrão) da atividade antioxidante compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico / 100g) de diversas polpas <i>in natura</i> e farinhas de resíduos das frutas.....	86
Tabela 15. Valores (Média ± Desvio Padrão) de fenóis totais (mg de ácido gálico / 100 g de polpas <i>in natura</i> , farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas).....	90
Tabela 16. Valores (Média ± Desvio Padrão) de Flavanóides Totais (mg de quercetina / 100 g de diversas polpas <i>in natura</i> , farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas).....	93
Tabela 17. Valores (Média ± Desvio Padrão) de Açúcares Totais (mg de glicose / 100 g de diversas polpas <i>in natura</i> , farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas).....	96
Tabela 18. Valores (Média ± Desvio Padrão) de diversos Açúcares (mg / 100 g da fruta) por CLAE- RID, presentes em diversas polpas <i>in natura</i> , farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas.....	99
Tabela 19. Valores (Média ± Desvio Padrão) de diversos Ácidos Orgânicos (mg / 100 g da fruta) presentes em diversas polpas <i>in natura</i> , farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas.....	109

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos três maiores produtores no *ranking* mundial de frutas, perdendo para a China e Índia, cuja produção atinge cerca de 43 milhões de toneladas por ano, representando 5% (IBRAF, 2009). No entanto, o Brasil tem grande potencial de expansão, pois há inúmeras frutas nativas e exóticas pouco exploradas economicamente (LAGO et al., 2006).

O interesse pelas frutas tropicais vem crescendo devido a seus valores nutritivos e efeitos terapêuticos. As frutas podem ser consumidas *in natura* e suas polpas são utilizadas como matéria-prima para a produção de sucos, néctares, xaropes, sorvetes, geleias, iogurtes, produtos medicinais e cosméticos (KUSKOSKI et al., 2006).

Os frutos, além de conter nutrientes essenciais, possuem diversos compostos secundários de natureza fenólica, denominados polifenóis. Os polifenóis demonstram a capacidade de captar radicais livres (atividade antioxidante) e de reduzir o risco contra enfermidades cardiovasculares, circulatórias, cancerígenas, diabéticas e até neurais. Quando presentes em frutas atuam com eficácia nas infecções causadas por *Helicobacter pylori* e na indução de apoptose (KUSKOSKI et al., 2006). Entretanto, os compostos bioativos que possuem atividade antioxidante não incluem somente a classe de fenóis, ácidos fenólicos e seus derivados, como também, flavonóides, tocoferóis, fosfolipídios, aminoácidos, ácidos orgânicos, pigmentos e esteróis, compostos encontrados em diversas frutas (ROESLER et al., 2007).

No Brasil, o cultivo de frutos tropicais, teve um forte crescimento nos últimos vinte anos, sendo hoje uma importante cultura da Região Nordeste, principalmente na agroindústria de polpa de fruta congelada. Dentre estes frutos a acerola (*Malpighia emarginata*), a graviola (*Annona muricata*) e a mangaba (*Hancornia speciosa*) destacam-se por serem ricas em fitonutrientes antioxidantes como a vitamina C e compostos fenólicos como as antocianinas que são capazes de combater os radicais livres envolvidos nos processos degenerativos celulares e assim, fortalecer o sistema imunológico dos animais (OLSSON et al., 2006).

Os frutos da aceroleira (*M. emarginata*), também conhecidos como cereja-das-antilhas ou cereja-de-barbados, tem origem nas Antilhas, América Central e Norte da América do Sul, pertencentes à família das Malpighiaceae. Pelo seu potencial como

fonte natural de vitamina C e sua capacidade de aproveitamento industrial, a aceroleira tem atraído o interesse dos fruticultores e passou a ter importância econômica em várias regiões do Brasil (SOUZA et al., 2006). A acerola também contém um elevado teor em carotenóides e antocianinas especialmente, pelargonidina e malvidina, pigmentos antioxidantes que, quando combinados, são responsáveis por sua variação de cor que vai do alaranjado ao vinho passando pelo vermelho (MAIA et al., 2007).

Da família Annonaceae, a gravioleira (*A. muricata*) é oriunda das Antilhas e do México e difundida nas regiões tropicais da América, África e Ásia. A graviola é encontrada tanto na forma silvestre como na forma cultivada, em altitudes que variam do nível do mar a 1.120 metros, distribuídas do Caribe ao Sudeste do México e Brasil. Segundo historiadores teria sido introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI. É muito frequente em nosso país, tornou-se subespontânea na Amazônia, sendo a Venezuela o maior produtor da fruta. A gravioleira é uma árvore de pequeno porte (atinge de quatro a seis metros de altura) e encontrada em quase todas as florestas tropicais, com folhas verdes brilhantes e flores amareladas, grandes e isoladas, que nascem no tronco e nos ramos. Os frutos têm forma ovalada, casca verde-pálida são grandes, chegando a pesar entre 0,75 a 8,0 kg. Contém muitos espinhos, vermelhas, envolvidas por uma polpa branca, de sabor agri-doce, semelhante à fruta de conde (pinha). A graviola é muito apreciada também por suas propriedades medicinais por conter glicídeos, proteínas, lipídios, assim como vitaminas B e C, sais minerais (fósforo e potássio). É adstringente, digestiva e vermífuga. Suas folhas em infusão são usadas no combate à diarreias, diabetes e aplicadas como cataplasma, são também anti-inflamatórias em caso de caxumba. Suas flores, que surgem diretamente do tronco, são peitorais, por isso muito usadas em chás nos casos de gripes e expectoração brônquica. Sua polpa é usada em geleias, xaropes, tortas e sorvetes.

Outro fruto tropical que vem se destacando em cultivo no Brasil é a mangaba, também chamada de mangaba-ovo, da família Apocinaceae. O Estado de Sergipe é o maior produtor brasileiro, vindo quase toda a produção da vegetação nativa. Neste estado, a mangaba (*H. speciosa*) é mais consumida na forma de sorvete e polpa concentrada (FERREIRA & MARINHO, 2007). A mangabeira produz frutos saborosos e nutritivos, de excelente aceitação no mercado, com teor de proteína de 1,3 a 3,0%, podendo ser indicados para alimentação devido sua alta digestibilidade, valor nutricional e propriedades medicinais. São consumidas *in natura* e industrializadas na forma de polpa, sucos, coquetéis, doces em calda, geleias, sorvetes, licores, vinhos,

xaropes (FERREIRA & MARINHO, 2007). O estudo da caracterização dos antioxidantes é de grande importância, como forma de proteger o organismo dos efeitos de radicais livres, que atacam cada célula do organismo, comprometendo o bom funcionamento e levando ao envelhecimento precoce (KUSKOSKI et al., 2006; ALVES et al., 2008).

Os métodos mais frequentemente usados para medir a atividade antioxidante de materiais biológicos envolvem compostos cromógenos de natureza radicalar que estimulam as espécies redutoras de oxigênio e na presença de antioxidantes levam ao desaparecimento de cor. Alguns métodos utilizados em frutas tropicais utilizam o DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) e o TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) (KUSKOSKI et al., 2006; ALVES et al., 2008).

Também presente nos frutos, os açúcares livres e ácidos orgânicos desempenham papéis primordiais na manutenção da qualidade e no valor nutritivo, com influência em suas propriedades organolépticas. O teor de açúcares na fruta pode ser um parâmetro para avaliar as propriedades físico-químicas como pH, acidez total, estabilidade microbiológica, proporcionando informações valiosas sobre a salubridade dos alimentos (CHINNICI et al., 2005).

A informação quantitativa dos teores de açúcares, ácido ascórbico, ácidos orgânicos e compostos fenólicos é fator importante para a verificação da autenticidade e do índice de qualidade para as frutas utilizadas na alimentação e no processamento (LLAMAS; NEZIO & BAND, 2011) e LIU et al., 2011.

As quantidades desses componentes químicos diferem durante o período de amadurecimento nas partes comestíveis dos frutos, sendo necessária uma investigação mais aprofundada no estágio de maturação (COULTATE, 2004). Os ácidos orgânicos presentes nas frutas são responsáveis pelo sabor e aroma dos mesmos. Esses ácidos são amplamente usados na indústria de alimentos como aditivos e antioxidantes. Assim, a quantificação dos açúcares frutose, glucose, lactose, maltose e sucrose, representam uma importante fonte de dados na caracterização das polpas *in natura*, farinhas e polpas liofilizadas.

O presente trabalho avaliou a atividade antioxidante *in vitro*, usando as metodologias ORAC, DPPH e TEAC relacionando-a com o conteúdo de fenólicos totais, flavonóides totais, açúcares totais e ácidos orgânicos das frutas *in natura*, polpas liofilizadas e em farinhas dos resíduos de *M. emarginata* (acerola), *A. muricata* L (graviola) e *H. speciosa* (mangaba).

2. OBJETIVO

2.1.Objetivo Geral

Avaliar o potencial antioxidante *in vitro* e sua relação com o conteúdo de fenóis totais, flavonóides totais, açúcares totais e ácidos orgânicos de polpas *in natura*, polpas liofilizadas e em farinha dos resíduos de *Malpighia emarginata* (Acerola), *Annona muricata* (Graviola) e *Hancornia speciosa* (Mangaba).

2.2.Objetivos Específicos

- Determinar as características físicas: peso, volume, diâmetro e comprimento dos frutos;
- Determinar as características físico-químicas: pH e sólidos solúveis;
- Determinar o teor de vitamina C nas polpas *in natura*;
- Determinar o potencial antioxidante *in vitro* pelos métodos do DPPH, TEAC, ORAC nas polpas *in natura* e farinhas dos resíduos das frutas;
- Determinar o conteúdo de fenóis, flavonóides totais e açúcares totais em polpas *in natura*, farinhas dos resíduos das frutas e polpas liofilizadas das frutas;
- Separar, identificar e quantificar os principais açúcares e ácidos orgânicos por cromatografia líquida de alta eficiência com detecção de Índice de Refração (CLAE-RID).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Frutas Tropicais

O consumo de frutas tropicais aumenta ano após ano devido ao valor nutritivo e aos efeitos terapêuticos. A utilização da polpa de frutas congeladas está em expansão nas indústrias de produtos lácteos, de sorvetes, doces, etc., o que aumenta o interesse dos produtores e dos consumidores. Os frutos contêm, além dos nutrientes essenciais e de micronutrientes como minerais, fibras e vitaminas, diversos compostos secundários de natureza fenólica, denominados polifenóis (HARBONE & WILLIAMS, 2000). Estes compostos possuem propriedades contra algumas doenças respiratórias, antioxidantes e influencia na circulação do sangue, aumentando a permeabilidade e elasticidade dos vasos sanguíneos (ASHURST, 2005).

O clima, solo, localização, aliados ao preço atrativo da terra e a disponibilidade e custo da mão-de-obra conferem à Região Nordeste vantagens para a fruticultura, em relação às demais regiões do Brasil, assegurando a sua liderança na produção e exportação de frutas tropicais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2008).

O nordeste brasileiro é *habitat* de diversas fruteiras tropicais e subtropicais o que o torna uma região de grande potencial econômico e tecnológico, ainda pouco explorado devido à escassez de informações científicas e tecnológicas. Sabe-se que os frutos cultivados no clima quente, geralmente contêm altos teores de vitaminas e sais minerais em comparação àqueles produzidos no clima temperado (FRANCO, 2004).

As mais recentes publicações relatam as propriedades de vários compostos fitoquímicos, especialmente dos compostos fenólicos presentes em frutas, atuando com eficácia nas infecções causadas por *Helicobacter pylori* (VATTEN et al. 2005) e na indução da apoptose (YEH e YEN, 2005; HEO e LEE, 2005; SÁNCHEZ-MORENO, 2002).

3.1.1 Acerola

Figura 1: Acerolas. **Fonte:** Aline G. P. dos Santos (2013).



A acerola ou cereja das Antilhas (*Malpighia glabra* L., *M. puniceifolia* L. ou *M. emarginata* DC.) é originária da América Tropical e seu principal atrativo é o alto teor de vitamina C, sendo também rica em outros nutrientes como carotenóides, tiamina, riboflavina e niacina (ASSIS et al., 2001).

A composição química, inclusive a distribuição de componentes do aroma, é dependente das espécies, condições ambientais e, também, do estágio de maturação da fruta (VENDRAMINI & TRUGO, 2000). O teor de vitamina C e outras características atribuídas à qualidade da acerola, tais como coloração, peso e tamanho dos frutos, teor de sólidos solúveis e pH do suco, além de serem afetadas pela desuniformidade genética dos pomares, sofrem influência de vários outros fatores, como precipitações pluviais, temperatura, altitude, adubação, irrigação e a ocorrência de pragas e doenças (NOGUEIRA et al., 2002).

A acerola é um fruto climatérico, com elevado pico da taxa respiratória (900 mL CO₂ kg/h), mas com uma baixa taxa no pico de produção de etileno (3,0 µL C₂H₄ kg/h) (CARRINGTON & KING, 2002). A acerola apresenta potencial para industrialização, uma vez que pode ser consumida sob forma de compotas, geleias, utilizada no enriquecimento de sucos e de alimentos dietéticos, na forma de alimentos nutracêuticos, como comprimidos ou cápsulas, empregados como suplemento alimentar, chás, bebidas para esportistas, barras nutritivas e iogurtes (CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2002). Também é consumida na forma de suco (integral, concentrado, liofilizado), licor, *soft drink*, bombons, goma de mascar, néctares, purês, sorvetes, cobertura de biscoitos, refrigerantes, etc. (CARVALHO, 2000). No entanto, as formas mais comuns de comercialização da acerola são o fruto *in natura*, a polpa congelada e o suco engarrafado (YAMASHITA et al., 2003).

Gonzaga Neto et al. (1999) avaliaram 18 genótipos de aceroleira e observaram que os frutos apresentavam coloração da polpa desde amarela a vermelho-escura. Ao analisarem acerolas maduras, em diferentes épocas do ano, Araújo et al. (2004) constataram teores médios de antocianinas de 3,62 mg 100 g⁻¹ no período chuvoso e de 8,29 mg 100 g⁻¹ no período seco. Caracterizando acerolas maduras de 12 acessos, Lima et al. (2002) observaram teores de antocianinas totais variando de 3,81 a 47,36 mg 100 g⁻¹ de polpa, com média de 19,23 e teores de flavonóides totais de 7,00 a 18,46 mg (de quercetina) 100 g⁻¹ de polpa, com média de 11,81. Por sua vez, Moura et al. (2002) avaliaram frutos em estágio maduro, provenientes de 45 clones de aceroleira e encontraram valores de antocianinas totais de 1,52 a 28,47 mg 100 g⁻¹. Aguiar (2001) encontrou teores de antocianinas variando de 0,37 mg 100 g⁻¹ a 38,38 mg 100 g⁻¹, com média de 13,51 mg 100 g⁻¹, em frutos comercialmente maduros de 75 clones de aceroleiras.

Há frutos arredondados, ovalados ou mesmo cônicos (GONZAGA NETO & SOARES, 1994). O tamanho dos frutos pode variar de 1,0 a 2,5 cm, o diâmetro de 1,0 a 4,0 cm e o peso de 2,0 a 15,0 g (ALVES & MENEZES, 1995). Os resultados de características físicas de acerolas, segundo diversos autores, são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores de peso, diâmetro e comprimento de acerolas, segundo diferentes autores.

Características	Gonzaga et al. (1999)	Gomes et al. (2000)	Nunes et al. (2002)	Moura et al. (2002)	França & Narain, (2003)
Peso Médio (g)	2,85 a 6,9		3,44 a 10,69	3,33 a 11,75	2,65 a 10,85
Diâmetro Médio (cm)	-	1,84 a 2,43	1,87 a 2,87	-	1,62 a 2,83
Comprimento Médio (cm)	-	1,48 a 1,87	1,43 a 2,24	-	1,43 a 2,35

A Tabela 2 apresenta os valores médios de pH, sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) de acerolas, segundo diferentes autores. O pH é um parâmetro de baixa variabilidade em acerolas, mesmo nas maduras (LIMA et al., 2002). De acordo com os resultados apresentados pelos autores, pode-se concluir que o pH da acerola em completo estágio de maturação encontra-se no intervalo de 2,58 a 3,91. Os teores de sólidos solúveis totais (SST) são mais elevados nas acerolas maduras, porém

são reduzidos pela chuva ou irrigação excessiva, em virtude da diluição do suco celular, e variam também de acordo com o genótipo (NOGUEIRA et al., 2002).

Tabela 2: Valores de pH, sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) de acerolas, segundo diferentes autores.

Autores	pH	SST(°Brix)	ATT (%)
Gonzaga et al. (1999)	3,11 a 3,70	4,70 a 9,20	0,79 a 1,90
Gomes et al. (2000)	3,07 a 3,82	5,25 a 8,58	
Aguiar (2001)	3,08 a 3,65	3,76 a 14,10	0,89 a 2,10
Pimentel et al. (2001)	3,41	5,5	
Soares et al. (2001)	3,30 a 3,33	6,00 a 6,80	
Lima et al. (2002)	3,11 a 3,41	7,00 a 8,43	1,04 a 1,87
Moura et al. (2002)	3,31 a 3,91	5,70 a 10,00	0,53 a 1,52
Nunes et al. (2002)	2,58 a 3,33	8,33 a 11,60	1,33 a 2,27
Santos et al. (2002)	2,79 a 3,14	9,24 a 13,17	1,07 a 1,88
França & Narain (2003)	3,18 a 3,53	5,70 a 6,50	

Santos et al. (2003) analisaram acerolas e polpas congeladas de acerolas e identificaram antocianinas derivadas de cianidina e pelargonidina, e o flavonol quercetina glicosilado nas concentrações de 17,60 mg / 100 g, 2,70 mg / 100 g e 5,36 mg / 100 g (base úmida) para a fruta, e 9,80 mg / 100 g, 1,10 mg / 100 g e 3,20 mg / 100 g (base úmida) para a polpa, respectivamente.

Moura et al. (2002) reportaram o teor de β -caroteno de 0,34 a 8,41 $\mu\text{g} / \text{g}$, em frutos maduros, provenientes de 45 clones de aceroleiras. Estes resultados estão próximos dos encontrados por Aguiar (2001), que avaliaram frutos comercialmente maduros de 75 clones de aceroleiras e encontraram β -caroteno variando entre um mínimo de 0,30 $\mu\text{g} / \text{g}$ e um máximo de 11,28 $\mu\text{g} / \text{g}$, com média de 3,54 $\mu\text{g} / \text{g}$. Porcu & Rodriguez-Amaya (2003) analisaram acerolas nos estádios maduro e semi-maduro e identificaram os carotenóides neoxantina, violaxantina, luteína, β -criptoxantina, α -caroteno e β -caroteno, sendo o último o predominante. Na acerola madura com película encontraram maiores teores de β -caroteno ($12,0 \pm 2,0 \mu\text{g} / \text{g}$) do que na acerola sem película ($9,0 \pm 2,0 \mu\text{g} / \text{g}$) no estágio maduro. No fruto semi-maduro encontraram uma quantidade significativamente menor ($5,0 \pm 1,0 \mu\text{g} / \text{g}$) deste carotenóide, no entanto, teores mais elevados de luteína foram obtidos nos frutos semimaduros ($2,0 \pm 1,0 \mu\text{g} / \text{g}$) do que nos maduros ($1,0 \pm 1,0 \mu\text{g} / \text{g}$).

Avaliando polpa de acerola, Soares et al. (2001) obtiveram em média 1,34% ($\pm 0,03$) de ácido tânico (tanino), 1,14% ($\pm 0,11$) de pectato de cálcio (pectina), 1,27% ($\pm 0,05$) de proteína, 0,21% ($\pm 0,04$) de lipídios, 0,46% ($\pm 0,03$) de cinzas, 5,49% ($\pm 0,15$) de açúcares redutores, 2,76% ($\pm 0,16$) de amido e traços de fibra. Pimentel et al. (2001) detectaram em polpa de acerolas 3,57% de açúcares redutores e 1,94% de taninos. Santos et al. (2003) analisaram acerolas e identificaram teor de fenólicos totais de 6,5 mg / g.

A Tabela 3 apresenta os valores de vitamina C, segundo diferentes autores, onde se observou uma grande variação no conteúdo de vitamina C, de 0,779 a 3,094 g em 100 g⁻¹ de polpa.

Tabela 3: Valores do teor de Vitamina C em frutos de acerola segundo diversos autores.

Autores	Vitamina C (g/100g)
Gonzaga et al. (1999)	0,779 a 2,444
Gomes et al. (2000)	0,854 a 1,631
Aguiar (2001)	0,843 a 2,322
Pimentel et al. (2001)	1,437
Soares et al. (2001)	1,620
Lima et al. (2002)	1,066 a 1,845
Moura et al. (2002)	0,500 a 1,854
Nunes et al. (2002)	1,598 a 2,053
Santos et al. (2002)	1,089 a 3,094

Em trabalho realizado por França & Narain (2003), os teores de açúcar redutor (3,53% a 4,00%), açúcar total (4,19% a 4,61%), pectina (0,73% a 1,20%) e cinzas (0,33% a 0,37%) foram próximos aos resultados de outros autores, apresentados na Tabela 4. Vendramini & Trugo (2000), também investigaram o efeito do estágio de maturação na composição química e nos componentes voláteis da acerola, pela análise de frutos em três diferentes estádios de maturação. Estes autores constataram que a acidez total titulável, açúcares e sólidos solúveis aumentaram e que os teores de vitamina C e de proteína diminuíram com o decorrer da maturação, enquanto que o pH ficou praticamente constante. Pela análise da fração volátil da acerola os autores identificaram alguns ácidos graxos, além de 31 compostos nos frutos maduros, 23 nos frutos em estágio de maturação intermediário e 14 nos frutos imaturos.

Diniz et al. (2003), avaliaram a atividade de água e a condutividade elétrica da polpa de acerola, em concentrações que variaram de 8 °Brix a 22 °Brix. A atividade de água foi determinada em diversas temperaturas de 20°C, 25°C, 30°C e 35°C. E as condutividades elétricas foram medidas nas temperaturas de 25°C, 30°C, 35°C, 40°C, 50°C e 60°C, os valores variaram entre 0,8312 e 6,2700.

O aumento da concentração provocou aumentos de condutividade elétrica nas polpas. A partir dos dados experimentais estudou-se a relação entre atividade de água e concentração de cada amostra, como também a influência da temperatura.

As polpas de acerola apresentaram valores de atividade de água que variaram entre 0,9710 e 0,9883, apresentando diminuição com o aumento da concentração das amostras. As variações de temperatura não demonstraram influenciar de maneira bem definida os resultados das atividades de água. Os resultados obtidos demonstraram aumentos de condutividade elétrica com o aumento de concentração. Por influência de aumentos de temperatura, não foi possível determinar uma tendência de aumento ou diminuição da condutividade elétrica. O estudo das amostras na faixa de temperatura de 25 a 60 °C não resultou em variações de condutividade elétrica que pudessem ser atribuídas às condições térmicas.

Tabela 4: Características físico-químicas de acerolas em diferentes estádios de maturação.

Características	Estádio de Maturação		
	Verde	De vez (amarela)	Madura (vermelha)
Vitamina C (g/100g)	2,1	1,0	1,0
Proteína (g/100g)	1,2	0,9	0,9
Cinzas (g/100g)	0,4	0,4	0,4
Umidade (g/100g)	91	92,4	92,4
Acidez titulável	18,2	15,6	34,4
pH	3,7	3,6	3,7
Sólidos solúveis (° Brix)	7,8	7,7	9,2
Açúcar Redutor (g/100g)	3,3	4,2	4,4
Açúcar Não-Redutor (g/100g)	1,1	0,1	nd*
Açúcar Total (g/100g)	4,4	4,3	4,4

Resultados em mL de NaOH 0,1 N /100g de amostra; * nd = não detectado

Fonte: Vendramini & Trugo (2000).

A acerola é um fruto tropical de grande potencial econômico e nutricional, devido, principalmente, ao seu alto conteúdo de vitamina C, que associada com os carotenóides e antocianinas presentes destaca este fruto no campo dos alimentos funcionais. Além disso, destaca-se, ainda, o seu fácil cultivo, o sabor e aroma agradáveis e a grande capacidade de aproveitamento industrial, viabilizando a elaboração de vários produtos e, ao mesmo tempo concomitante que promove a geração de empregos. No entanto, há carências quanto a dados de produção (áreas plantada e colhida) de acerola e comercialização do fruto *in natura* e de seus produtos.

3.1.2 Graviola

Figura 2: Graviola. **Fonte:** Aline G. P. dos Santos (2013).



A gravioleira é originária das terras baixas da América Tropical, mais especificamente da América Central e dos Vales peruanos, tendo sido introduzida no Brasil pelos portugueses, no século XVI (Oliveira et al., 2002). A gravioleira (*Annona muricata* L.) é considerada a mais tropical das Annonaceae (Magnoliales). Segundo Joly (1998), apenas os gêneros *Annona*, *Rollinia*, *Uvania* e *Asimina* produzem frutos comestíveis, como a pinha ou fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.) e a cherimóia (*Annona cherimola* Mill.).

A gravioleira (*A. muricata* L.), da família Annonaceae, é uma das importantes frutíferas cultivadas no Nordeste Brasileiro, principalmente nos Estados da Paraíba, Ceará, Pernambuco e Bahia, sendo seus frutos utilizados na fabricação de suco, sorvetes, compotas, geleias e doces. Apesar da importância da graviola na fruticultura nordestina, conforme Pinto & Silva (1994), não existem variedades de gravioleiras que sejam portadoras de características botânicas geneticamente definidas.

A planta tem hábito de crescimento ereto, podendo atingir de 4,0 a 8,0 m de altura quando adulta; possui sistema radicular abundante, caule único e ramificação assimétrica. As folhas têm pecíolo curto, são oblongo-lanceoladas ou elípticas, com nervuras pouco evidentes. As flores são perfeitas, hermafroditas, verde-escuras a verde-claras. Geralmente, são encontradas em pedúnculos curtos ou diretamente no tronco. O fruto, também chamado coração-de-boi, coração-de-rainha, condessa, jaca-de-pobre, jaca-de-Pará ou araticum manso, é uma baga composta (sincarpo) com peso variando de 0,4 a 10 kg. A casca possui espículas rígidas e coloração verde-escura quando o fruto está imaturo. No período de colheita as espículas ficam carnosas e moles e a casca verde-clara. A polpa é branca sucosa e subácida, as folhas, frutos, sementes e raízes apresentam propriedades medicinais, sendo utilizadas contra nevralgias e reumatismo. A casca do tronco, folhas e sementes contêm alcalóides (anonina e muricana) usados na produção de inseticidas (Oliveira et al., 2002). A Tabela 5 apresenta a composição do fruto de graviola e seu valor nutritivo.

Sacramento et al. (2003) analisaram frutos da graviola dos tipos ‘Morada’, ‘Lisa’ e ‘Comum’, produzidos na região Sul do Estado da Bahia, foram avaliados quanto às características físicas e químicas. Com relação às características físicas, não foram detectadas diferenças de peso entre os tipos morada (3,21 kg), lisa (2,82 kg) e comum (2,39 kg). Os frutos do tipo ‘lisa’ apresentaram maior rendimento de polpa (85,85 %) em relação aos frutos dos tipos ‘morada’ (83,57 %) e ‘comum’ (83,12 %). A menor razão entre o comprimento e o diâmetro, dos frutos tipos ‘morada’ e ‘lisa’, os caracteriza como cordiformes, não houve diferença significativa entre os tipos com relação ao comprimento morada (24,73 cm), lisa (22,66 cm) e comum (25,47 cm), entretanto o diâmetro médio dos frutos dos tipos morada (15,83 cm), lisa (14,54 cm) e comum (13,14 cm).

Segundo Sacramento et al. (2003), quanto às características químicas os valores médios apresentados foram o teor de sólidos solúveis °Brix morada (12,18 g/100g), lisa (13,85 g/100g) e comum (13,31 g/100g), é elevado e constitui-se principalmente de açúcares solúveis em graviola. Os valores para pH, superaram os valores mínimos estabelecidos no Padrão de Identidade e Qualidade do Ministério da Agricultura, para polpa de graviola, morada (3,47), lisa (3,43) e comum (3,44). Para açúcares solúveis totais (AST) morada (12,53 g/100g), lisa (14,55 g/100g) e comum (13,32 g/100g), não houve diferença entre os tipos com relação às variáveis avaliadas. As médias dos

valores de vitamina C foram para morada (35,60 mg/100g), lisa (37,57 mg/100g) e comum (38,51 mg/100g) obtidos neste trabalho.

Tabela 5: Composição do fruto de graviola e valor nutritivo em 100 g de polpa.

Determinações	Valores
Peso médio (Kg)	0,5 – 10,2
Casca (pericarpo %)	12,5 – 24,0
Polpa (% comestível)	66,0 – 84,0
Sementes (%)	3,1 - 10,0
Água (%)	78,0 – 85,3
Proteínas (g)	0,9 – 1,7
Lipídios (g)	0,7
Acidez (%)	0,8 – 3,0
Açúcar total (%)	10,1 – 16,1
pH	4,2
Taninos (g)	0,225
Calorias	60,0
Cinza (%)	0,53 – 0,8
Extrato etéreo	0,20 – 0,70
Fibra (g)	1,10 – 2,4
Cálcio (mg)	22,0 – 41,6
Fósforo (mg)	28,0 – 78,4
Ferro (mg)	0,6 – 0,5
Vitamina A (U.I.)	20,0
Vitamina B1 (mg)	0,4 – 1,0
Vitamina B2 (mg)	0,05 - 0,07
Niacina (mg)	0,9
Vitamina C (g)	1,05 – 5,70

Fonte: Oliveira et al. (2002).

Pereira et al. (2006), analisaram qualidades físico-químicas em polpas de fruta congelada, de três marcas comerciais (A, B e C), da graviola, e obtiveram os seguintes resultados, pH marca A 3,65, marca B 3,55 e marca C 3,82; sólidos solúveis em °Brix marca A 12,00, marca B 8,00 e marca C 5,50, atividade de água para a marca A 0,954, marca B 0,929 e marca C 0,977. Isto pode ser devido, provavelmente, ao fato de que os frutos utilizados foram oriundos de gravioleiras caracterizadas como tipos, cuja seleção para multiplicação levou em consideração apenas a produção e o tamanho do fruto.

Os principais países produtores de graviola em escala comercial são: Venezuela, Colômbia, Porto Rico, Costa Rica, México, Panamá, Jamaica, Cuba, Espanha, Índia, Honduras, Guiana Suriname, Brasil, Peru, Senegal e Cingapura (Oliveira et al. 2009).

3.1.3. Mangaba

Figura 3: Mangabas. **Fonte:** Aline G. P. dos Santos, (2013).



A mangabeira (*Hancornia speciosa*) é uma planta da família das Apocinaceae, que vegeta de forma espontânea nas regiões tropicais da América do Sul. A palavra mangaba é de origem indígena (*mã'gawa*), e segundo Ferreira et al. (2007) significa “coisa boa de comer”. Braga et al. (2007) mencionam a mangaba como um grude ou visgo, em alusão ao látex da planta. Outras variações de nomes podem ser: mangaíba, mangareíba, mangava, mangaúva e manguba.

A mangaba é uma fruta rica em vitamina A, B₁, B₂ e C, além de ferro, fósforo, cálcio e proteínas. A fruta só pode ser consumida quando madura, pois quando verde pode causar problemas de saúde.

No Brasil, ocorre no Centro-Oeste, Sudeste, Norte e, abundantemente, nos tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas do Nordeste (FERREIRA & MARINHO, 2007). A mangabeira produz frutos aromáticos, delicados, saborosos e nutritivos, com teor de proteína de 1,3 a 3,0%, com conteúdos de vitaminas e sais minerais superiores aos da maioria das espécies frutíferas, tendo excelente aceitação no mercado. Os frutos são utilizados para o consumo *in natura* e industrialização - polpa, sucos, coquetéis, doces em calda, geleias, sorvetes, licores, vinhos, xaropes, compotas, etc., demonstrando enorme potencial de aproveitamento na agroindústria (MARINHO et al., 2003). Ultimamente, estudos têm sido desenvolvidos visando sua utilização sob a forma de passas, por conter efeitos medicinais, indicados para pessoas no tratamento de úlceras gástricas (FERREIRA & MARINHO, 2007).

O suco leitoso do fruto e o látex desta espécie são usados como medicamento caseiro para tratamento da tuberculose e úlcera (NOGUEIRA et al., 2004). A folha é

usada para tratar dismenorréia, diabetes, obesidade e verrugas; as cascas têm ação adstringente e servem para afecções dos pulmões e fígado, câimbras e luxações (ALMEIDA et al., 1998). Em estudos com extrato etanólico das cascas de mangaba, o efeito gastroprotetor foi evidenciado por alterações do suco gástrico (diminuição da acidez e aumento do pH) e ação antissecretora. Essas ações estariam relacionadas à presença de ácidos fenólicos (que inibem diretamente a bomba de prótons) e proantocianidinas (antioxidantes e captadores de radicais livres), previamente identificados na planta de *Hancornia speciosa* (MORAES et al., 2008).

Um estudo químico realizado em extratos polares das folhas resultou no isolamento do inositol L-(+) bornesitol e na identificação do flavonóide rutina por CLAE, (FERREIRA & MARINHO, 2007). Testes farmacognósticos preliminares e a utilização de padrões revelaram a presença de substâncias fenólicas tais como catequina e ácido clorogênico no decocto das cascas deste vegetal (ANDRADE, 2002). Outros estudos com a fração acetato de etila da infusão das cascas da mangaba levaram ao isolamento de ácidos fenólicos tais como: gálico, ácido clorogênico e 4-hidroxi-3,5-dimetoxibenzóico (ácido sirínico) (RODRIGUES et al., 2006).

A presença em grande quantidade de compostos com alto grau de polimerização no infuso das cascas também foi citada por RODRIGUES et al. (2006), catequinas monoméricas e oligoméricas (taninos condensados e proantocianidinas) foram detectadas por CLAE. Algumas substâncias foram caracterizadas, por método de co-injeção com padrões de referência, sendo identificadas como catequinas, epicatequina, epigallocatequina e ácido clorogênico (RODRIGUES et al., 2006).

O mercado para mangaba encontra-se principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Em Sergipe, é uma das frutas mais abundantes e procuradas nas feiras livres, atingindo preço superior ao da uva e de outras frutas nobres. Além do consumo in natura, o maior aproveitamento da mangaba se dá na forma de sucos, doces e sorvetes (LEDERMAN et al., 2000).

Ferreira et al. (2003) analisaram frutos da mangabeira em pomares nativo e cultivado, e apresentaram características físico-químicas dos frutos, cujos dados revelam que, nos dois pomares estudados, a altura média de plantas foi de 5,07 m para o pomar nativo e 2,84 m para o pomar cultivado. Com relação às características físicas, peso entre os frutos do pomar nativo (19,71 g) e do pomar cultivado (22,13 g), estes resultados puderam ser comparados com os de Silva et al. (1984), obtiveram em média 24,76 g de peso e os de Ferreira et al. (1998) também trabalhando com essa cultura

relataram pesos de frutos de 27,80 g a 34,93 g. Parente et al. (1985) obtiveram peso médio de frutos de 38,70 g.

Os frutos do pomar nativo apresentaram maior rendimento de polpa (77,15 %). Ferreira et al. (2003), verificaram, também, que os diâmetros médios do pomar nativo e do pomar cultivado, 3,06 cm e 3,24 cm, respectivamente. Já o comprimento dos frutos, foi de 3,61 cm no pomar nativo e de 3,60 cm no pomar cultivado. Em frutos maduros de mangaba Silva et al. (1984) obtiveram diâmetro médio de 3,68 cm comprimento de 4,06 cm. Ferreira et al. (1998) obtiveram diâmetro de 1,33 a 2,89 cm e comprimento de 3,24 cm a 4,42 cm, enquanto Parente et al. (1985) relataram um diâmetro de 3,64 cm.

De um modo geral, verifica-se que as plantas nativas produziram menos do que as cultivadas. Este resultado está associado aos tratos culturais que nutrem as plantas através de adubações, e as podas que equilibram a nutrição e controlam a emissão de ramos e flores, melhorando qualitativamente a produção (FERREIRA et al., 2003). Por sua vez, o número de sementes por fruto foi de 13,13 no pomar nativo, e 9,96 no pomar cultivado. As variáveis para o teor de sólidos solúveis °Brix foi de 14,50 para o pomar nativo, foram inferiores aos valores citados por outros autores (Silva et al., 1984 e Parente et al., 1985).

Para Campos et al. (2011), os frutos apresentaram valores médios de diâmetro de 3,42 cm, os quais estão próximos dos encontrados por Guilherme et al. (2007), com 3,75 cm, e por Soares et al. (2008), com 32 mm e 28 mm, respectivamente.

Os frutos apresentaram teores médios de sólidos solúveis entre 18,4 e 23,2 °Brix valores inferiores aos encontrados, foram relatados por Souza et al. (2007) com média geral de 17,23 °Brix; por Cernelossi et al. (2004) em mangabas mantidas à temperatura de 6°C, com valores entre 13,1 e 15,67 °Brix para frutos "de vez", por Santos et al. (2009) entre 11 e 15 °Brix durante o armazenamento em ambiente e entre 11 e 18 °Brix a 10°C.

O teor de vitamina C das mangabas apresentou valor de 1,326 g de ácido ascórbico / 100g da polpa. Valores semelhantes foram encontrados em mangabas, 1,396 g de ácido ascórbico / 100g da polpa por Alves et al. (2000) e 1,555 g de ácido ascórbico / 100g da polpa por Guilherme et al. (2007). Valores superiores foram relatados por Rufino et al. (2010) com $190 \pm 1,91$ mg de ácido ascórbico / 100g da polpa e por Souza et al. (2007) em clones de mangaba com 1,647 a 1,887 g de ácido ascórbico / 100g da polpa.

Ainda segundo Campos et al. (2011) o conteúdo de fenóis totais inicial foi de 11,29 mg EAG / 100 g e aumentou com o armazenamento, atingindo valores finais de 29,04 mg EAG / 100 g.

Para Carnelossi et al. (2004) teores de vitamina C da mangaba recém-colhida do tipo "de caída" foram superiores, quando comparados aos das mangabas recém-colhidas do tipo "de vez". Comparando-se os teores de vitamina C da mangaba com outros frutos, tais como morango, goiaba, abacaxi, (ANDRADE et al., 2002), verifica-se que a mangaba se apresenta como um fruto com teor elevado de vitamina C, ou seja, aproximadamente 252,7 a 274,7 mg de Vit. C / 100 g, quando armazenadas a 25 °C (Tabela 6).

Vitamina C também atua como um importante antioxidante (SMIRNOFF, 1995). Dessa forma, sugere-se que o aumento teores de vitamina C observado em frutos armazenados a 25 °C pode estar relacionado à atuação da vitamina C como antioxidante, em resposta ao avanço das reações oxidativas que ocorrem durante o amadurecimento.

Carnelossi et al. (2004) observaram para frutos "de caída", valores elevados de sólidos solúveis (Tabela 6). Os teores de sólidos solúveis foram superiores, quando comparados com outros frutos tropicais, como goiaba, cajá e pitanga, os quais apresentam, respectivamente, 7,6; 8,5; e 3,8 °Brix. (YAMASHITA e BENASSI, 2000; MELO et al., 2000; MOREIRA et al., 2002).

Não houve diferença significativa entre os valores de acidez total mangaba foram de aproximadamente 0,72% de ácido cítrico e pH de 3,5, apresentando valores intermediários quando relacionados com outros frutos, como goiaba, a qual apresenta 0,41% de ácido cítrico (YAMASHITA e BENASSI, 2000) e cajá, com 1,56% de ácido cítrico e pH de 2,9 (MOREIRA et al., 2002).

Em relação aos parâmetros físicos estudados, não houve diferença significativa entre as amostras de frutos "de vez" e "de caída" (Tabela 6). Para atividade de água, verificou-se uma semelhança entre os frutos "de vez" e "de caída". Os teores de vitamina C para mangaba "de vez" mantiveram-se entre 250 e 300 mg de vit.C / 100 g, durante todo o período experimental.

Borges et al. (2000), desenvolveram um estudo de caracterização dos frutos da mangabeira. Os resultados mostraram que os altos conteúdos de sólidos solúveis totais associados com a alta acidez, além do sabor exótico, conferem à mangaba um sabor muito apreciado. A quantidade de açúcar em relação aos sólidos solúveis totais corresponde a, aproximadamente, 77%, e a de açúcares redutores em relação aos totais,

59%. O teor de compostos fenólicos, em média de 0,31%, é comparável ao encontrado no pedúnculo do cajueiro-anão precoce, um fruto bastante adstringente, se ingerido in natura (Tabela 07).

Tabela 6: Características físico-químicas dos frutos recém-colhidos de “mangaba caída” e “de vez” na região de Itaporanga D’Ajuda / SE.

Parâmetro	Estádio de Maturação	
	Fruta “de caída”	Fruta “de vez”
Vitamina C (mg/100g)	274,7 ± 8,0	252,7 ± 7,5
Sólidos solúveis (° Brix)	15,2 ± 1,0	13,1 ± 1,0
Acidez	0,7 ± 0,1	0,8 ± 0,1
pH	3,5 ± 0,1	3,5 ± 0,2
Atividade de água	0,988 ± 0,005	0,986 ± 0,006
Condutividade térmica	0,05 ± 0,04	0,04 ± 0,01
Resistividade térmica	26,9 ± 10,9	30,2 ± 7,8
Difusidade térmica	0,17 ± 0,04	0,18 ± 0,04

Fonte: Carnelossi et al. (2004).

Uma característica de fundamental importância para o consumo da mangaba é o elevado teor de ácido ascórbico presente na polpa, que a coloca entre as frutas consideradas como ricas fontes de vitamina C, mais que os cítricos, citados como referência com relação a essa vitamina.

Os conteúdos de amido (0,52%) e de pectina total (0,54%) sugerem que o uso de enzimas pode aumentar o rendimento na extração de suco dessa fruta.

A mangabeira é uma das mais importantes produtoras de matéria-prima para a agroindústria de sucos e sorvetes do Nordeste e Centro Oeste. Hoje, o volume de frutas que chega no mercado é menor que a procura. Nas regiões de maior ocorrência, muitas pessoas ganham o sustento informalmente com a coleta das mangabas e venda no mercado (BORGES et al., 2000).

Tabela 7: Caracterização física e físico-química dos frutos da mangabeira.

Características	Médias
Peso Total (g)	19,82
Sementes (%)	13,23
Casca + Polpa (%)	86,54
Comprimento (mm)	33,37
Diâmetro (mm)	30,12
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	16,72
Acidez Total Titulável (%)	1,77
Sólidos Solúveis / Acidez	9,51
pH	3,29
Açúcares Solúveis Totais (%)	12,98
Açúcares Redutores (%)	7,72
Amido (%)	0,52
Pectina Total (%)	0,54
Pectina Solúvel (%)	0,24
Pectinametilesterase (UAE)*	498,39
Poligalacturonase (UAE)*	17,33
Vitamina C Total (mg / 100g)	139,64
Fenólicos Solúveis em Água (%)	0,29
Fenólicos Solúveis em Metanol (%)	0,33
Fenólicos Solúveis em Metanol 50% (%)	0,31

* UAE = unidades de atividade enzimática.

Fonte: Borges et al. (2000).

3.2 Antioxidantes

Nos últimos anos vem aumentando as evidências científicas sugerindo que vários componentes presentes nos alimentos podem reduzir o risco de doenças crônicas e melhorar a saúde humana. Os antioxidantes têm ganhado muita importância por serem potenciais profliláticos e/ou agentes terapêuticos em muitas doenças (SPIGNO et al., 2007). Com isso, a literatura sobre antioxidantes expandiu-se tremendamente por causa da evidência que estes podem contribuir trazendo benefícios à saúde (WU et al., 2004).

Essas substâncias bioativas ou funcionais podem estar presentes naturalmente no alimento ou serem adicionadas aos alimentos industrializados (MELO et al., 2006). Este é o caso dos carotenóides, ácidos graxos ômega-3, fibras e antioxidantes naturais, como antocianinas e outros polifenóis (PRINCEN et al., 1992). Os compostos apresentam elevada estabilidade oxidativa, contem a propriedade de prevenir a oxidação de outras substâncias, como proteínas, ácidos nucleicos e lipídeos.

Os antioxidantes naturais podem ser divididos em substâncias nutrientes, nos quais se enquadram as vitaminas A, C, E, os carotenóides, entre outros. Todos participando, de alguma forma, na inibição do processo oxidativo deteriorativo, quer nos alimentos, quer no organismo animal ou humano; e em substâncias não nutrientes, nos quais são enquadrados principalmente os compostos fenólicos, que podem atuar de forma efetiva como antioxidantes, e estão presentes nos vegetais em número elevado de compostos (RIBEIRO et al., 2009).

Antioxidantes são substâncias, que presentes em pequenas concentrações, em comparação ao substrato oxidável, neutralizam os radicais livres e previnem os danos causados por eles. Estas substâncias podem reduzir os danos adversos, desintegrando os oxidantes antes que estes reajam com os alvos biológicos, impedindo assim as reações em cadeia ou a ativação do oxigênio a produtos altamente reativos (AZZI & DAVIES, 2004).

Em geral, os compostos fenólicos são multifuncionais como antioxidantes, pois atuam de várias formas: combatendo os radicais livres, pela doação de um átomo de hidrogênio de um grupo hidroxila (OH^\cdot) da sua estrutura aromática, que contem a capacidade de suportar um elétron desemparelhado pelo deslocamento deste ao redor de todo o sistema de elétrons da molécula; quelando metais de transição, como o Fe^{2+} e o Cu^+ ; interrompendo a reação de propagação dos radicais livres na oxidação lipídica; modificando o potencial redox do meio; reparando a lesão das moléculas atacadas por radicais livres (RIBEIRO et al., 2009).

Os compostos fenólicos estão presentes na maioria das frutas e hortaliças e possuem importante papel na proteção do organismo contra efeitos prejudiciais dos radicais livres e outras espécies reativas de oxigênio, protegendo desde o código genético (DNA) aos lipídios e, desta forma, podendo inibir as etapas iniciais de processos carcinogênicos (SCHLESIER et al., 2002).

Kuskoski et al. (2005), determinaram o conteúdo de compostos fenólicos totais, estimaram as antocianinas totais e a capacidade antioxidante de polpa de frutas comercializadas congeladas, aplicando os métodos espectrofotométricos mais citados na literatura para determinar a atividade antioxidante (ABTS, DPPH e DMPD). Neste estudo, buscou-se determinar a atividade antioxidante das polpas de frutas de maior consumo no mercado sul brasileiro (amora, uva, açaí, goiaba, morango, acerola, abacaxi, manga, graviola, cupuaçu e maracujá), aplicando o método ABTS com medidas em dois tempos (1 e 7 minutos), DPPH (30 e 60 minutos) e DMPD (10

minutos). Para a graviola foram obtidos valores elevados de fenóis totais: 84,3 mg / 100g e moderada atividade antioxidante, com sequestro de DPPH (30 min) em equivalentes de vitamina C=57,15.

Kuskoski et al. (2006) avaliaram a atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas de frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas, incluindo a graviola, com o objetivo de determinar a sua atividade antioxidante *in vitro* pelo método do DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) e compará-la com o conteúdo de polifenóis totais e antocianinas das polpas congeladas e comercializadas no sul do Brasil. Para a graviola encontraram alto índice de polifenóis totais (84,3 mg/100 g); a fruta também demonstrou alta capacidade antioxidante, apresentando 2,88 μ mol/g de atividade antioxidante equivalente ao Trolox (antioxidante sintético e hidrossolúvel similar à vitamina E). Em geral, os frutos analisados nesse experimento demonstraram correlação direta entre o conteúdo total de compostos fenólicos e a atividade antioxidante; concluindo-se que mesmo congelados os frutos e polpas mantiveram suas propriedades, podendo ser excelentes fontes de compostos fenólicos com capacidades antioxidantes.

Os valores referentes à atividade antioxidante determinada pelo ensaio DPPH, estão expressos em EC₅₀ (mg / mL), que corresponde à quantidade de extrato necessária para reduzir o radical DPPH em 50%; assim, quanto menor o EC₅₀, melhor é a capacidade antioxidante do extrato. Todos os extratos dos distintos resíduos de polpas de frutas apresentaram atividade em sequestrar o radical livre DPPH. O extrato hidroalcoólico do resíduo de goiaba apresentou a maior atividade antioxidante com valores de EC₅₀ de $142,89 \pm 4,85$ mg / mL, seguido pelo extrato hidroalcoólico (EC₅₀ de $308,07 \pm 0,75$ mg / mL) e pelo extrato aquoso (EC₅₀ de $386,46 \pm 1,41$ mg / mL) do resíduo de acerola. MELO et al. (2008), avaliando a capacidade antioxidante de frutas *in natura* pelo método de captura de radicais DPPH, classificaram as frutas em: forte poder antioxidante, quando degradavam acima de 70% dos radicais DPPH, incluindo a acerola nesta categoria; moderado poder antioxidante, quando degradavam entre 50 e 70% dos radicais DPPH, e de fraca atividade antioxidante, quando degradavam menos de 50% dos radicais DPPH, incluindo a goiaba nesta última categoria. Sabe-se que o resíduo da goiaba se constitui predominantemente de sementes.

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

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

Luna et al. (2009) avaliaram o potencial antioxidante da polpa industrializada e *in natura* da *Annona muricata* L. com o objetivo de fazer uma analogia entre a polpa industrializada da graviola e a polpa *in natura* da mesma sendo utilizados dois extratos (aquoso e etanólico) utilizando o método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil). Os autores concluíram que a polpa industrializada quando comparada com os extratos, aquoso e etanólico da polpa *in natura* da graviola, apresenta um potencial antioxidante maior que os demais, por apresentar um EC50 (concentração da amostra necessária para inibir 50% do radical) menor em relação aos outros; porém, observaram que os dois tipos de polpa só começaram a ser antioxidante a partir de 200 mg / mL CANUTO et al. (2010), determinaram níveis de fenólicos totais e sua correlação com a atividade anti-radical livre em quinze amostras de polpas de frutos procedentes da região Amazônica (abiu, acerola, açaí, araçá-boi, bacaba, bacuri, buriti, cajá, cajarana, caju, cupuaçu, graviola, murici, noni e tamarindo). A atividade de radicais livres foi avaliada pelo método de ABTS.

Os resultados para a graviola foram fenóis totais 0,6 mmol / L de ácido gálico e atividade antirradical livre equivalente ao Trolox 2,2 µmol / L de Trolox. Observou-se correlação entre atividade antirradical livre e teores de ácido ascórbico e, principalmente, compostos fenólicos totais.

Souza et al. (2011) determinaram a concentração dos compostos fenólicos dos resíduos de polpas de frutas tropicais acerola (*Malpighia emarginata* L.), goiaba (*Psidium guayaba* L.), abacaxi (*Ananas comosus* L.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), bacuri (*Platonia insignis*) e graviola (*Annona muricata* L.), bem como avaliaram a sua capacidade antioxidante *in vitro*, pelos métodos de captura de radicais DPPH e ABTS.

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

O crescente reconhecimento do valor nutricional e terapêutico das frutas tropicais está aumentando o consumo dessas frutas nos mercados doméstico e internacional. Diante disso, os frutos desempenham papéis importantes tanto economicamente, através da comercialização de seus produtos, quanto nutricionalmente, por meio de seu consumo (RUFINO et al., 2007). Diante desse aspecto, é de grande importância a determinação da presença significativa de compostos fenólicos totais e elevado potencial antioxidante na graviola, pois, de acordo com CANUTO et al. (2010), a caracterização física e química dos frutos e a quantificação dos seus componentes bioativos são importantes para o compreensão do seu valor nutritivo e para aumentar a qualidade e valor do produto final.

3.2.1 DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila).

Diversas técnicas têm sido utilizadas para determinar a atividade antioxidante *in vitro*, de forma a permitir uma rápida seleção de substâncias ou misturas potencialmente interessantes, na prevenção de doenças crônico-degenerativas. Dentre estes métodos destacam-se o método de sequestro de radicais livres, tais como DPPH (MARCO, 1968; MILLER, 1971).

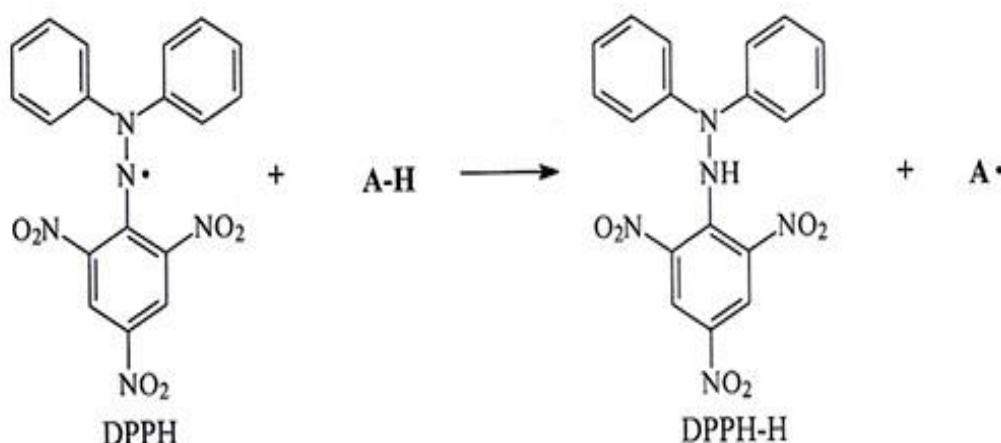
O teste DPPH é um dos mais antigos e mais frequentemente usado para determinação da capacidade antioxidante em extratos de alimentos. O teste é baseado na habilidade do antioxidante em doar um radical hidrogênio para o composto sintético nitrogenado DPPH (SUN et al., 2007).

Para preparação do DPPH, foi adotado procedimento proposto por Brand-Williams et al. (1995). O método está baseado na capacidade do DPPH em reagir com doadores de hidrogênio (Figura 4). Na presença de substâncias antioxidantes o mesmo

recebe H^+ sendo então reduzido. O radical DPPH é estável, de coloração púrpura, porém quando reduzido passa a ter coloração amarela.

O teste se baseia na diminuição na absorbância do radical 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl causada pela sua redução por uma substância antioxidante. Devido à presença de elétron ímpar, a solução contendo o radical DPPH tem uma cor violeta característica com absorção a 517nm.

Figura 4: Reação genérica entre o radical livre DPPH e um antioxidante.



Está baseado no descolorimento de uma solução composta por radicais estáveis DPPH de cor violeta quando da adição de substâncias que podem ceder um átomo de hidrogênio ou na transferência de elétrons de um composto antioxidante para um oxidante. Estas metodologias utilizam quantidades significativas de reagentes, padrões e amostras, e apresentam limitações em relação ao número de análises simultâneas que podem ser realizadas, (HUANG; PRIOR, 2005; BRAND-WILLIAMS et al., 1995).

A mudança gradual na coloração violeta até amarelo, e a diminuição na absorbância a 517 nm pode ser monitorada durante a reação. O método DPPH é usualmente interpretado de forma dependente da concentração de antioxidante necessária para diminuir a concentração inicial do radical de DPPH, logo há uma dependência da concentração inicial de DPPH (SUN et al., 2007).

Pode ser facilmente detectado por espectroscopia devido a sua intensa absorção na região visível. O ensaio é iniciado pela adição do DPPH e a amostra, em solução. A capacidade da amostra de reduzir o DPPH, ou seja, evitar sua oxidação é evidenciado pela porcentagem de DPPH restante no sistema. Então a porcentagem de DPPH restante

é proporcional à concentração de antioxidante (BRAND-WILLIAMS et al., 1995; BONDET et al., 1997).

O decaimento na absorbância do DPPH quando este está na presença de um antioxidante, é sinal que está ocorrendo à transferência do átomo de hidrogênio e isso pode ser visualizado com a mudança da cor de violeta para amarelo, e quanto mais forte for à capacidade antioxidante da amostra, mais amarelada ficará a solução (SUN et al., 2007).

Desta forma, avalia apenas o poder redutor do antioxidante, que ao doar um elétron se oxida, e por este motivo não detecta substâncias pró-oxidantes; (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

3.2.2 TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity).

O método TEAC é utilizado para determinação da capacidade antioxidante total. Pode ser usado em matrizes biológicas, como plasma, como também em componentes alimentares ou extratos de alimentos (VAN DEN BERG & HAENEN, 1999).

Avalia espectrofotometricamente a habilidade relativa das substâncias antioxidantes em capturar o cátion radical ABTS, 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiozolino-6-ácido sulfônico), quando comparada com uma quantidade padrão do antioxidante sintético Trolox (ácido 2-carboxílico-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano), solúvel em água (RE et al., 1999).

O Padrão Trolox (análogo da vitamina E) é frequentemente usado para a calibração deste método. O ensaio é baseado na neutralização do radical cátion ABTS formado pela oxidação deste radical (SCHLESIER et al., 2002).

A atividade dos compostos testados é expressa em valores TEAC, que é definido como a concentração de Trolox que possui a mesma atividade que 1 μM da substância antioxidante investigada. Os compostos são considerados ativos quando o seu valor de TEAC é próximo ao da quercetina, flavonóide usado como substância de referência (RE et al., 1999).

A diminuição da concentração do ABTS é linearmente dependente da concentração do antioxidante. Os resultados correlacionam-se muito bem com as propriedades redutoras dos polifenóis. O radical ABTS é fortemente absorvido no comprimento de onda de 700 a 750 nm (PRIOR & CAO, 2005).

3.2.3 ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*).

O ensaio ORAC foi desenvolvido inicialmente por Cao et al. (1993) e melhorado significativamente por Ou et al. (2002). No ensaio modificado, a fluoresceína substitui a ficoeritrina por ser muito mais estável durante o mesmo período de tempo.

O ensaio automatizado foi realizado no em fluorímetro de microplaca (Microplate Fluorescence Reader, Bio-Tek Instruments), com fixação de fluorescência; filtros fluorescentes criados para passara luz com um comprimento de onda de excitação de 540 nm e um comprimento de onda de emissão de até 565 nm.

A complexidade experimental e as limitações de se monitorar a cinética da reação de auto-oxidação dos lipídeos conduziram ao desenvolvimento de um método mais conveniente para se avaliar a capacidade antioxidante de uma amostra (OU et al., 2002).

O ORAC é um ensaio fluorimétrico, leva em consideração a etapa de propagação, que é essencial no auto-oxidação lipídica. Este ensaio utiliza um radical térmico para obter um fluxo constante de radicais peróxidos na solução. O antioxidante adicionado inibe ou retarda a oxidação. O ORAC tem os seguintes componentes:

- Um indicador radical azo, normalmente AAPH (2,2'-azobis (2-amidino-propane) dihydrochloride);
- Fluoresceína, para monitorar o progresso da reação;
- Antioxidante;
- Os parâmetros cinéticos da reação coletados durante um certo período de tempo, utilizados na quantificação da capacidade antioxidante (OU et al., 2002).

Na solução saturada com oxigênio, o radical gerado AAPH reage rapidamente com o gás oxigênio para gerar radical peróxido mais estável. A diminuição da fluorescência da fluoresceína é um indicativo de extensão dos danos ocorridos da reação com o radical peróxido. Na presença do antioxidante, o radical peróxido abstrai um átomo de hidrogênio do antioxidante para formar hidroperóxido (ROOH) e um radical antioxidante estável (ArO) é formado e os danos para a fluoresceína induzida pelo radical peróxido são inibidos (OU et al., 2002).

Nesse ensaio é possível analisar extratos hidrofílicos e lipofílicos.

As adaptações nas metodologias realizadas nos métodos de avaliação de atividade antioxidante utilizando microplaca permitiram a realização de múltiplas

análises simultâneas, além de minimizar significativamente o uso de reagentes e amostras.

3.2.4. Compostos Fenólicos Totais

Muitas pesquisas revelaram que os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante nos frutos. A quantidade final de fenólicos totais pode estar influenciada por fatores como: a maturação, a espécie, práticas de cultivo, origem geográfica, estágio de crescimento, condições de colheita e processo de armazenamento (SOARES et al., 2008; VIEIRA, 2009; SOUSA et al., 2010).

Métodos para medição do conteúdo de fenólicos totais e determinação da capacidade antioxidante são geralmente baseados na possibilidade dos compostos fenólicos agirem como agentes redutores e fornecedores de hidrogênio ou elétron (STRATIL et al., 2007).

Além disso, a quantidade de fenólicos presentes nos vegetais pode variar de acordo com fatores que não são intrínsecos ao alimento, como radiação solar, época do ano, períodos chuvosos ou não, radiação UV, entre outros fatores, podem interferir no metabolismo e produção de fenólicos nos alimentos (MACHADO et al., 2008).

O método Folin & Ciocalteu é comumente utilizado na determinação de componentes fenólicos em extratos de plantas e sucos (STRATIL et al., 2007). Ele é baseado na redução dos reagentes pelos componentes fenólicos presentes nas amostras, até a formação concomitante de um complexo com coloração azul, cuja intensidade aumenta linearmente a 760 nm (ROESLER et al., 2007).

Outro fator importante é pelo fato desta medida ser realizada a 760 nm, um comprimento muito alto, em que há maior probabilidade de interferência por outros compostos. Este método baseia-se numa reação de redução muito generalizada, fazendo com que um grande número de substâncias possam interferir na análise, tais como: compostos orgânicos, ácido ascórbico, ácidos orgânicos, açúcares (frutose e sacarose), Fe (II), adenina, adenosina, citosina, guanina, ácido oléico, proteínas, dentre outras (PRIOR & CAO, 2005).

3.2.5. Fenóis e Flavanóides Totais

Atualmente, o interesse no estudo dos compostos fenólicos e flavanóides têm aumentado muito devido, principalmente, à habilidade antioxidante destas substâncias em sequestrar radicais livres, os quais são prejudiciais à saúde humana (DORMAN et al., 2003). As propriedades biológicas dos compostos fenólicos estão relacionadas com a atividade antioxidante que cada fenol exerce sobre determinado meio.

Os antioxidantes podem ser divididos em duas classes: os com atividade enzimática e os não enzimáticos. No primeiro grupo estão os compostos capazes de inibir a iniciação da oxidação, ou seja, as enzimas que removem as espécies reativas ao oxigênio. No segundo grupo, estão às moléculas que interagem com as espécies radicalares e são consumidas durante a reação. Neste grupo incluem-se os compostos fenólicos (MARIOD et al., 2009; MOREIRA e MANCINI FILHO, 2003).

Os compostos fenólicos são substâncias amplamente distribuídas no reino vegetal, em particular nos frutos e em outras partes dos vegetais. São moléculas heterogêneas que apresentam em sua estrutura vários grupos benzênicos característicos, substituídos por grupamentos hidroxilas (OLIVEIRA et al., 2009; ANGELO et al., 2007; HERNÁNDEZ & PRIETO GONZÁLES, 1999).

Essas substâncias agem como antioxidantes não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também por causa de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de ácidos graxos e de óleos (ALI et al., 2009; CUVELIER et al., 1992 ; MAILLARD et al., 1996).

Os flavonóides representam uma contribuição importante ao potencial antioxidante da dieta. Estudos epidemiológicos mostraram haver uma relação entre o consumo de frutas e verduras e a proteção contra vários tipos de câncer (BLOCK, 1992; ZEIGER, 1991) doenças isquêmicas (FALLER e FIALHO, 2009) e diabetes (COLDITZ, 1992). Embora outros estudos sejam necessários, principalmente acerca do mecanismo de ação, absorção, metabolização, excreção e toxicidade, pode-se dizer que as frutas podem trazer efeitos benéficos ao organismo humano (FIGUEIREDO et al., 2008; ANJO, 2004; GRAMEZZI et al., 1990).

Segundo Heim et al. (2002) os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos. Embora, a vitamina C seja considerada como o maior contribuinte na atividade antioxidante, Sun et al. (2002) demonstraram que sua

contribuição para esta atividade é baixa e afirmaram que a maior contribuição para o sequestro de radicais livres em frutos se deve à presença de compostos fitoquímicos, como os flavonoides e os carotenoides, em sua composição.

Alguns estudos *in vitro* demonstraram que a atividade antioxidante dos flavonoides é maior que a das vitaminas E e C (RICE-EVANS et al., 1996).

3.3 Açúcares Totais

A análise de açúcares totais como glicose é, constantemente, realizada em laboratórios de Indústrias Alimentícias (SILVA et. al., 2003). A quantificação desses açúcares é importante para o controle de qualidade de bebidas, proporcionando bebidas com qualidade sensorial harmônica.

O método DNS fundamenta-se nas reações dos açúcares redutores e totais com o ácido 3-5 dinitrossalicílico que é reduzido para o ácido 3-amino-5-nitrossalicílico. Na análise de alimentos, a identificação do açúcar ou açúcares presentes quase sempre depende da natureza do produto. E muitos casos, os métodos físicos são suficientes para sua determinação. Em outros casos, torna-se necessária uma separação dos açúcares componentes (por cromatografia) e não obstante, pode-se também fazer uma análise por métodos químicos.

3.4 Açúcares e Ácidos Orgânicos por CLAE

Açúcares e ácidos orgânicos são componentes naturais de muitas frutas e vegetais que desempenham papéis importantes na manutenção da qualidade dos frutos e determinam o valor nutritivo (ASHOOR et al., 1982).

Os ácidos orgânicos presentes nas frutas são responsáveis pelo sabor e aroma do produto, além de açúcares, ácidos, sais minerais, vitaminas e pigmentos. Esses ácidos são amplamente usados na indústria de alimentos como aditivos e antioxidantes, tendo um papel protetor contra várias doenças (SILVA et al., 2004).

A natureza e a concentração destes constituintes em frutas têm sido de interesse por causa de sua influência importante sobre as propriedades organolépticas, razão pela qual, analistas de alimentos e fisiologistas de plantas têm se interessado em mudanças na natureza e quantidades dos vários componentes químicos que ocorrem durante o amadurecimento nas partes comestíveis de frutas (WROLSTAD, 1981).

Numerosos estudos têm sido relatados sobre o metabolismo e fisiologia de muitos frutos, incluindo açúcar e ácido orgânico. Relações entre esses compostos e amadurecimento dos frutos têm sido extensivamente estudadas em algumas frutas, tais como pêssego (CHAPMAN et al., 1990), caqui (AYAZ et al., 1998), maçã (ACKERMAN et al., 1992) e morango (PÉREZ et al., 1992).

As quantidades relativas e a presença ou ausência de cada composto tem sido considerado útil em estudos taxonômicos (COPPOLA et al., 1986; SILVA et al., 2002; VALENTÃO et al., 2005), para a determinação do teor de frutas e derivados de frutas e também avaliar o processamento de alimentos (SILVA et al., 2002).

3.5 Liofilização

O desenvolvimento de técnicas de secagem de frutas para reduzir os desperdícios e as perdas pós-colheita, vem adquirindo uma atenção especial, principalmente para o ramo das frutas, no qual permite torná-las um veículo adequado de nutrientes e vitaminas, enriquecendo produtos existentes no mercado ou criando novos produtos isentos de conservantes.

A liofilização ou crio-secagem ou crio-desidratação (freeze-drying) constitui um processo de desidratação em que a água, ou outro solvente do produto, previamente congelado, passa diretamente do estado sólido para o gasoso (sublimação), em condições especiais de temperatura e pressão. Para isto, faz-se necessário que a temperatura e a pressão parcial de vapor d'água sejam inferiores às do ponto triplo, isto é, 0,0099°C e 4,58 mmHg (BOSS, 2004; PEREDA, 2005).

De acordo com Marques (2009) e Pereda (2005), a técnica consiste em três estágios principais:

1- Congelamento: o produto a ser liofilizado é congelado a baixas temperaturas, geralmente menor que -18° C. O desempenho global da liofilização e a qualidade do produto final dependem significativamente deste estágio. Uma vez que, o tamanho e homogeneidade dos cristais de gelo formados, definem a forma, a distribuição, o tamanho e a conectividade dos poros da camada seca formada pela sublimação, influenciando, conseqüentemente, os parâmetros que caracterizam a transferência de calor e massa no produto durante a secagem primária e secundária.

2- Secagem primária: nesta fase a água congelada é removida por sublimação. E para que isso ocorra, o material congelado deve permanecer a uma temperatura inferior

a -10 °C e a uma pressão absoluta de 2 mmHg ou menos. Nessa etapa da liofilização é removida cerca de 90% da umidade inicial do produto.

3- Secagem secundária: Consiste na retirada de água que está ligada à estrutura do material, quando não existe mais água na forma de gelo. Ocorre com velocidade menor que a sublimação, já que o teor de umidade é menor e a água não está livre (5% a 10% do total de água do material). Isto acontece ao aumentar a temperatura para um valor 20 e 50 °C, mantendo-se a pressão baixa, até que a umidade residual seja baixa o suficiente (entre 2,0% e 10%) para manter a estabilidade do produto por longo tempo.

Por trabalhar com baixas temperaturas e, geralmente, sob vácuo, esse processo é recomendado para materiais termossensíveis como: materiais biológicos (fungos, enzimas, tecidos), farmacêuticos (antibióticos, vacinas, soros) e alimentos (sucos, carnes, legumes, frutas), gerando produtos de qualidade superior quando comparados ao obtidos em outras técnicas de secagem (MARQUES, 2009).

3.6 Farinhas das Frutas

O cultivo do desperdício parece fazer parte da cultura do Brasil, pois diariamente recursos naturais, financeiros, oportunidades e até alimentos são literalmente atirados na lata do lixo, sem nenhuma perspectiva de retorno. Tal fato provoca não só perdas irre recuperáveis na economia como também ajudam para o desequilíbrio do abastecimento, diminuindo assim a disponibilidade de recursos para a população (BORGES, 1991).

Desde o início da década de 1970, uma alternativa, que vem ganhando corpo, é o aproveitamento de resíduos como matéria-prima para a produção de alimentos processados perfeitamente passíveis de serem incluídos na alimentação humana. Trata-se, sem sombra de dúvidas, de uma proposta plausível e concreta, visto que esses resíduos representam extraordinária fonte de materiais considerados estratégicos para algumas indústrias brasileiras (OLIVEIRA, 2002).

O aproveitamento dos resíduos do processamento de frutas tropicais é uma alternativa para a redução dessas perdas e tende a contribuir para o desenvolvimento da agroindústria do país. O volume de perdas pós-colheita é bastante considerável, o que evidencia claramente a importância e a necessidade da ampliação e busca de novos conhecimentos relativos ao aproveitamento destas frutas, onde a consequente

minimização das perdas, pelo emprego de técnicas adequadas, trará benefícios de grande valia a todos os segmentos da cadeia produtiva (CHITARRA, 2005).

Embora largamente desperdiçados, pesquisas revelam que resíduos vegetais são importantes fontes de nutrientes que poderiam ser aproveitados como uma forma economicamente viável para o aumento do valor nutritivo de vitaminas e minerais da dieta. Tais resíduos são obtidos durante as etapas do processamento para produção da polpa de fruta, no qual são recolhidos os materiais não-aproveitados nesta atividade, tais como as frutas refugadas, cascas e centros das frutas, as sementes, os caroços e o bagaço (EMBRAPA, 2003).

Uma alternativa é a transformação destes resíduos em pós alimentícios ou farinhas, que além de possuírem diversos componentes, tais como: fibra, vitaminas, minerais, substâncias fenólicas e flavonóides, apresentam efeitos benéficos à saúde e podem ser utilizados como ingrediente na produção de diferentes produtos como bebidas, sobremesas, derivados do leite, biscoitos, massas e pães.

Além da concentração dos valores nutricionais, observou-se que as farinhas de frutas apresentam como vantagens uma boa conservação e diferenciadas propriedades físicas e químicas, o que permite uma ampla gama de aplicações. Também é importante citar que é um produto natural e requer a utilização de equipamentos de fácil manuseio (SANTANA & SILVA, 2008).

De acordo com as pesquisas, pode-se afirmar que grande parte dos alimentos formulados com resíduos de frutas apresenta uma elevada aceitabilidade, servindo de incentivo para o desenvolvimento de um número cada vez maior de pesquisas nesta área. Fluxogramas foram desenvolvidos para a utilização dos resíduos do processamento de frutas, baseados em processos pré-existentes de: pesagem, mistura, modelagem, queima, resfriamento e empacotamento.

A utilização da farinha produzida de resíduos ajuda reduzir os custos e o preço do produto para o consumidor. Além de ser uma alternativa viável para resolver o problema do desperdício dos resíduos, devido à preocupação ambiental.

3.7 Cromatografia

Foi o botânico russo, Mikhail Semenovich Tswett quem inventou a primeira técnica cromatográfica em 1900 durante suas pesquisas sobre a clorofila. Ele usou uma coluna de absorção líquida contendo carbonato de cálcio para separar pigmentos de folhas de plantas. Em 1952, Archer John Porter Martin e Richard Laurence Millington Synge ganharam o Prêmio Nobel de Química pela invenção da cromatografia de partição. Desde então, a tecnologia tem avançado muito (COLLINS, BRAGA & BONATO, 1997).

Entre os métodos de análise, a cromatografia ocupa um lugar de destaque devido a sua facilidade em efetuar a separação, identificação e quantificação das espécies químicas, por si mesma ou em conjunto com outras técnicas instrumentais de análise, como, por exemplo, a espectrofotometria ou a espectrometria de massas (COLLINS, BRAGA & BONATO, 1997).

A cromatografia envolve uma série de processos de separação de misturas. Acontece pela passagem de uma mistura através de duas fases: uma estacionária e outra móvel. A grande variabilidade de combinações entre a fase móvel e estacionária faz com que a cromatografia tenha uma série de técnicas diferenciadas (HURST & MARTIN JR, 1997).

Esta separação depende da diferença entre o comportamento dos analitos entre a fase móvel e a fase estacionária. A interação dos componentes da mistura com estas duas fases é influenciada por diferentes forças intermoleculares, incluindo iônica, bipolar, apolar, e específicos efeitos de afinidade e solubilidade (HURST & MARTIN JR, 1997).

Durante a passagem da fase móvel sobre a fase estacionária, os componentes da mistura são distribuídos entre as duas fases, de tal forma que cada um dos componentes é seletivamente retido pela fase estacionária, resultando em migrações diferenciais destes componentes, a fase estacionária pode ser um sólido ou um líquido enquanto que a fase móvel poderá ser um fluido líquido, um gás ou um gás em condições supercríticas (acima da temperatura crítica e a altas pressões). Se a fase móvel for um líquido, denominar-se-á a técnica de cromatografia a líquido ou cromatografia em fase líquida. Se a fase móvel for um gás ou um vapor, será cromatografia a gás ou cromatografia em fase gasosa (COLLINS, BRAGA & BONATO, 2006).

A Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) é uma técnica de separação que, em menos de trinta anos, passou a ser um dos métodos analíticos mais utilizados para fins qualitativos e quantitativos. As razões para este crescimento estão relacionadas à sua adaptabilidade para determinações quantitativas com boa sensibilidade, a possibilidade de separar espécies não voláteis e termicamente instáveis, com destaque para a indústria farmacêutica, bem como as suas aplicações em determinações ambientais e em muitos outros campos da ciência, como o da medicina (COLLINS, BRAGA & BONATO, 2006).

Sistemas de CLAE consistem de uma fase estacionária de menor polaridade e uma fase móvel de maior polaridade, enquanto a fase normal tem as polaridades invertidas. Estas fases apresentam várias vantagens, tais como: uso de fases móveis menos tóxicas e de menor custo, como metanol e água; fases estacionárias estáveis de muitos tipos diferentes; rápido equilíbrio da coluna após a mudança da fase móvel; facilidade de empregar eluição por gradiente; maior rapidez em análises e boa reprodutibilidade dos tempos de retenção. Além disso, são muito aplicadas à separação de solutos de diferentes polaridades, massas molares e funcionalidades químicas. Os componentes de um cromatógrafo líquido são: bomba, coluna cromatográfica, detector e o registrador. É um método utilizado para separação de espécies iônicas ou macromoléculas e compostos termolábeis (COLLINS, BRAGA & BONATO, 1997).

3.8 Determinação de Açúcares e Ácidos Orgânicos por CLAE

Análises por CLAE têm sido utilizada para determinação de açúcares em diversos tipos de alimentos e bebidas, como sucos, sorvetes, frutas, vegetais e chocolates (HURST & MARTIN JR, 1997).

Vários métodos têm sido publicados para determinação de açúcares e ácidos orgânicos em alimentos tais como o queijo, tomate, feijão verde, café moído, frutas como damascos, kiwi, maçãs, peras, figos, amora, groselha preta, maracujá, sucos de frutas e vinhos (SACCANI et al., 1995; HIROSHI, 2000; BAD OUD e PRATZ, 1986). Alguns desses métodos são baseados pelo uso dos sistemas de Cromatografia Gasosa ou Cromatografia Líquida às vezes, com a quantificação simultânea de ambos os açúcares e ácidos. Para sucos de frutas, métodos baseados em análise de Cromatografia Gasosa estão disponíveis (MOLNAR & MORVAI, 1992), que, apesar

de uma excelente separação e sensibilidade, precisa de passos de derivatização, que além de demorado, muitas vezes necessita agentes tóxicos.

As altas temperaturas necessárias para essas análises podem levar a artefatos e amostra decomposição. Recentemente, tem havido um grande esforço de investigação na determinação de ácidos orgânicos em várias frutas e sucos de frutas por CLAE (WU et al., 2005).

Shui & Leong, (2002), utilizaram a CLAE com detector de arranjo de díodos, a 215 nm para a determinação de ácidos orgânicos em sucos de frutas. Ácidos orgânicos foram determinados em sucos cítricos usando detector UV-VIS em 214 nm, utilizando como fase móvel o ácido fosfórico. Em geral etanol e água foram utilizados para a extração de ácidos carboxílicos da matriz da amostra.

Diversos estudos mostraram que os métodos por CLAE são muito mais práticos, rápidos e simples no manuseio da amostra, mais facilmente interpretados, pois cada açúcar origina somente um pico (ADAMS et al., 1999). Além disso, a técnica de cromatografia é a mais empregada pela simplicidade, rapidez e estabilidade do método, bem como a dos compostos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

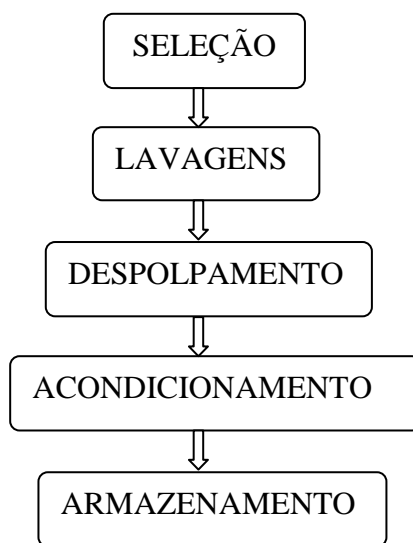
4.1.1 Frutos

Os frutos de acerola (*Malpighia emarginata*), graviola (*Annona muricata L*) e mangaba (*Hancornia speciosa*) foram adquiridos no Mercado Central de Aracaju-SE e selecionados de acordo com o estado de maturação e conservação. As frutas foram adquiridas com o mesmo fornecedor de acordo com a realização dos experimentos, em razão da sua elevada perecibilidade. Em seguida, foram acondicionados em sacos plásticos e transportados até o Laboratório de Flavor e Análises Cromatográficas (LAF) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) em caixa de isopor contendo gelo.

4.1.2 Obtenção das Polpas *in natura*

As polpas dos frutos de acerola, graviola e mangaba foram obtidas de acordo com as etapas apresentadas no fluxograma:

Figura 5. Fluxograma do despulpamento dos frutos.



Seleção: Os frutos foram classificados de acordo com critérios de aparência e textura por estádios de maturação, e retirados os frutos estragados e defeituosos;

Lavagem: Os frutos foram imersos em água potável para retirar as sujeiras mais grosseiras e depois imersos em solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm, por cinco minutos. Em seguida enxaguados em água potável para retirar possível sujeira que ainda possa ter permanecido;

Despulpamento: A obtenção da polpa dos frutos foi realizada em um despulpador industrial de pequeno porte, da marca Mondial Juicer CF-02;

Acondicionamento: As polpas foram acondicionadas em embalagens plásticas tipo PET;

Armazenamento: As polpas foram armazenadas sob congelamento a -18 °C.

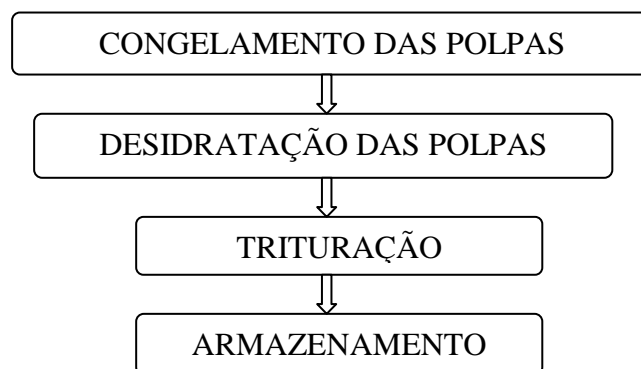
4.1.3 Obtenção das Polpas Liofilizadas

A liofilização foi realizada com a polpa congelada à temperatura de -20 °C. Para obter o congelamento da mesma, à temperatura supracitada, foi utilizado um freezer convencional. Para desidratar a polpa foi utilizado o equipamento Liotop modelo L 108, a uma temperatura de -50 °C e vácuo parcial de 38 µm Hg durante 28 h. Após a retirada do liofilizador, as amostras foram trituradas em multiprocessador doméstico (Arno,

Magiclean Dueto LN507311) para a obtenção dos pós. Em seguida foram acondicionadas em embalagem de polietileno laminada para a realização das análises.

O fluxograma para obtenção das polpas liofilizadas é apresentado na Figura 6.

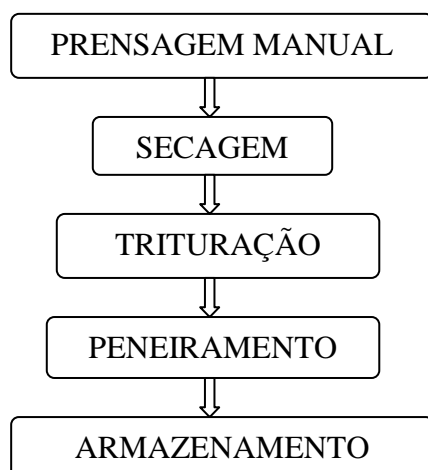
Figura 6. Fluxograma da liofilização das polpas das frutas.



4.1.4 Obtenção das Farinhas das Frutas

O bagaço da fruta, obtido no processo de despolpamento, foi prensado manualmente usando saco de algodão, asséptico, espalhado em bandejas de alumínio e submetido, inicialmente, à secagem em estufa a uma temperatura de 50 °C. Em seguida, o material era revolvido e novamente colocado em estufa em temperaturas entre 50 °C e 70 °C. Para a obtenção da farinha, esse material desidratado era moído em moinho de facas Tecnal tipo Willye TE-650, e peneirado em peneira de 20 mesh até a obtenção de um pó fino e uniforme. Em seguida foram acondicionadas embalagens plásticas tipo PET, para a realização das análises. O fluxograma para obtenção da farinha do bagaço das frutas é apresentado na Figura 7.

Figura 7. Fluxograma para obtenção da farinha das frutas.



4.1.5 Reagentes

A água utilizada para o preparo das amostras e soluções foi purificada em sistema Milli-Q Integral 5 (Millipore). Os reagentes utilizados foram de grau analítico e grau HPLC:

AAPH (2,2'-azobis (2-amidinopropane) hydrochloride);

ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid);

Acetonitrila;

Ácido fórmico;

Ácido gálico;

Carbonato de sódio;

DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl);

Etanol;

Fluoresceína;

Folin-Ciocalteu;

Fosfato de potássio dibásico;

Fosfato de potássio monobásico;

Metanol;

Persulfato de Potássio;

TROLOX (ácido-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico).

Os padrões de ácidos orgânicos e açúcares foram adquiridos da Sigma-Aldrich (USA). Os solventes e a fase móvel de grau cromatográficos foram filtrados em sistema a vácuo.

Os principais equipamentos utilizados neste estudo: agitador tipo Vórtex (GOMIXER, MX-F); balança analítica (SHIMADZU-AY220); banho-Maria (TECNAL- TE 0541); centrífuga refrigerada (CENTRIFUGE 5810R); cromatógrafo líquido 20 AT (SHIMADZU); detector de arranjos de diodos SPD-M20A (SHIMADZU); espectrofotômetro (UV-MINI 1800, SHIMADZU); espectrofotômetro de micro placa (BIOTRAKMOLECULAR DEVICES); espectrômetro de massas 500 MS (VARIAN); fluorímetro de microplaca (Microplate Fluorescence Reader, BIO-TEK INSTRUMENTS); paquímetro (Universal Quadrimensional - 200mm - Leit. 0,05mm – Digimess); peagâmetro digital (OREON 3 STAR); pipetadores automáticos (EPPENDORF); refratômetro (Marca Uricon); sistema purificador de água (PURELAB); software de controle e aquisição de dados CBM-20A (SHIMADZU); ultrassom.

4.2 MÉTODOS DE ANÁLISE

4.2.1 Características Físicas

As análises para a caracterização física dos frutos, acerola, graviola e mangaba, foram realizadas mediante pesagens individuais em triplicata, em vidro de relógio, em balança analítica (SHIMADZU-AY220), para avaliação do peso total da fruta. O diâmetro e o comprimento dos frutos foram medidos empregando o paquímetro (Universal Quadrimensional - 200mm - Leit. 0,05mm – Digimess).

4.2.2 Características Físico-Químicas

4.2.2.1 pH

As determinações do pH foram realizadas, colocando as amostras em béqueres, através de leitura direta, em um aparelho equipado com eletrodo de vidro (Marca

Moriem, Modelo MPAQ 10), calibrado periodicamente com soluções padrão de pH 4,0 e pH 7,0, segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz, (método 017/IV, 2008). As análises foram realizadas em triplicata.

4.2.2.2 Sólidos Solúveis (°Brix)

A determinação do índice de refração foi feita utilizando-se refratômetro digital (Marca Uricon), previamente calibrado com água destilada. As amostras das polpas das frutas eram colocadas diretamente no aparelho, e os valores obtidos em °Brix [metodologia descrita por Instituto Adolfo Lutz, (Método 10/IV, 1985)]. As análises foram realizadas em triplicata.

4.2.2.3 Atividade de Água

Para a avaliação da atividade de água (aw), utilizou-se o aparelho higrômetro, AQUALAB, que utiliza a técnica de determinação do ponto de orvalho em espelho encapsulado para medir a atividade de água de um produto. Esta técnica é originária da medida de umidade relativa aprovada pelo AOAC (Associação de Químicos Analistas), (1992). Valores médios da atividade de água foram obtidos, das polpas *in natura* dos frutos acerola, graviola e mangaba, em diversas temperaturas. As análises foram realizadas em triplicata.

4.2.3 Característica Química

4.2.3.1 Vitamina C

A vitamina C, ou ácido ascórbico, foi determinada pelo método de Tillmans conforme descrito pelo Instituto Adolf Lutz, (2005). Este método é recomendado para amostras com baixo teor de vitamina C, e baseia-se na redução do corante sal sódico de 2,6-diclorofenol indofenol sódico, utilizando-se ácido metafosfórico, ácido acético e bicarbonato de sódio, por uma solução ácida de vitamina C (solução da amostra). Os resultados são expressos em mg de vitamina C / 100 g da polpa da fruta, farinha dos

resíduos da fruta ou polpas das frutas liofilizadas. As análises foram realizadas em triplicata.

4.2.4 Atividade Antioxidante *in vitro*

4.2.4.1 Obtenção dos extratos fenólicos

A extração de fenólicos foi realizada em tubos de ensaio, utilizando-se 10,0 mg das amostras de polpas e farinhas dos frutos acerola, graviola e mangaba e diluídas em 1,0 mL dos solventes etanol, metanol e água, sendo obtidos os extratos etanólico, metanólico e aquoso por extração sequencial e em triplicata. Foram homogeneizadas em vórtex por um minuto e deixadas no ultrassom por 30 min.

4.2.4.2 DPPH

A atividade antioxidante foi determinada seguindo o protocolo descrito por Thaipong et al. (2006). A reação ocorre pela mistura de 200 µL de amostra (ou Trolox) com 1000 µL de DPPH, em tubos de ensaio, na concentração de 0,004%. O branco adicionou 200 µL de etanol com 1000 µL do radical. A leitura foi realizada no espectrofotômetro, após 30 min. de incubação no escuro, a 517 nm.

Para o cálculo da % de inibição utilizou-se a fórmula:

$$\% \text{ Inibição} = [(\text{ABS}_{\text{DPPH}} - \text{ABS}_{\text{EXTR.}}) / \text{ABS}_{\text{DPPH}}] \times 100$$

onde:

ABS_{DPPH} = Absorbância da Mistura de 1000 µL de DPPH com 200 µL de Etanol.

$\text{ABS}_{\text{EXTR.}}$ = Absorbância da Mistura de 1000 µL de DPPH com 200 µL de Extrato.

As análises foram realizadas em triplicata e em seguida, foi construída a curva do padrão Trolox. O resultado final foi expresso em µM Trolox equivalentes por 100 g de “fruta fresca” ou “ farinha dos resíduos das frutas”.

4.2.4.3 TEAC

A atividade antioxidante foi medida pelo método TEAC baseada no método descrito por Le et al., (2007), preparado pela reação de oxidação do radical cátion $ABTS^+$ com 140 μM de persulfato de potássio, que é altamente sensível, em água ultra-pura, em balão volumétrico de 10 ml. Esta solução foi mantida ao abrigo de luz por, no mínimo 16 h, para a formação total de radicais.

A solução de trabalho do $ABTS^+$ foi obtida diluindo a solução estoque em solução tampão fosfato (STF) pH 7,4, acompanhando a absorbância a 750 nm em espectrofotômetro de micro placa (Biotrakmolecular Devices), até atingir absorbância entre 0,39-0,42.

Para a análise, 10 μL de amostra foi previamente diluída em STF 7,4 e foi adicionada à microplaca e, em seguida, 190 μL de $ABTS^+$. A medida da absorbância foi feita a cada 12 s durante 6 min. A análise foi realizada em triplicata. Com a microplaca foi possível realizar, simultaneamente, análises de várias amostras e padrões em uma só placa. As leituras no leitor de microplaca são automáticas e sequenciais, ocorrendo maior precisão. O leitor de microplaca ao final do período do ensaio reproduz os resultados das leituras em planilhas, evitando-se assim erros nas leituras das amostras. Desta forma, a adaptação de ambas as metodologias para realização em microplacas com leituras automatizadas mostrou-se extremamente vantajosa.

Foi construída uma curva com o padrão Trolox, porcentagem (%) de redução versus concentração de Trolox. Os resultados foram expressos em μM Trolox equivalentes por grama de extrato. Para o cálculo da % de inibição foi utilizada a fórmula:

$$\% \text{ Inibição} = [(ABS_{ABTS} - ABS_{extrato}) / ABS_{ABTS}] \times 100$$

onde:

ABS_{ABTS} = Absorbância da Solução do $ABTS$.

$ABS_{EXTR.}$ = Absorbância de Extrato.

4.2.4.4 ORAC

A atividade antioxidante foi determinada utilizando-se fluoresceína como molécula fluorescente em fluorímetro de microplaca (Microplate Fluorescence Reader, Bio-Tek Instruments). Este equipamento foi programado para que a leitura ocorra a cada um minuto, durante 80 min. E o analisador programado para gravar a fluorescência a cada minuto após a adição de AAPH. As metodologias de Cao et al., (1993) e melhorado significativamente por Ou et al., (2002) foram previamente adaptadas para a realização em microplacas, de forma a reduzir a quantidade de reagentes e amostras necessárias, aumentar o número de análises simultâneas e permitir a automatização das leituras de absorbância. Foram utilizados filtros 520 nm de emissão e 485 nm de excitação. A microplaca contendo a amostra foi incubada por 15 min. à temperatura 37 °C. Foram analisadas três diluições diferentes, quantificando a média e o coeficiente de variância (CV) entre as diluições. O CV máximo permitido é de 12%; caso contrário, a análise será repetida. No ORAC hidrofílico foi misturado 20 µL de extrato, 120 µL de fluoresceína (0,4 µg/mL) e 60 µL do radical AAPH na concentração de 108 mg/mL. Para a realização das leituras, foram feitas diluições dos extratos em solução tampão fosfato (75 mM com pH 7,4). Para o preenchimento da microplaca do fluorímetro, em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 25 µL do branco (tampão fosfato), para cada diluição da amostra, para uma microplaca preta de 96 poços, colocando-se cada concentração em um poço distinto, em ordem crescente de concentração e no sentido em que o equipamento realizava as leituras. Foram utilizadas quatro repetições para o branco e cada concentração da curva e seis repetições para cada concentração da amostra, devido à possibilidade de erros durante a leitura. Cada diluição foi analisada em triplicata. Os resultados finais foram calculados usando as diferenças das áreas sob as curvas entre uma placa e uma amostra. Para os cálculos foi utilizada a fórmula da área abaixo da curva (AUC):

$$AUC = 1 + f_2/f_1 + f_3/f_1 + f_4/f_1 + f_n/f_1$$

Onde: f_1 = leitura da fluorescência no tempo 1 minuto,

f_2 = leitura da fluorescência no tempo 2 minutos e

f_n = leitura da fluorescência no tempo 80 minutos.

As análises foram realizadas em triplicata e o resultado final é expresso em μmol de equivalente Trolox por 100 gramas de “fruta fresca” ou “farinha dos resíduos das frutas”.

4.2.4.5 Compostos Fenólicos Totais

A determinação do conteúdo de compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com o método de Folin & Ciocalteu, descrito por Roesler et al. (2007). Os extratos foram preparados segundo metodologia descrita (ROESLER et al., 2007) realizando-se duas extrações: aquosa e etanólica. A extração aquosa foi realizada com as polpas *in natura* e nas farinhas dos resíduos das frutas utilizando-se água destilada, e a extração etanólica foi realizada com as polpas *in natura* e nas farinhas dos resíduos das frutas utilizando etanol. O extrato foi preparado na concentração de 0,5 mg/mL, ultrassonificado por duas horas e filtrado, caso seja necessário.

A curva de calibração com ácido gálico foi preparada para quantificação de compostos fenólicos conforme descrito (ROESLER et al. 2007). Uma solução mãe de ácido gálico foi preparada solubilizando-se 50 mg do ácido em 100 ml de etanol. A partir dessa solução, foram feitas diluições e alíquotas de 1 ml de solução etanólica de ácido gálico com as seguintes concentrações: 0,024; 0,075; 0,09; 0,105 (mg / mL), foram adicionadas de 2,5 ml de reagente aquoso de Folin-Ciocalteu (10%) e 2 ml de solução aquosa de carbonato de sódio 7,5%. A reação ocorre em tubos de ensaio, pela mistura de 0,5 mL do extrato, 2,5 mL Folin-Ciocalteu (10%) e 2,0 mL carbonato de sódio (7,5%). Em seguida, os tubos contendo as soluções foram incubados por 5 minutos, em banho-maria a 50 °C. Resfriadas as alíquotas, foram realizadas as leituras em espectrofotômetro a 760nm, conforme (ROESLER et al. 2007). Os resultados foram expressos em miligrama de equivalente de ácido gálico, por 100 gramas de “fruta fresca” ou “farinha dos resíduos das frutas” (mg EAG / 100 g de “fruta fresca” ou “farinha dos resíduos das frutas”). As análises foram realizadas em triplicata e os cálculos foram baseados na curva de calibração obtida com ácido gálico.

4.2.4.6 Fenóis e Flavonóides Totais

4.2.4.6.1 Obtenção dos extratos para Fenóis e Flavonóides Totais

A extração de fenóis e flavonóides foram realizadas em tubos de ensaio, utilizando-se 1,0 g das amostras de polpa da fruta, farinha dos resíduos da fruta e polpas das frutas liofilizadas, dos frutos acerola, graviola e mangaba, diluídas em 20,0 mL de metanol. Foram homogeneizadas em vórtex e deixadas no ultrassom por 30 min., em seguida foram filtradas em papel de filtro.

Aos resíduos adicionaram-se 20,0 mL de acetona, foram colocados novamente no ultrassom por 30 min. filtrou-se novamente, juntou os dois filtrados e rotaevaporou a 40 °C.

A partir da equação da reta obtida na curva do gráfico do padrão ácido gálico, realizou-se o cálculo do teor de fenólicos totais, expressando os resultados em mg de ácido gálico / 100 mg da polpa da fruta, farinha dos resíduos da fruta e polpas das frutas liofilizadas.

4.2.4.6.2 Fenóis

Foram transferidos para um tubo de ensaio 0,5 mL do extrato e diluídos com 2,0 mL de carbonato de sódio (10%) e 2,0 mL de Folin-ciocalteau (0,02 N), agitando por um minuto no Vórtex. Após 30 min. de incubação no escuro, lê em absorbância 765 nm em espectrofotômetro UV-Vis. Para zerar o espectrofotômetro e ler as absorbâncias utilizou como branco, substituindo o extrato por água destilada, conduzido nas mesmas condições. Foi construída uma curva analítica contendo 0,02, 0,04, 0,06, 0,08, 0,1 e 0,12 g/mL de ácido gálico, e os resultados da concentração final dos extratos, foram expressos em mg/100g da polpa da fruta, farinha dos resíduos da fruta e polpas das frutas liofilizadas. As análises foram realizadas em triplicata.

4.2.4.6.3 Flavonóides Totais

Foram transferidos para um tubo de ensaio 1,5 mL do extrato e diluídos com 1,5 mL cloreto de alumínio a 2% de metanol, agitando por um minuto no Vórtex. Deixado

em repouso por 30 min. E a absorbância lida a em 415 nm em espectrofotômetro UV-Vis. Para zerar o espectrofotômetro e ler as absorbâncias utilizou metanol como branco, conduzido nas mesmas condições. Os flavonóides foram quantificados, pela formação do complexo com o $AlCl_3$, e identificados através da leitura de absorbância em 415 nm. Foi construída uma curva analítica contendo 0,01, 0,02, 0,03 e 0,04 mg / ml de quercetina, e os resultados da concentração final dos extratos, foram expressos em mg / 100g da polpa *in natura* da fruta, farinha dos resíduos da fruta e polpas das frutas liofilizadas. As análises foram realizadas em triplicata.

4.2.4.7 Açúcares Redutores Totais

4.2.4.7.1 Obtenção dos extratos para Açúcares Redutores Totais

A extração de açúcares redutores totais, segundo o Comunicado Técnico da Embrapa, (2013) e Miller, (1959), com algumas adaptações do método para a determinação do teor de açúcares totais. Em tubos de ensaio, foram utilizadas 3,0 g das amostras de polpas, farinha dos resíduos da fruta e polpas liofilizadas dos frutos acerola, graviola e mangaba e diluídos em 5,0 mL de água destilada, em seguida foram filtradas em algodão. A reação de DNS foi obtida utilizando 0,25 mL do extrato para um tubo com tampa, e 0,5 mL de água destilada. Em banho-maria adicionou 0,25 mL da solução de DNS, por cinco minutos. Resfriou os tubos em gelo, ajusta o volume com água destilada para 5,0 mL. A absorbância foi lida a em 540 nm em espectrofotômetro UV-Vis. Para zerar o espectrofotômetro e ler as absorbâncias utilizou o branco substituindo na reação de DNS o extrato por água destilada, foram conduzidos nas mesmas condições.

Segundo Miller (1959), os açúcares totais foram quantificados por espectrofotometria com comprimento de onda de 540 nm, utilizando-se uma curva analítica padrão de glicose cuja concentração varia nos intervalos de 0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, e 3,0 mg / ml de glicose, e os resultados da concentração final dos extratos, foram expressos em mg / 100g da polpa *in natura* da fruta, farinha dos resíduos da fruta e polpas das frutas liofilizadas.

Valores médios da concentração dos açúcares totais foram obtidos após a elaboração curva de calibração com glicose (marca Sigma-Aldrich) nas concentrações de 2,5, 1,25, 0,625, 0,3125, 0,15625 mg / mL. A partir da equação da reta obtida na

curva do gráfico realizou-se o cálculo da concentração dos açúcares totais, expressando os resultados em mg de glicose / 100 mg da polpa da fruta, farinha dos resíduos da fruta e polpas das frutas liofilizadas. As análises foram realizadas em triplicata.

4.2.5 Análise Quantitativa por CLAE-RID

A extração dos carboidratos monossacarídeos e dissacarídeos e dos ácidos orgânicos presentes tanto nas polpas dos frutos de acerola, graviola e mangaba, quanto na farinha dos resíduos da fruta e polpas das frutas liofilizadas, foram realizadas e quantificadas pela técnica de cromatografia líquida, com detecção de índice de refração CLAE-RID.

4.2.5.1 Quantificação e identificação de Açúcares por CLAE- RID

A determinação dos açúcares frutose, glicose, lactose, maltose e sucrose foi realizada em um cromatógrafo líquido HPLC da SHIMADZU, equipado com degaseificador (modelo DGU-A₅), bomba quaternária (Modelo LC-20A_T), injetor automático (Modelo SIL-20A), detector RID (Modelo SPD-M20A), modo isocrático e um módulo de comunicação (Modelo CBM-20A), o software utilizado foi o LC Solution. As amostras e os padrões foram injetados com um volume de 1,0 ml, o comprimento de onda usado para as análises foi 210 nm. Para a separação cromatográfica foi utilizada uma coluna de fase reversa LC-NH₂ (250 x 4,6 mm ID, 5 µm). A fase móvel utilizada para separação dos açúcares foi uma solução aquosa de acetonitrila, na proporção de 30:70 na vazão de 1,0 mL/min. A identificação foi feita utilizando os tempos de retenção, espectros de absorção e co-cromatografia quando necessário. As amostras de polpas de frutas, farinhas dos resíduos das frutas e polpas das frutas liofilizadas foram homogeneizadas, pesadas, aproximadamente, 0,1 g, em tubos de ensaio e diluídas em 10 ml de acetonitrila e água na proporção de 25:75. Agitadas em vórtex por, aproximadamente um minuto, sonicadas por 30 min. a temperatura ambiente (22°C a 40°C). Para as farinhas, a temperatura utilizada durante a sonicação, foi de 60 °C. O solvente foi separado do sólido por centrifugação a 2500 rpm durante 15 min, a temperatura ambiente. Em seguida, filtradas em membrana 0,45 µm

(Millipore JBR61022 e HAWP04700) e injetadas no cromatógrafo, realizadas em triplicata.

A quantificação foi realizada por curva de calibração com 10 pontos para açúcares frutose, glicose, sucrose e maltose. As curvas de calibração também foram utilizadas na avaliação da faixa de linearidade, com padrões correspondentes para cada açúcar.

4.2.5.2 Quantificação e identificação de Ácidos Orgânicos por CLAE

A determinação dos ácidos tartárico, málico, ascórbico e cítrico foi realizada em um cromatógrafo líquido HPLC da SHIMADZU, equipado com degaseificador (modelo DGU-A₅), bomba quaternária (Modelo LC-20A_T), injetor automático (Modelo SIL-20A), detector de arranjo de diodos (Modelo SPD-M20A) e um módulo de comunicação (Modelo CBM-20A), o software utilizado foi o LC Solution. As amostras e os padrões foram injetados com um volume de 20 µl, os comprimentos de ondas usados para as análises foram 243 nm para ácido ascórbico e 210 nm para os demais ácidos. Para a separação cromatográfica foi utilizada uma coluna de fase reversa C18 (250 x 4,6 mm ID, 5 µm). A fase móvel utilizada para separação dos ácidos foi uma solução aquosa de KH₂PO₄ 0,01 M, com pH ajustado para 2,6 com ácido fosfórico na vazão de 1,0 mL/min. A identificação foi feita pelos tempos de retenção, espectros de absorção e co-cromatografia quando necessário.

As amostras de polpas de frutas, farinhas dos resíduos das frutas e polpas das frutas liofilizadas, foram homogeneizadas, pesadas aproximadamente 1,0 g e diluídas com fase móvel KH₂PO₄ 0,01M. Agitadas em vórtex, por aproximadamente um minuto, sonicadas por 30 min, filtradas em membrana 0,45 µm (Millipore JBR61022 e HAWP04700) e injetadas no cromatógrafo, realizadas em triplicata.

Para a determinação do ácido ascórbico foram pesados aproximadamente, 0,5 g das polpas de frutas, farinhas dos resíduos das frutas e polpas das frutas liofilizadas, em tubos de ensaio e diluídas em 6,0 ml de ácido oxálico 5%, agitadas em vórtex por aproximadamente um minuto, centrifugadas a 3000 rpm por 10 min. a temperatura de 4 °C, filtradas em membrana 0,45 µm (Millipore JBR61022 e HAWP04700) e injetadas no cromatógrafo.

A quantificação foi realizada por curva de padronização externa com 10 pontos para cada ácido orgânico. As maiores concentrações dos padrões para elaboração das

curvas foram 4, 2, 1 e 0,5 mg mL⁻¹ para os ácidos L-Ascórbico, Cítrico, D-Málico, L-Málico e D-Tartárico, respectivamente e os outros seis pontos foram obtidos pela diluição em série com fase móvel (1/1) com exceção do ácido ascórbico que iniciou a curva com a concentração 1,0 mg mL⁻¹. As curvas de calibração também foram utilizadas na avaliação da faixa de linearidade. Todas as amostras e a fase móvel foram filtradas em membrana 0,45 µm (Millipore JBR61022 e HAWP04700).

4.2.6 Validação da Metodologia Analítica

A validação da metodologia analítica foi realizada pela determinação dos parâmetros: análise estatísticas dos dados, especificidade e seletividade, limite de detecção, limite de quantificação, linearidade, precisão e sensibilidade utilizando os Programas Microsoft Office Excel 2007 e Microcal Origin 6.0, e com base nas orientações sobre validação de métodos de ensaios químicos de junho de 2007, do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO, 2007).

4.2.6.1 Análise Estatística dos Dados

O delineamento estatístico utilizado foi realizado com três repetições e foi feito empregando-se ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

4.2.6.2 Especificidade e Seletividade

A seletividade foi avaliada analisando-se os resultados nas matrizes mais comumente analisadas. Isto se deu por comparação dos valores de tempo de retenção e dos espectros de UV/Vis, com os tempos de retenção e espectro do padrão puro.

4.2.6.3 Limite de Detecção

O limite de detecção do equipamento (LDE) é definido como a concentração do analito que produz um sinal de três a cinco vezes a razão sinal e ruído do equipamento

(INMETRO, 2007). O limite de detecção do equipamento foi estimado por análise de diluições sucessivas do padrão de menor concentração da curva de calibração.

4.2.6.4 Limite de Quantificação

O limite de quantificação (LQ) é a menor concentração do analito que pode ser determinada com um nível aceitável de exatidão e precisão. Na prática foi obtido pela concentração do padrão de calibração de menor concentração (INMETRO, 2007).

4.2.6.5 Linearidade

A linearidade é a resposta obtida em função da concentração do analito (produto comercial), a qual foi estudada em um intervalo de concentração. A faixa linear de detecção, que obedece a Lei de Beer, depende do composto analisado e do tipo de detector utilizado. A linearidade foi determinada pelo coeficiente de correlação (R), obtido pelo gráfico relacionado à resposta do equipamento (detector UV/VIS ou Índice de Refração). Os valores dos coeficientes de correlação linear deverão ser superiores a 0,95. A linearidade foi obtida por padronização interna ou externa e formulada como expressão matemática usada para o cálculo da concentração do analito a ser determinado na amostra real (INMETRO, 2007).

4.2.6.6 Precisão

A precisão avalia a dispersão dos resultados obtidos da análise de amostras ou padrões semelhantes nas condições definidas. Pode ser expresso por meio da repetitividade ou/e reprodutibilidade, sendo usualmente expressas pelo desvio-padrão (INMETRO 2007). A precisão foi avaliada pela repetitividade obtida com as injeções das dez concentrações dos pontos da curva de calibração e será expressa pelo coeficiente de variação (CV%).

4.2.6.7 Sensibilidade

A sensibilidade é um parâmetro que demonstra a variação da resposta em função da concentração do analito. Ela foi expressa pela inclinação da reta de regressão da curva de calibração (INMETRO, 2007).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Características Físicas

A Tabela 8 apresenta os valores, mínimos e máximos, dos caracteres físicos dos frutos acerola, graviola e mangaba.

Tabela 8: Características físicas dos frutos de acerola, graviola e mangaba oriundos do Mercado Central de Aracaju-SE.

Características Físicas	Acerola	Graviola	Mangaba
Massa (g)	2,95 a 4,58	400 a 1000	15,74 a 18,77
Diâmetro longitudinal e transversal (cm)	1,65 a 2,50	13,10 a 15,00	3,40 a 4,50
Comprimento (cm)	1,43 a 2,25	25,40 a 26,00	3,90 a 4,50

Os valores de massa da acerola são comparáveis aos obtidos por Alves & Menezes (1995), Gonzaga et al. (1999) e França & Narain (2003). Da mesma forma, os diâmetros dos frutos deste fruto podem ser comparados aos de Alves & Menezes, (1995), Nunes et al. (2002); França & Narain (2003) e inferiores aos obtidos por Gomes et al. (2000). Os valores de comprimento para os frutos de acerola são similares aos de Gomes et al. (2000), Nunes, et al. (2002) e França & Narain (2003).

Analisando os valores de massa dos frutos da gravioleira são próximos aos de Oliveira et al. (1999) e inferiores aos de Sacramento et al. (2003). Os valores para o diâmetro e comprimento da graviola são comparáveis aos de Sacramento et al. (2003).

Para os frutos da mangabeira os valores do peso encontrados são inferiores aos de Ferreira et al. (2003), Borges et al. (2000), Silva et al. (1984), Ferreira et al. (1998) e Parente et al. (1985). Os valores de diâmetro em mangaba estão relacionados com os de Campos et al. (2011), Guilherme et al. (2007), sendo superiores aos encontrados por Ferreira et al. (2003), Borges et al. (2000), Ferreira et al. (1998), Silva et al. (1984) e Parente et al. (1985). O comprimento desses frutos é compatível com os resultados de Silva et al. (1984) e superior aos de Borges et al. (2000), Ferreira et al. (1998) e Ferreira et al. (2003).

As diferenças observadas podem ser atribuídas às condições edafoclimáticas (relação planta-solo-clima), época de colheita, tratos culturais, manuseio pós-colheita e por serem frutos não-domesticados, tendem a apresentar variação nos caracteres físicos analisados, inclusive entre aqueles frutos colhidos da mesma árvore.

5.2 Características Físico-Químicas

Os dados referentes aos valores médios das características físico-químicas dos frutos são apresentados na Tabela 9.

5.2.1 pH

O pH em acerolas, graviolas e mangabas é um dos fatores responsáveis pelas características organolépticas e coloração dos frutos. O pH é um parâmetro de baixa variabilidade em acerolas, mesmo nas maduras (LIMA et al., 2002). Os valores obtidos para o pH polpa de acerola (3,30) podem ser relacionados aos observados por Gonzaga et al. (1999), 3,11 a 3,70; Gomes et al. (2000), 3,07 a 3,82; Aguiar (2001), 3,08 a 3,65; Soares et al. (2001), 3,30 a 3,33; Lima et al. (2002), 3,11 a 3,41; Moura et al. (2002), 3,31 a 3,91; Nunes et al. (2002), 2,58 a 3,33 e aos de França & Narain, (2003), 3,18 a 3,53, portanto dentro do intervalo recomendada para consumo e em bom estágio de maturação.

Tabela 9. Características físico-químicas de polpas de frutas de acerola, graviola e mangaba oriundos do Mercado Central de Aracaju-SE.

Características Físico-Químicas	Acerola	Graviola	Mangaba
pH	3,30 ± 0,1	4,06 ± 0,1	3,24 ± 0,1
Sólidos Solúveis (°Brix)	6,90 ± 1,0	14,8 ± 1,0	11,8 ± 1,0
Atividade de Água (aw)	0,9995 ± 0,005	0,9946 ± 0,005	1,0007 ± 0,005

Para a polpa de graviola o valor médio de pH encontrado foi 4,06, superior aos encontrados por Vieira et al. (2010), Sacramento et al. (2003) e Pereira et al. (2006) e inferiores ao encontrados por Oliveira et al. (2002).

Para a polpa de mangaba o pH encontrado foi de 3,24 comparando-se aos obtidos por Santos et al. (2009) que variou de 3,25 a 4,00 e inferior aos valores médios de Borges et al. (2000) que foi de 3,29 e de Carnelossi et al. (2004).

5.2.2 Sólidos Solúveis Totais

Os valores médios dos teores de sólidos solúveis nos frutos de *malpighias*, neste trabalho, 6,90 °Brix são similares aos encontrados em Gonzaga et al. (1999); Gomes et al. (2000), Aguiar (2001) e Moura et al. (2002).

Os frutos *anonáceos* apresentaram médias dos valores de sólidos solúveis totais 14,8 °Brix, inferiores aos 17,1 °Brix citados por Castro et al. (1984) e dentro da faixa aos 14,5 a 16,0 °Brix citados por Silva & Souza (1999) e superiores aos obtidos por Ferreira et al. (2003) e aos obtidos por Pereira et al. (2006).

Para os frutos da *hancornias* o teor de sólidos solúveis obtido foi de 11,8 °Brix, inferior aos obtidos por Borges et al. (2000), Ferreira et al. (2003) e por Campos et al.

(2011), Souza et al. (2007), Carnelossi et al. (2004) e similar aos obtidos por Santos et al. (2009).

Os teores de sólidos solúveis totais (SST) são mais elevados em frutos maduros, e variam também de acordo com o genótipo (NOGUEIRA et al., 2002).

5.2.3 Atividade de Água

Os valores da atividade de água feitos, na temperatura de $24,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$, variaram de 0,9969 a 1,0003 estando relacionados com Diniz, Figueirêdo & Queiroz (2003), que obtiveram valores da atividade de água entre 0,9710 e 0,9883, em temperaturas que variaram de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, apresentando diminuição com o aumento da concentração das amostras.

Os valores médios obtidos para a polpa da graviola, nas temperatura de $24,58\text{ }^{\circ}\text{C}$, $24,62\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $24,64\text{ }^{\circ}\text{C}$ foram 0,9942 a 0,9950 estando relacionadas com os valores médios obtidos por Pereira et al. (2006), ao analisarem três marcas diferentes de polpas congeladas: marca A 0,954, marca B 0,929 e marca C 0,977.

Para as polpas da mangaba foram obtidos valores de 0,9976 a 1,0058 nas seguintes temperaturas de $23,41\text{ }^{\circ}\text{C}$, $24,35\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $24,53\text{ }^{\circ}\text{C}$, e podem ser relacionados com os obtidos por Carnelossi et al. (2004) que analisaram dois tipos de mangaba recém-colhidas do tipo "de caída" 0,988 e do tipo "de vez" 0,986.

As variações de temperatura não demonstraram influenciar as atividades de água de maneira bem definida, pois não houve diminuição ou aumento, nas leituras.

5.3 Características Químicas

5.3.1 Ácido Ascórbico (Vitamina C)

De acordo com a tabela 10, o teor de ácido ascórbico encontrado na polpa de acerola *in natura* foi de $1,610 \pm 0,1$ g de ácido ascórbico / 100 g, corroborando com os

resultados de Gonzaga et al. (1999), Gomes et al. (2000), Aguiar (2001) e Moura et al. (2002). Para a polpa de graviola o conteúdo médio foi de $0,998 \pm 0,1$ g de ácido ascórbico / 100 g da polpa *in natura*, inferior aos obtidos por Oliveira et al. (2002). Já para a polpa de mangaba os valores médios de vitamina C foram de $1,055 \pm 0,1$ g de ácido ascórbico / 100 g da polpa *in natura*, superior aos encontrados por Souza et al. (2007) e inferior aos valores relatados por Alves et al (2000), Guilherme et al. (2007) e aos de Carnelossi et al. (2004).

Tabela 10. Valores (Média \pm Desvio Padrão) de ácido ascórbico (vitamina C) de diversas polpas de frutas de acerola, graviola e mangaba oriundas do Mercado Central de Aracaju-SE.

Característica Química	Acerola	Graviola	Mangaba
Vitamina C (g de ácido ascórbico/100g da polpa).	$1,610 \pm 0,1$	$0,998 \pm 0,1$	$1,055 \pm 0,1$

5.4 Atividade Antioxidante

Alguns métodos têm sido desenvolvidos para estimar a capacidade antioxidante de frutas. Esta variação na metodologia se deve a incapacidade de se estimar a atividade antioxidante de cada composto, separadamente. Geralmente, estes métodos medem a capacidade de uma mistura de substâncias antioxidantes e seus efeitos sinérgicos, por diferentes mecanismos de ação, para se ligar a radicais específicos, ou por inibição da peroxidação lipídica ou quelando ions metálicos. Assim, é necessário combinar mais de um método para determinar *in vitro* a capacidade antioxidante de uma matéria-prima alimentar. Neste trabalho, três diferentes métodos foram usados para avaliar a capacidade antioxidante de polpas *in natura*, de polpas liofilizadas e de farinhas obtidas dos resíduos de acerola, mangaba e graviola. Estes métodos são: DPPH, TEAC e ORAC.

5.4.1 DPPH

Entre os métodos químicos aplicados para determinar a capacidade antioxidante de um composto em capturar radicais livres, o método DPPH é um dos mais utilizados por ser considerado prático, rápido e estável (ESPIN, 2000.) e por permitir a comparação entre os diversos tipos de solventes para a obtenção dos extratos aquosos, metanólicos e etanólicos.

Nos resultados mostrados na Tabela 11 na determinação da capacidade antioxidante dos frutos *in natura* e suas farinhas usando o método de DPPH, os valores médios obtidos variaram entre um mínimo de 0,08 $\mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ para farinha de mangaba, no extrato etanólico e máximo 23,9 $\mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ para polpa de acerola, no extrato metanólico.

Com relação à polpa de acerola, resultados semelhantes foram obtidos por Lima et al. (2011), para o extrato aquoso. No extrato metanólico de farinhas de resíduos de acerola Oliveira et al. (2009), evidenciaram a presença de quantidade significativa de compostos fenólicos e forte capacidade antioxidante, ratificando a afirmativa de que algumas frutas podem, potencialmente, conter maior teor de fitoquímicos antioxidantes nas sementes e peles do que na polpa dos frutos. Esta ação tem sido atribuída à presença de fitoquímicos bioativos, pois assim como as polpas das frutas, os seus resíduos contêm níveis significantes de compostos biologicamente ativos, que auxiliam as funções fisiológicas e bioquímicas que podem beneficiar a saúde humana.

Tabela 11. Valores (Média \pm Desvio Padrão) da atividade antioxidante DPPH equivalente ao Trolox ($\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$ de diversas polpas de frutas ou farinhas de resíduos das frutas).

Amostras	DPPH ($\mu\text{mol Trolox} / 100\text{g}$)		
	Extrato Aquoso	Extrato Metanólico	Extrato Etanólico
Polpa de Acerola	16,31 \pm 1,01	23,9 \pm 0,54	18,56 \pm 0,98
Polpa de Graviola	2,04 \pm 0,01	2,87 \pm 0,05	0,76 \pm 0,02
Polpa de Mangaba	3,22 \pm 0,21	2,15 \pm 0,20	1,80 \pm 0,06
Farinha de Acerola	1,44 \pm 0,01	2,75 \pm 0,07	0,42 \pm 0,03
Farinha de Graviola	0,69 \pm 0,02	1,17 \pm 0,02	0,34 \pm 0,01
Farinha de Mangaba	0,73 \pm 0,08	0,48 \pm 0,04	0,08 \pm 0,01

No extrato metanólico de farinhas de resíduos de acerola Oliveira et al. (2009), evidenciaram a presença de quantidade significativa de compostos fenólicos e forte capacidade antioxidante, ratificando a afirmativa de que algumas frutas podem, potencialmente, conter maior teor de fitoquímicos antioxidantes nas sementes e peles do que na polpa dos frutos. Esta ação tem sido atribuída à presença de fitoquímicos bioativos, pois assim como as polpas das frutas, os seus resíduos contêm níveis significantes de compostos biologicamente ativos, que auxiliam as funções fisiológicas e bioquímicas que podem beneficiar a saúde humana.

Melo et al. (2008), obtiveram resultados semelhantes da capacidade antioxidante da polpa da graviola, exibindo forte capacidade para sequestrar o DPPH conforme outras frutas que apresentaram alto potencial antioxidante como acerola, goiaba e mangaba.

Valores referentes à atividade antioxidante podem ser expressos como EC_{50} (mg / mL) correspondendo à quantidade de extrato necessária para reduzir o radical

DPPH em 50%. Segundo Melo et al. (2008), quanto menor o EC₅₀ melhor é a capacidade antioxidante do extrato. Todos os extratos das farinhas obtidas com os resíduos das frutas em estudo apresentaram atividade antioxidante. O extrato aquoso da farinha dos resíduos de acerola apresentaram valores médios de EC₅₀ de $386,46 \pm 1,41$ mg / mL e no extrato hidroalcoólico valores médios de EC₅₀ de $308,07 \pm 0,75$ mg / mL do extrato. Para o extrato aquoso do resíduo da graviola os valores médios foram EC₅₀ de $978,09 \pm 3,53$ mg / mL do extrato e no extrato hidroalcoólico EC₅₀ de $612,37 \pm 2,82$ mg / mL do extrato.

Melo et al. (2008), avaliando a capacidade antioxidante de frutas in natura pelo método de captura de radicais DPPH, classificaram as frutas em: forte poder antioxidante, quando degradavam acima de 70% dos radicais DPPH, incluindo a acerola nesta categoria; moderado poder antioxidante, quando degradavam entre 50 e 70% dos radicais DPPH, e de fraca atividade antioxidante, quando degradavam menos de 50% dos radicais DPPH.

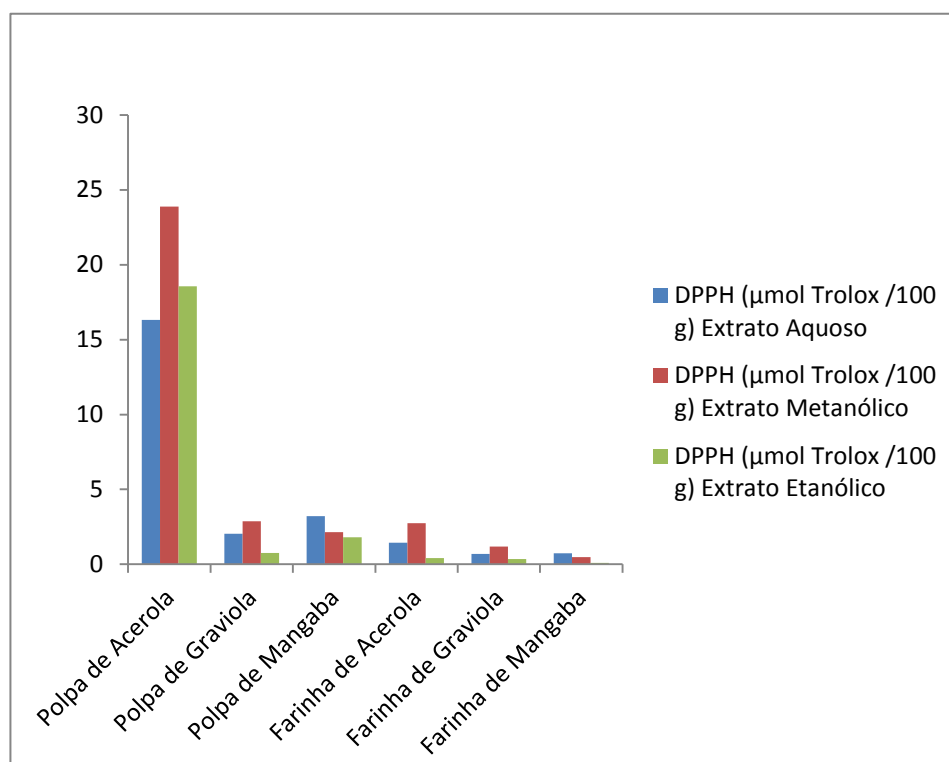
Oliveira (2008), observou que, na concentração de 100 mg / mL, a farinha de resíduo de abacaxi possuía atividade antioxidante inferior a 25,0%, enquanto que a farinha de resíduo de acerola apresentava atividade de 81,6% na mesma concentração.

Kuskoski et al. (2006), ao avaliarem a atividade antioxidante de frutos tropicais silvestres e de polpas de frutas congeladas, incluindo a graviola e Canuto *et al.* (2010) com polpa de graviola, demonstraram sua alta capacidade antioxidante. Resultados semelhantes foram obtidos neste trabalho nos extratos aquoso, metanólico e etanólico (2,04; 2,87 e 0,76, respectivamente).

Souza et al. (2011), mostraram que a capacidade antioxidante in vitro dos extratos de resíduo de acerola possuíam uma forte capacidade antioxidante nos primeiros 5 min., com expressiva redução do radical DPPH, diferente do comportamento obtido pela farinha dos resíduos de acerola neste trabalho, que apresentaram redução do DPPH, em alteração a coloração, após 20 min. de reação. Apesar deste comportamento, os valores obtidos para a atividade antioxidante da farinha dos resíduos de acerola foram superiores aos valores de farinhas dos resíduos de graviola e de mangaba, em todos os processos de extração.

Ao se analisar a Figura 8, verifica-se que a polpa da acerola *in natura* e a farinha de seus resíduos apresentaram maior capacidade de sequestro de radicais livres do que os materiais de mangaba e graviola. Os produtos à base de mangaba apresentaram, por esta metodologia, atividade antioxidante inferior aos de acerola e de graviola. Os resultados demonstraram a importância da seleção do solvente para a extração. Dentre os solventes testados, o metanol absoluto foi o agente de extração mais eficaz com exceção dos produtos de mangaba.

Figura 8. Atividade antioxidante DPPH em diversos extratos (aquosos, metanólicos e etanólicos) de diversas polpas *in natura* e farinhas de resíduos das frutas.



5.4.2 TEAC

De acordo com os dados mostrados na Tabela 12 os valores, máximo e mínimo, para a capacidade antioxidante usando-se o método TEAC foram $429,01 \pm 3,10$ e $13,96 \pm 0,36$ $\mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ de material analisado, correspondentes à polpa de acerola, no extrato aquoso e à farinha de mangaba, no extrato metanólico, respectivamente.

Tabela 12. Valores (Média \pm Desvio Padrão) da atividade antioxidante TEAC em diversos extratos (aquosos, metanólicos e etanólicos) de diversas polpas *in natura* e farinhas de resíduos das frutas.

Amostras	TEAC ($\mu\text{mol Trolox/g}$)		
	Extrato Aquoso	Extrato Metanólico	Extrato Etanólico
Polpa de Acerola	$429,01 \pm 3,10$	$352,07 \pm 24,77$	$413,8 \pm 15,52$
Polpa de Graviola	$40,86 \pm 0,03$	$142,98 \pm 0,03$	$92,06 \pm 0,01$
Polpa de Mangaba	$201,8 \pm 3,35$	$127,34 \pm 9,54$	$36,42 \pm 2,63$
Farinha de Acerola	$90,89 \pm 0,10$	$73,85 \pm 1,82$	$35,31 \pm 3,62$
Farinha de Graviola	$67,77 \pm 0,03$	$43,09 \pm 0,04$	$26,57 \pm 0,01$
Farinha de Mangaba	$61,87 \pm 0,15$	$13,96 \pm 0,36$	$16,44 \pm 0,25$

Dentre os solventes testados, a água teve a extração mais eficaz, obtendo-se os maiores valores médios de atividade nas amostras analisadas. A média dos maiores valores de TEAC foram $429,01 \mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ para polpa de acerola, $201,80 \mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ para polpa de mangaba, $90,89 \mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ para farinha de acerola, $67,77 \mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ para farinha de graviola e $61,87 \mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ para farinha de mangaba.

Vieira et al. (2011), constataram que a polpa de acerola apresentou a mais elevada capacidade antioxidante, com valores de TEAC de $160,50 \pm 0,4264$ e $369,0 \pm 0,209 \mu\text{M Trolox} / 100 \text{ g}$ de polpa para os extratos aquosos e hidroalcoólicos,

respectivamente. Quando comparados com os valores TEAC encontrados neste trabalho, a polpa da acerola também apresentou os maiores valores médio para a capacidade antioxidante, em relação às outras polpas de frutas, graviola e mangaba, em todos os extratos e quando comparado com os resultados de Vieira et al., (2011), foram superiores para a polpa de acerola $429,01 \pm 3,10$ e $413,8 \pm 15,52 \mu\text{M Trolox} / 100 \text{ g}$ de polpa para os mesmos extratos utilizados, com valores TEAC.

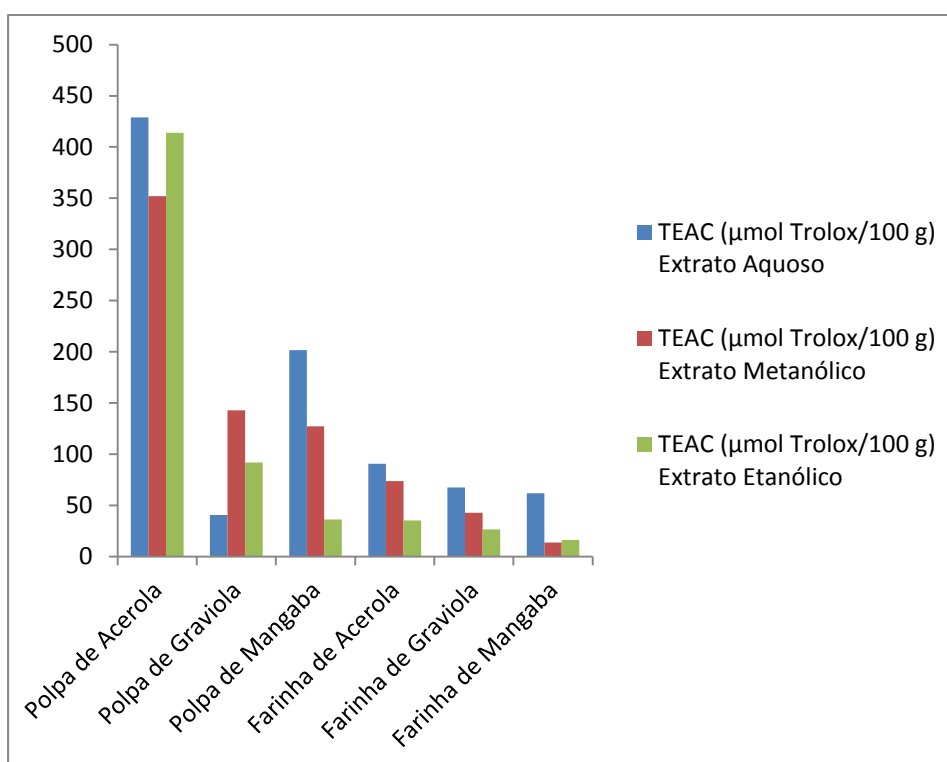
Comparando os resultados médios obtidos neste trabalho, a farinha de resíduos da acerola apresentou a melhor atividade antioxidante sob as mesmas condições experimentais, destacando-se das outras farinhas de resíduos, da graviola e mangaba, em todos os extratos analisados. Tendo como resultados $90,89 \pm 0,1$, $73,85 \pm 1,82$, $35,31 \pm 3,62 \mu\text{Mol TEAC} / \text{g}$, para os extratos aquoso, metanólico e etanólico, respectivamente (Tabela 12). Cataneo (2008) evidenciou que a capacidade antioxidante dos extratos de resíduo agroindustrial de acerola foi diferenciada entre os extratos metanólico e etanólico, respectivamente. O extrato etanólico exibiu a mais elevada capacidade de sequestro, seguido pelo metanólico, cuja ação foi superior a do extrato acetônico. A ação antioxidante dos extratos etanólico e metanólico de resíduo de acerola foi superior a de extratos de bagaço de duas variedades de uvas ($463,46$ e $98,92 \mu\text{Mol TEAC} / \text{g}$). Kuskoski et al. (2006), encontraram valores de TEAC inferiores ao deste trabalho em extratos metanólicos das mesmas frutas. Dos resultados pode-se considerar que a polpa de acerola possui elevada capacidade antioxidante e o seu resíduo agroindustrial apresenta-se como fonte de antioxidante natural que permite vislumbrar a sua utilização em alimentos em substituição ou em associação aos antioxidantes sintéticos.

A análise dos dados revela diferenças significativas entre os diferentes extratos, especialmente no caso das amostras da polpa de acerola *in natura* onde se obteve os maiores valores em todos os extratos, seguidas pela polpa *in natura* da graviola que por sua vez apresentaram resultados superiores em relação à polpa *in natura* da mangaba, que a excedeu somente no extrato aquoso. A farinha dos resíduos da acerola, também proporcionou maiores resultados, seguida pela farinha dos resíduos da graviola.

A polpa de acerola *in natura* e a farinha dos resíduos da acerola obtiveram os mais elevados valores para a capacidade antioxidante em relação às polpas e farinhas da

graviola e mangaba, sob as mesmas condições experimentais. Entre os solventes testados, a água foi o solvente mais eficaz, obtendo os maiores valores médios da atividade antioxidante TEAC, com exceção para a amostra da polpa *in natura* da graviola, onde maior capacidade antioxidante foi obtida no extrato metanólico (Figura 9).

Figura 9. Atividade antioxidante TEAC em diversos extratos (aquosos, metanólicos e etanólicos) de diversas polpas *in natura* e farinhas de resíduos das frutas.



5.4.3 ORAC

O método ORAC é um ensaio *in vitro* ou *in vivo* que mede a força antioxidante de alimentos e de compostos químicos (DUXBURY, 2005).

Uma vantagem do uso do método ORAC em relação aos demais métodos antioxidantes que usam a absorbância e o uso da fluorescência como medida do dano oxidativo é que há menor interferência dos compostos coloridos presentes nas amostras,

fator importante a se considerar quando se analisam alimentos que possuem cor, especialmente frutas e hortaliças, suplementos de produtos naturais e vinho tinto. Outra vantagem é o uso de radicais peroxil ou hidroxil como pró-oxidantes, conferindo significado biológico maior em relação a métodos que usam oxidantes que não são necessariamente pró-oxidantes fisiológicos (LIMA, 2008).

Os resultados médios para a atividade antioxidante *in vitro* ORAC das polpas *in natura* e nas farinhas dos resíduos dos frutos de acerola, graviola e mangaba, encontram-se na Tabela 13, na qual se observa que tanto para as polpas *in natura*, quanto para as farinhas dos resíduos de polpas de frutas apresentaram valores da atividade antioxidante variáveis nas diversas extrações aquosa, metanólica e etanólica.

Tabela 13. Valores (Média \pm Desvio Padrão) da atividade antioxidante ORAC em diversos extratos (aquosos, metanólicos e etanólicos) de diversas polpas *in natura* e farinhas de resíduos das frutas.

Amostras	ORAC ($\mu\text{mol Trolox} / 100\text{g}$)		
	Extrato Aquoso	Extrato Metanólico	Extrato Etanólico
Polpa de Acerola	28,00 \pm 6,71	36,60 \pm 1,40	28,31 \pm 2,35
Polpa de Graviola	16,67 \pm 0,02	15,40 \pm 0,02	6,98 \pm 0,01
Polpa de Mangaba	39,90 \pm 3,03	282,20 \pm 4,08	20,89 \pm 1,70
Farinha de Acerola	51,40 \pm 5,42	17,29 \pm 1,02	12,52 \pm 1,25
Farinha de Graviola	38,23 \pm 0,01	165,04 \pm 0,01	51,12 \pm 0,02
Farinha de Mangaba	14,08 \pm 0,61	12,59 \pm 1,70	4,67 \pm 0,26

Pode-se observar na Tabela 13 que na polpa da mangaba *in natura* a atividade antioxidante é relativamente elevada em relação às outras polpas para o extrato aquoso, seguida pela polpa da acerola *in natura* para o extrato metanólico e para o extrato

aquoso, seguida pela polpa de acerola para o extrato metanólico e extrato aquoso e por último pela polpa da graviola *in natura* para o extrato metanólico e o extrato aquoso.

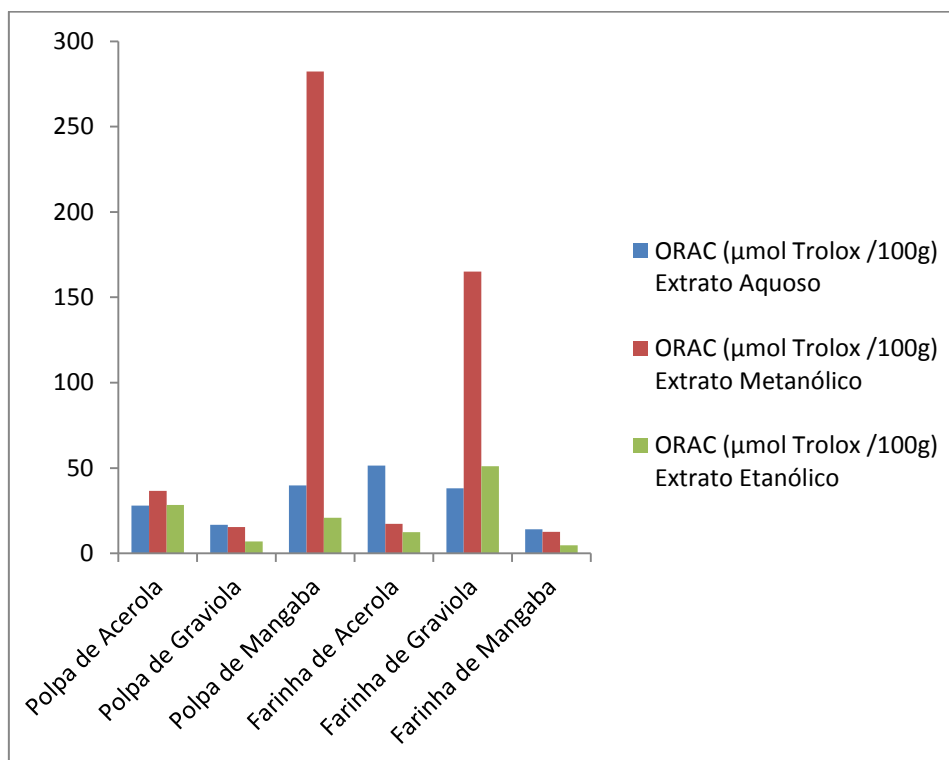
Batista (2010) obteve valores altos de atividade antioxidante para acerola, usando extratos acetônicos. As menores atividades, segundo este autor, pode estar relacionada com menores teores de compostos bioativos (polifenóis extraíveis totais e vitamina C), que estão diretamente relacionados com a atividade antioxidante total.

Heim et al. (2002), afirmaram que os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos. Mezdari et al., (2008), ao avaliarem a atividade antioxidante de extratos hidrofílicos de frutas e polpas *in natura* de acerola comercial pelo método ORAC, destacaram valores médios de 43,80 μM Trolox / g de polpa *in natura*, resultados superiores aos obtidos no presente trabalho para polpa do fruto acerola *in natura* para o mesmo extrato analisado.

Quando relacionadas às farinhas dos resíduos dos frutos analisados acerola, graviola e mangaba observa-se na Tabela 13 que a farinha dos resíduos da graviola obteve os maiores valores, em extrato metanólico, quando comparados às outras farinhas dos resíduos obtidos, com valores médios $165,04 \pm 0,01 \mu\text{mol}$ Trolox / 100 g, seguido de farinha dos resíduos da acerola, com valores médios de $17,29 \pm 1,02 \mu\text{mol}$ Trolox / 100 g e pela farinha dos resíduos da mangaba, com valores médios de $12,59 \pm 1,70 \mu\text{mol}$ Trolox / 100 g.

O solvente utilizado para a extração dos compostos antioxidantes influencia o valor da capacidade antioxidante quando se emprega o método ORAC. De acordo com os solventes testados, e as amostras das polpas *in natura* e farinhas dos resíduos das frutas analisadas pelo método ORAC, o maior valor da atividade foi obtido pela polpa *in natura* da mangaba no extrato metanólico. Destaca-se também o metanol como agente de extração mais eficaz na farinha dos resíduos da graviola e na polpa *in natura* da acerola. Outro solvente que se destacou na extração de antioxidantes a água. No extrato etanólico obteve-se os menores valores (Figura 10).

Figura 10. Atividade antioxidante ORAC em diversos extratos (aquosos, metanólicos e etanólicos) de diversas polpas *in natura* e farinhas de resíduos das frutas.



5.4.4 Compostos Fenólicos Totais

Os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos. Os resultados médios para o teor de compostos fenólicos totais das polpas *in natura* e das farinhas dos resíduos de polpas de frutas analisados encontram-se na Tabela 14, na qual se pode observar que tanto para as polpas *in natura*, quanto para as farinhas dos resíduos de polpas de frutas apresentaram teores variáveis de fenólicos totais e maior eficiência na extração etanólica, ao contrário dos valores encontrados por Pérez-Jimenez et al. (2008) em resíduos de polpas de goiaba, acerola, graviola e cupuaçu e de Caetano et al. (2009) em resíduos secos de acerola, que extraíram maiores quantidades destes compostos usando uma solução hidroalcoólica (80:20, v/v).

Tabela 14. Valores (Média \pm Desvio Padrão) da atividade antioxidante compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico / 100g) de diversas polpas *in natura* e farinhas de resíduos das frutas.

Amostra	Compostos Fenólicos Totais (mg de ácido gálico / 100 g)	
	Extrato Aquoso	Extrato Etanólico
Polpa de Acerola	24,40 \pm 2,00	36,60 \pm 3,51
Polpa de Graviola	15,30 \pm 0,93	18,40 \pm 0,35
Polpa de Mangaba	21,01 \pm 4,18	28,22 \pm 0,55
Farinha de Acerola	17,15 \pm 4,08	21,29 \pm 0,50
Farinha de Graviola	12,17 \pm 3,85	14,54 \pm 0,20
Farinha de Mangaba	16,52 \pm 2,04	18,59 \pm 0,99

A polpa de acerola *in natura* apresentou os mais elevados teores destes constituintes, obtendo-se valores de 24,40 \pm 2,00 e 36,60 \pm 3,50 mg de ácido gálico / 100 g de fruto, para os extratos aquosos e etanólicos, respectivamente, sendo estatisticamente diferentes dos demais. Em seguida, vem a polpa de mangaba *in natura* com 21,01 \pm 4,18 e 28,22 \pm 0,55 mg de ácido gálico / 100 g , e a polpa de graviola *in natura* com 15,30 \pm 0,93 e 18,40 \pm 0,35 mg de ácido gálico / 100 g de fruto, para os extratos aquosos e etanólicos, respectivamente. Nas farinhas dos resíduos das frutas, a de acerola se destacou com maiores teores de compostos fenólicos na extração etanólica, com valores de 21,29 \pm 0,50 mg de ácido gálico / 100 g, seguidos pela farinha de mangaba com 18,59 \pm 0,99 mg de ácido gálico / 100 g e pela farinha de graviola com 14,54 \pm 0,20 mg de ácido gálico / 100 g.

Kuskoski et al., 2003 quando analisaram polpas de acerola, açaí e de morango, apresentaram valores de 580,1 mg de ácido gálico / g, 136,8 mg de ácido gálico / 100 g e 132,1 mg de ácido gálico / 100 g, respectivamente, obtidos com extração etanólica, a acerola obteve destaque em relação aos outros frutos. Quando comparados com valores neste trabalho, a acerola obteve valor inferior.

Souza et al. (2011) determinaram a concentração dos compostos fenólicos da polpa de *A. muricata* L. encontrando teores de 18,60 mg de ácido gálico / 100 g para extratos aquosos e 24,11 mg de ácido gálico / 100 g para etanólicos, resultados superiores aos observados neste trabalho: $15,30 \pm 0,93$ mg de ácido gálico / 100 g para extratos aquosos e $18,40 \pm 0,35$ mg de ácido gálico / 100 g para extratos etanólicos.

Canuto et al. (2010) encontraram valores de 60 mg de ácido gálico / 100 g de fenóis totais para a polpa de graviola fresca procedente da região Amazônica, relativamente maior que o valor médio observado neste trabalho ($18,40 \pm 0,35$ mg de ácido gálico / 100 g), apresentando, portanto, quantidade de fenóis totais inferior quando comparados com as polpas de acerola, açaí, buriti e noni, dentre as 15 espécies estudadas pelos autores citados.

Observa-se que o teor de compostos fenólicos encontrados neste trabalho para polpa de graviola *in natura*, são inferiores ao trabalho conduzido por Kuskoski et al. (2005), com o teor de fenólicos totais de 84,3 mg de ácido gálico / 100 g na polpa de graviola, tais diferenças pode ser atribuídas aos métodos de extração.

Campos et al. (2011), encontraram valores semelhantes para o conteúdo de fenóis totais inicial para a polpa *in natura* de mangaba (11,29 mg de ácido gálico / 100 g) e aumentou com o armazenamento, atingindo valores finais de 29,04 mg de ácido gálico / 100 g, isso devido a possíveis alterações químicas e físico-químicas podendo ocorrer modificações nos componentes dos frutos, afetando suas propriedades sensoriais e nutritivas.

Pérez-Jimenez et al. (2008) ressaltam que, para a eficiência do processo de extração, deve-se utilizar uma extração exaustiva, utilizando-se soluções de solventes aquosos, com diferentes polaridades, de modo a extrair compostos com diferentes estruturas químicas. Nesse trabalho, os autores verificaram que a solução hidroalcoólica (80:20, água:álcool etílico), apresentou melhor poder extrator para compostos fenólicos dos resíduos de polpas de frutas de goiaba, acerola, graviola e cupuaçu, se comparada com a água pura. Resultados semelhantes foram observados por Caetano et al. (2009), que realizaram a extração de compostos fenólicos totais em resíduo seco de acerola e

observaram que a solução hidroetanólica (80:20, água:álcool) extraiu maior quantidade de compostos que a solução aquosa.

A farinha da acerola se destacou com mais elevados teores de compostos fenólicos constituintes, na extração etanólica, com valores de $21,29 \pm 0,50$ mg de ácido gálico / 100 g, seguidos pela farinha de mangaba com $18,59 \pm 0,99$ mg de ácido gálico / 100 g e pela farinha de graviola com $14,54 \pm 0,20$ mg de ácido gálico / 100 g.

Resultados semelhantes foram observados por Caetano et al. (2009), $24,72 \pm 2,08$ ao realizarem a extração de compostos fenólicos totais em resíduo seco de acerola e observaram que a solução hidroetanólica (80%) extraiu maior quantidade de compostos que a solução aquosa.

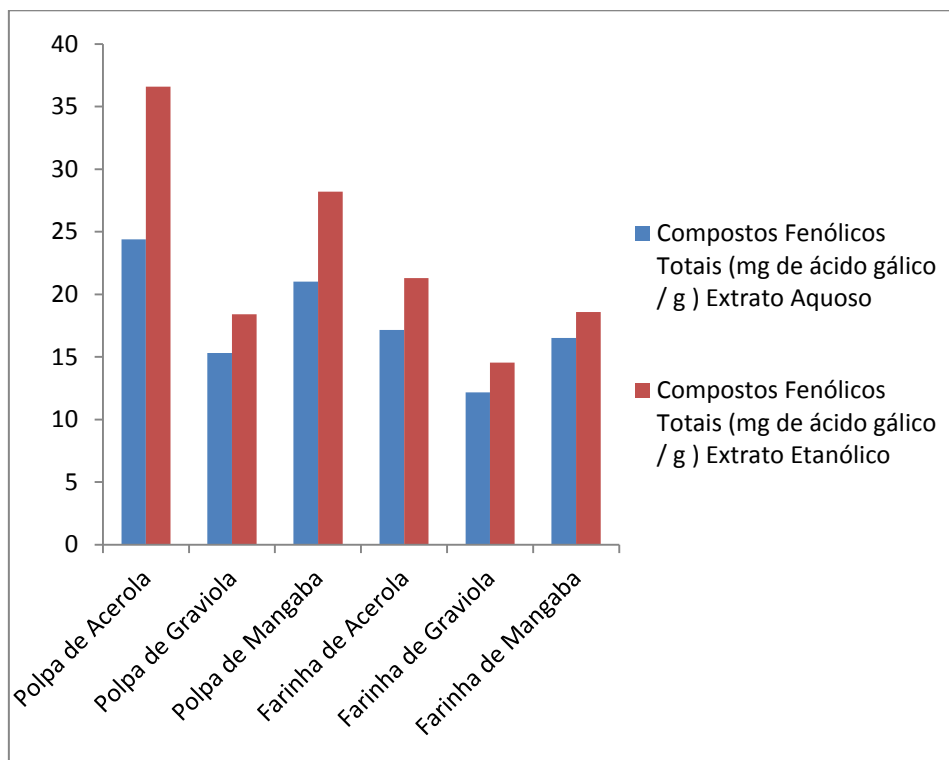
Os teores de fenólicos totais da farinha do resíduo de acerola determinados neste trabalho, apesar de terem sido os mais elevados, dentre os extratos analisados, foram inferiores aos relatados por Oliveira (2008), que analisou o conteúdo total de fenóis dos extratos metanólicos das farinhas de resíduos secos de acerola, maracujá e abacaxi, e encontrou $94,6 \pm 7,4$, $41,2 \pm 4,2$ e $9,1 \pm 1,3$ mg de ácido gálico / 100 g de resíduo, respectivamente.

Segundo Oliveira (2008), as farinhas dos resíduos de graviola ($18,60 \pm 0,80$ e $24,11 \pm 0,60$) apresentou valores intermediários de compostos fenólicos totais com os resíduos de bacuri ($8,57 \pm 0,09$ e $8,25 \pm 0,20$), cupuaçu ($4,66 \pm 0,40$ e $7,38 \pm 0,50$) e abacaxi ($8,60 \pm 1,45$ e $9,11 \pm 0,99$), nos extratos aquosos e etanólicos, respectivamente. Os valores desses constituintes, relacionando-os com os resultados deste trabalho, para a farinha de graviola, são superiores aos obtidos (Tabela 14).

Pode-se afirmar que, houve uma relação direta entre o conteúdo de fenólicos totais e a capacidade antioxidante das polpas analisadas. Entretanto, observou-se que, as polpas mantiveram suas propriedades, podendo ser excelentes fontes de compostos fenólicos com capacidades antioxidantes. Comparando a eficiência do solvente de extração (Figura 11), constatou-se que a solução etanólica, apresentou melhor poder extrator para compostos fenólicos, se comparado com a solução aquosa. E que a acerola *in natura* e farinha dos resíduos apresentaram alta concentração no teor de compostos

fenólicos totais, podendo ser considerado como uma fonte potencial de antioxidantes de origem natural.

Figura 11. Atividade antioxidante compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico / 100 g) de diversas polpas *in natura* e farinhas de resíduos das frutas.



5.4.5 Fenóis Totais

Compostos fenólicos agem como antioxidantes não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também por causa de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de ácidos graxos e de óleos (CUVELIER et al.,1992 ; MAILLARD et al.,1996).

De acordo com a Tabela 15, foi encontrado valores médios da concentração de fenóis totais nas polpas dos frutos de acerola, graviola e mangaba *in natura*, farinha dos resíduos das frutas e polpas liofilizadas, obtidos após a curva de calibração com ácido gálico marca Sigma-Aldrich nas concentrações de 0, 0,02, 0,04, 0,06, 0,08, 0,1 e 0,12 g / mL.

Tabela 15. Valores (Média \pm Desvio Padrão) de fenóis totais (mg de ácido gálico / 100 g de polpas *in natura*, farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas).

Amostras	Concentração (mg de ácido gálico / 100 g)
Polpa de Acerola	192,902 \pm 3,00
Polpa de Graviola	147,972 \pm 2,08
Polpa de Mangaba	273,614 \pm 1,45
Farinha de Acerola	1991,254 \pm 0,99
Farinha de Graviola	157,040 \pm 0,60
Farinha de Mangaba	64,580 \pm 0,20
Acerola Liofilizada	3061,280 \pm 0,80
Graviola Liofilizada	194,112 \pm 0,50
Mangaba Liofilizada	677,170 \pm 0,60

Dentre as polpas *in natura*, a mangaba apresentou maior quantidade de fenóis totais (273,614 \pm 1,45), seguida pela acerola que apresentou (192,902 \pm 3,00), e por último a graviola com 147,972 \pm 2,08 mg de ácido gálico / 100g de fruta. Kim et al. (2003) encontraram valores de 174 a 375 mg de ácido gálico /100 g em diversas variedades de acerola valor próximo ao encontrado neste trabalho.

O conteúdo de compostos fenólicos totais para a graviola *in natura* (147,972 \pm 2,08 mg de ácido gálico / 100 g) é superior ao reportado por presente neste trabalho, aos encontrados por Kuskoski et al. (2005) que obteve apenas 84,3 mg de ácido gálico / 100g de fruta.

Ainda de acordo com a Tabela 15 e com a Figura 12, foi encontrado valores de fenóis totais, pode-se observar que a farinha e a polpa liofilizada de acerola possuem altos índices de fenóis totais (1991,254 \pm 0,99 e 3061,280 \pm 0,80 mg de ácido gálico / 100 g, respectivamente) diferente do que ocorreu com as polpas, em que a mangaba superou as outras frutas. Estes resultados obtidos com as farinhas e acerolas liofilizadas

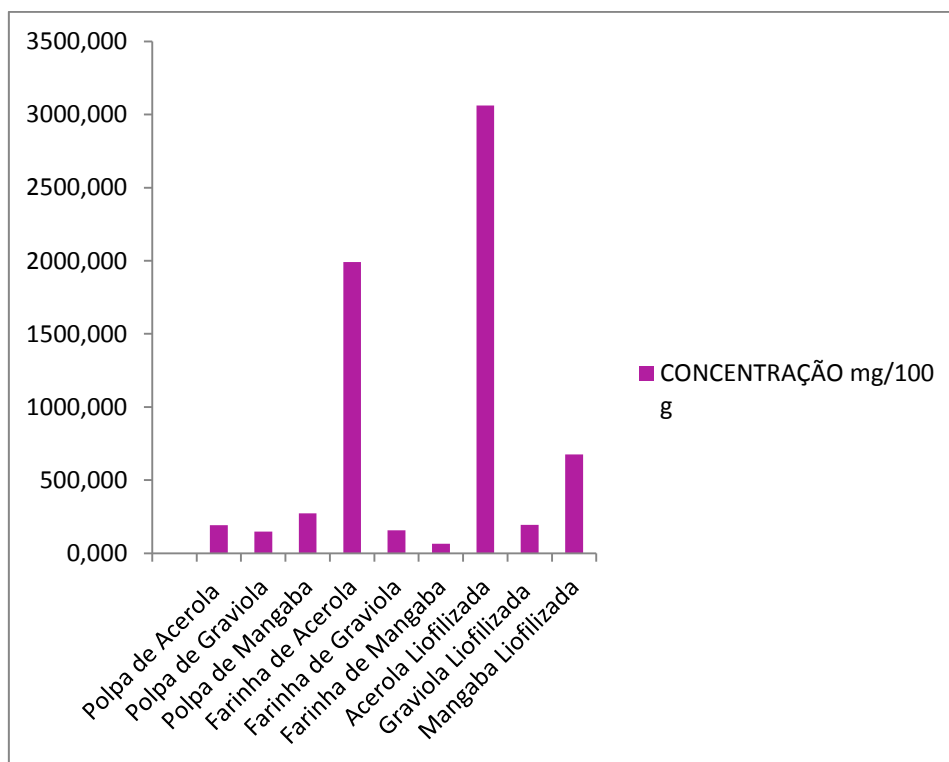
podem estar relacionados com a concentração ou aumento de alguns constituintes fenólicos na elaboração destes produtos.

Resultados obtidos nas farinhas notam-se diferentes aos obtidos nas polpas liofilizadas. Dentre as farinhas dos resíduos das frutas a acerola obteve o maior resultado seguido pela farinha dos resíduos da graviola ($157,040 \pm 0,60$) por último a farinha dos resíduos da mangaba ($64,580 \pm 0,20$ mg de ácido gálico / 100g da farinha). Para as polpas liofilizadas, seguida da acerola que obteve maior quantidade de fenóis totais, a polpa da mangaba liofilizada com ($677,170 \pm 0,60$), e por último a polpa da graviola com $194,112 \pm 0,50$ mg de ácido gálico / 100g da polpa liofilizada.

Segundo Hein et al. (2002) os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos. Embora, a vitamina C seja considerada como o maior contribuinte na atividade antioxidante, Sun et al. (2002) demonstraram que sua contribuição para esta atividade é baixa e afirmaram que a maior contribuição para o sequestro de radicais livres em frutos se deve à presença de compostos fitoquímicos, como os flavanoides e os carotenóides, em sua composição.

Em geral, os frutos analisados nesse trabalho demonstraram correlação direta entre o conteúdo total de compostos fenólicos e a atividade antioxidante; concluindo-se que as polpas dos frutos mantiveram suas propriedades, podendo ser excelentes fontes de compostos fenólicos com capacidades antioxidantes.

Figura 12. Atividade antioxidante fenóis totais (mg de ácido gálico/100g de diversas polpas *in natura*, farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas).



5.4.6 Flavonóides

Os valores de flavonóides totais encontrados no extrato metanólico das polpas *in natura*, farinhas dos resíduos e polpas liofilizadas dos frutos de acerola, graviola e mangaba estimando a concentração total de flavonóis, foi calculado a partir da equação da curva de calibração obtida, preparada com solução de quercetina nas concentrações de 0,03375 a 0,001054688 mg / mL, expressando os resultados em mg de quercetina / 100g, da polpa da fruta *in natura*, farinha dos resíduos da fruta e polpas das frutas liofilizadas, podem ser visualizados na Tabela 16.

Das polpas dos frutos analisadas (ver Tabela 16), a de acerola tem teores relativamente elevados de flavonóis, quando comparadas com as outras frutas analisadas neste trabalho, com valores médios de $86,143 \pm 0,50$ mg de quercetina / 100

g, seguida pela polpa *in natura* da mangaba com valores médios de $50,357 \pm 1,08$ mg de quercetina / 100 g, e por último, com menores valores, a polpa *in natura* da graviola com valores médios de $4,739 \pm 1,05$ mg de quercetina / 100 g.

Os valores para polpa de acerolas são superiores aos de Lima et al. (2002) que observaram teores de flavonóides totais variando de 7,00 a 18,46 mg de quercetina / 100 g de polpa, com média de 11,81 mg de quercetina / 100 g de polpa e aos de Santos et al. (2003) que analisaram acerolas e polpas congeladas de acerolas e identificaram o flavonol quercetina glicosilado nas concentrações de 17,60 mg / 100 g, 2,70 mg / 100 g e 5,36 mg / 100 g (base úmida) para a fruta, e 9,80 mg / 100 g, 1,10 mg / 100 g e 3,20 mg / 100 g (base úmida) para a polpa, respectivamente.

Tabela 16. Valores (Média \pm Desvio Padrão) de Flavonóides Totais (mg de quercetina / 100 g de diversas polpas *in natura*, farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas).

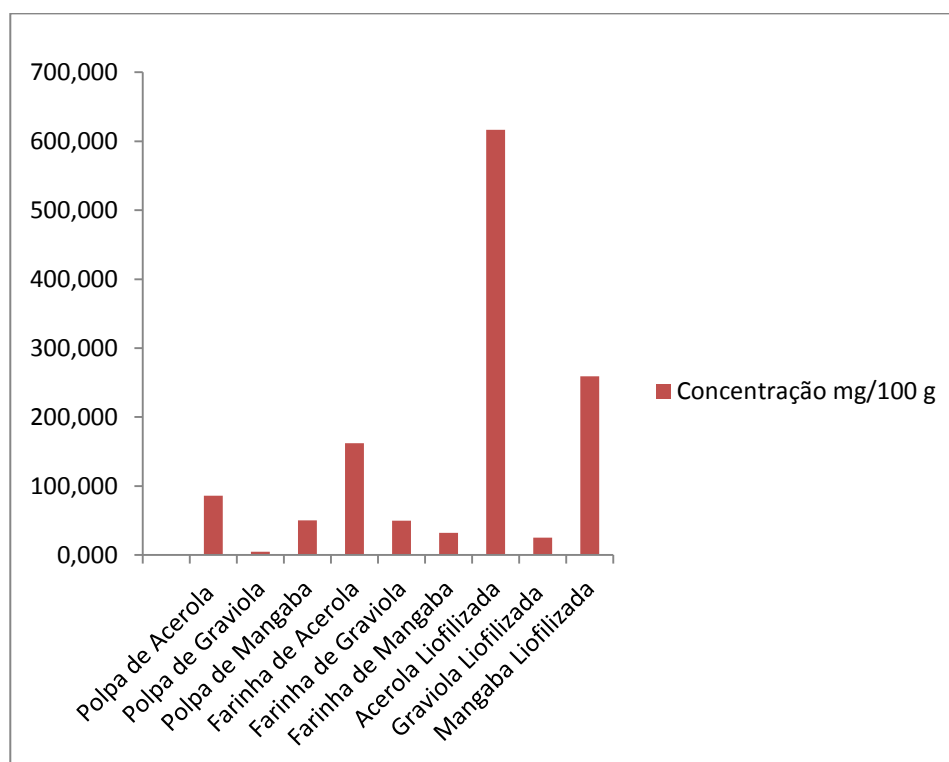
Amostras	Concentração (mg de quercetina / 100 g)
Polpa de Acerola	$86,143 \pm 0,50$
Polpa de Graviola	$4,739 \pm 1,05$
Polpa de Mangaba	$50,357 \pm 1,08$
Farinha de Acerola	$161,957 \pm 0,92$
Farinha de Graviola	$49,639 \pm 1,50$
Farinha de Mangaba	$32,407 \pm 0,89$
Acerola Liofilizada	$616,554 \pm 2,00$
Graviola Liofilizada	$25,299 \pm 1,32$
Mangaba Liofilizada	$259,290 \pm 0,99$

Quando relacionadas às farinhas dos resíduos dos frutos analisados, bem como a polpa de acerola, a farinha dos resíduos da acerola também obteve teores relativamente mais elevados de flavonóides, quando comparadas com as outras frutas analisadas neste trabalho, com valores médios $161,957 \pm 0,92$ mg de quercetina / 100 g da farinha dos resíduos das frutas, seguida pela farinha dos resíduos dos frutos da graviola com valores

médios de $49,639 \pm 1,50$ mg de quercetina / 100 g da farinha dos resíduos das frutas, e por último encontrou menores valores para a farinha dos resíduos dos frutos da mangaba com valores médios de $32,407 \pm 0,89$ mg de quercetina / 100 g da farinha dos resíduos das frutas.

Os valores médios dos teores de flavonóides totais podem ser visualizados na Figura 13. Pode-se observar que nas polpas dos frutos liofilizados, a acerola liofilizada obteve os teores mais elevados de flavonóides, mesmo quando são comparados com os valores obtidos para polpa *in natura* e farinha. Também os valores de flavonóides da polpa liofilizada de acerola são superiores aos das outras polpas liofilizadas, seguida pela polpa do fruto liofilizada da mangaba e por último, com valores menores, a polpa liofilizada da graviola.

Figura 13: Flavonóides Totais (mg de quercetina / 100 g) de diversas polpas *in natura*, farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas.



Diante dos resultados encontrados neste trabalho pode-se afirmar que, o extrato metanólico, foi o melhor solvente para as determinações de fenólicos e de flavonóides

totais, quando o substrato usado for de polpas *in natura*, farinhas dos resíduos e polpas liofilizadas para os produtos em estudo por apresentar os maiores valores dos teores de fenólicos e da quantidade de flavonóides, que são compostos que permitem a ação de sequestro de radicais livres devido baixo potencial de redução.

5.4.7 Açúcares Totais

Na Tabela 17 são apresentados os valores médios de açúcares totais para os produtos em estudo. Pode-se verificar que a concentração de açúcares em polpas *in natura* de graviola obteve teor de açúcares totais 7732,100 mg de glicose / 100 g da polpas *in natura*, o que é superior aos das outras polpas de frutas analisadas. Estes valores são inferiores aos encontrados por Ferreira et al. (2003) e Oliveira et al. (2002) e superiores aos de França & Narain (2003). O valor médio da concentração de açúcares dos frutos da mangabeira foi 7247,620 mg de glicose / 100 g da polpa *in natura*, e por último mas não tão distantes está o valor médio da concentração de açúcares dos frutos da aceroleira com 6892,710 mg de glicose / 100 g das polpas *in natura*.

Borges et al. (2000) mostraram que a quantidade de açúcar totais em mangabas corresponde a 12,98% e a de açúcares redutores a 7,72%, aproximadamente, resultados próximos aos encontrados neste trabalho.

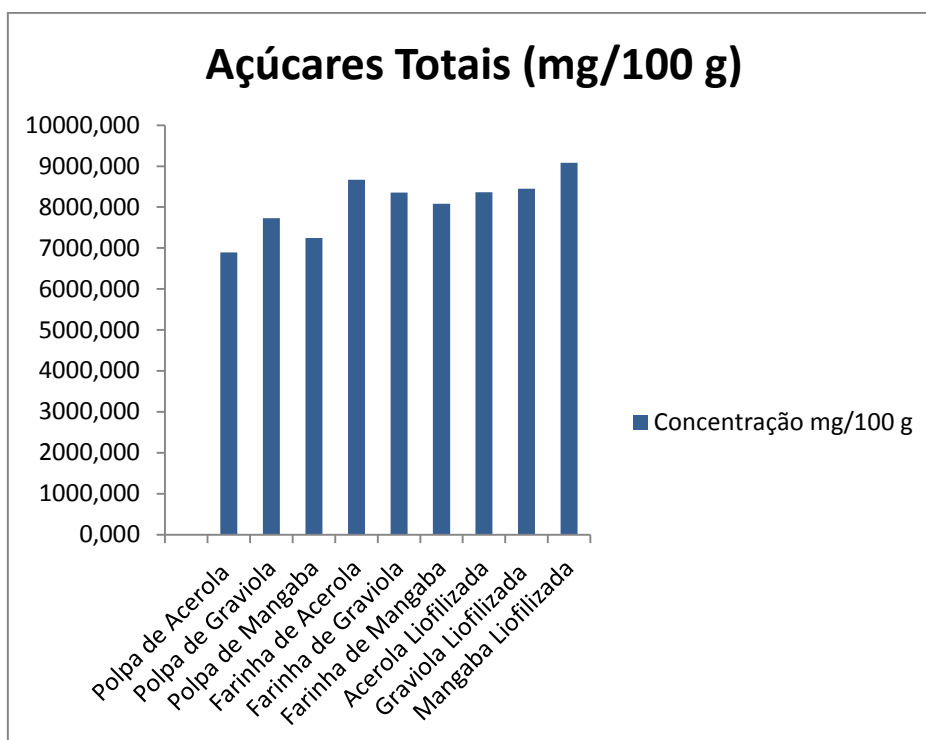
A concentração média de açúcares totais em farinhas de resíduos das frutas acerola, graviola e mangaba foram de: $8668,14 \pm 0,14$ mg / 100 g para a farinha de acerola, $8356,45 \pm 0,29$ mg / 100 g para a graviola e $8082,67 \pm 0,48$ mg / 100 g para a mangaba. Para as polpas liofilizadas as concentrações médias dos açúcares totais obtidas, foram de $8363,89 \pm 0,20$ mg / 100 g para a polpa liofilizada da acerola, $8450,77 \pm 0,11$ mg / 100g para a polpa liofilizada da graviola e $9079,51 \pm 0,22$ mg / 100 g para a polpa liofilizada da mangaba (Tabela 17).

Tabela 17. Valores (Média \pm Desvio Padrão) de Açúcares Totais (mg de glicose / 100 g de diversas polpas *in natura*, farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas).

Amostras	Concentração (mg glicose / 100 g)
Polpa de Acerola	6892,71 \pm 0,23
Polpa de Graviola	7732,10 \pm 0,15
Polpa de Mangaba	7247,62 \pm 0,10
Farinha de Acerola	8668,14 \pm 0,14
Farinha de Graviola	8356,45 \pm 0,29
Farinha de Mangaba	8082,67 \pm 0,48
Acerola Liofilizada	8363,89 \pm 0,20
Graviola Liofilizada	8450,77 \pm 0,11
Mangaba Liofilizada	9079,51 \pm 0,22

Entre as polpas *in natura* observa-se que a de graviola possui um maior teor de açúcares totais do que a mangaba e esta por sua vez maior que o de acerola. Quando relacionado às farinhas dos resíduos observa-se que a concentração não varia muito, mas a farinha da acerola obteve maiores resultados, seguida pela farinha da graviola e mangaba. Em se tratando das polpas de frutas liofilizadas foram verificados resultados contrários aos das concentrações dos açúcares totais obtidos pelas farinhas dos resíduos das frutas, tendo agora com maiores teores para a mangaba liofilizada, seguida pela graviola liofilizada e acerola liofilizada (Figura 14).

Figura 14: Açúcares Totais (mg de glicose / 100 g) de diversas polpas *in natura*, farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas.



Um importante atributo de qualidade para frutos é o teor de açúcares, que tem papel fundamental no sabor e aroma, e também tem sido utilizado como indicador do estágio de maturação mais adequado para a colheita (ARRIOLA et al., 1980). Durante a maturação, umas das principais características é o acúmulo de açúcares, que ocorre, na maioria dos frutos, simultaneamente à redução da acidez (CHITARRA & ALVES, 2001).

5.5 Análise Quantitativa por CLAE-RID

A proporção de açúcares e ácidos orgânicos nas frutas desempenha papel importante e tem sido relacionada com o sabor uma vez que é considerado como um indicador da qualidade de uma variedade de frutas.

5.5.1 Extração para Açúcares por CLAE- RID

Métodos mais seletivos vêm sendo estudados e aplicados em menor escala como a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), que identifica uma maior variedade de carboidratos na amostra, por ser mais sensível, além de possuir um tempo de análise pequeno e as determinações enzimáticas que sendo muito específicas, não vão sofrer ação de possíveis interferentes com grupos redutores livres.

O método CLAE utilizado foi validado, através do estudo da precisão e exatidão, para garantir a qualidade dos dados analíticos. Os resultados obtidos no estudo da precisão mostraram ser aceitáveis para todos os compostos para todos os compostos analisados.

As concentrações e quantificações dos açúcares foram obtidos após a elaboração de curva de calibração com os açúcares frutose, glicose, sucrose e maltose, (todos da marca Sigma-Aldrich) nas concentrações de 100, 50, 25, 12,5, 6,25, 3,125, 1,5625, 0,78125, 0,390625 e 0,1953125 mg / mL. A partir da equação da reta obtida nas curvas do gráfico realizou-se o cálculo para concentração dos açúcares analisados, expressando os resultados em mg dos açúcares / 100 mg da polpa da fruta *in natura*, farinha dos resíduos da fruta e polpas das frutas liofilizadas.

A extração e quantificação dos carboidratos monossacarídeos (frutose e glicose) e os dissacarídeos (sucrose e maltose) foi determinada por cromatografia de alta eficiência-CLAE para os frutos de acerola, graviola e mangaba em polpa *in natura*, farinha dos resíduos das frutas e polpas liofilizadas como pode ser observada na Tabela 18.

A frutose e a glicose são os principais monossacarídeos encontrados em sua forma livre nos alimentos, junto com os dissacarídeos sucrose e maltose foram quantificados praticamente em todas as amostras. Resultados obtidos neste trabalho verificaram a concentração destes monossacarídeos e dissacarídeos encontrados nas polpas *in natura* dos frutos e puderam ser comparados. Ao analisar os monossacarídeos frutose e glicose entre as polpas *in natura*, a graviola obteve os maiores teores destes

açúcares com valores médios de $3169,28 \pm 0,12$ e $3355,98 \pm 0,05$ mg / 100 g da polpas *in natura*, respectivamente, seguido pelos valores médios da polpa da acerola *in natura*, $1090,64 \pm 0,02$ e $1125,57 \pm 0,10$ mg / 100 g da polpas *in natura*, respectivamente e por último a polpa da mangaba *in natura*, $365,94 \pm 0,06$ e $577,84 \pm 0,11$ mg / 100 g da polpas *in natura*, respectivamente, com os menores valores médios dentre as polpas analisadas.

Tabela 18. Valores (Média \pm Desvio Padrão) de diversos açúcares (mg / 100 g da fruta) por CLAE- RID, presentes em diversas polpas *in natura*, farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas.

Amostras	Concentração (mg / 100 g da fruta)			
	Frutose	Glicose	Sucrose	Maltose
Polpa de Acerola	$1090,64 \pm 0,02$	$1125,57 \pm 0,10$	nd*	$48,81 \pm 0,07$
Polpa de Graviola	$3169,28 \pm 0,12$	$3355,98 \pm 0,05$	$102,83 \pm 0,06$	$126,85 \pm 0,02$
Polpa de Mangaba	$365,94 \pm 0,06$	$577,84 \pm 0,11$	nd*	nd*
Farinha de Acerola	$264,53 \pm 0,31$	$242,48 \pm 0,59$	$26,73 \pm 0,42$	$28,35 \pm 0,39$
Farinha de Graviola	$308,19 \pm 0,09$	$230,41 \pm 0,13$	$190,76 \pm 0,59$	$46,33 \pm 0,15$
Farinha de Mangaba	$119,75 \pm 0,19$	$46,39 \pm 0,07$	$384,10 \pm 0,47$	$34,00 \pm 0,10$
Acerola Liofilizada	$1440,05 \pm 0,03$	$1365,69 \pm 0,59$	$79,20 \pm 0,19$	$66,34 \pm 0,14$
Graviola Liofilizada	$1999,35 \pm 0,02$	$2386,53 \pm 0,77$	$111,10 \pm 0,04$	$164,34 \pm 0,01$
Mangaba Liofilizada	$1411,20 \pm 0,02$	$2464,59 \pm 1,50$	nd*	nd*

*nd: não detectado.

Em relação aos dissacarídeos sucrose e maltose, a polpa *in natura*, da graviola confirma a presença destes, e obteve concentrações significativas elevadas de $102,83 \pm 0,06$ e $126,85 \pm 0,02$ mg / 100 g da polpas *in natura* em relação as outras polpas. Quando comparada com a polpa *in natura* da acerola observou a ausência ou

quantidades mínimas não detectadas do dissacarídeo sucrose e pequena concentração do dissacarídeo maltose com valores médios $48,81 \pm 0,07$ mg / 100 g da polpas *in natura*. Já para a polpa *in natura* da mangaba pode ser observado ausência total ou quantidades mínimas não detectadas nas condições analíticas de HPLC.

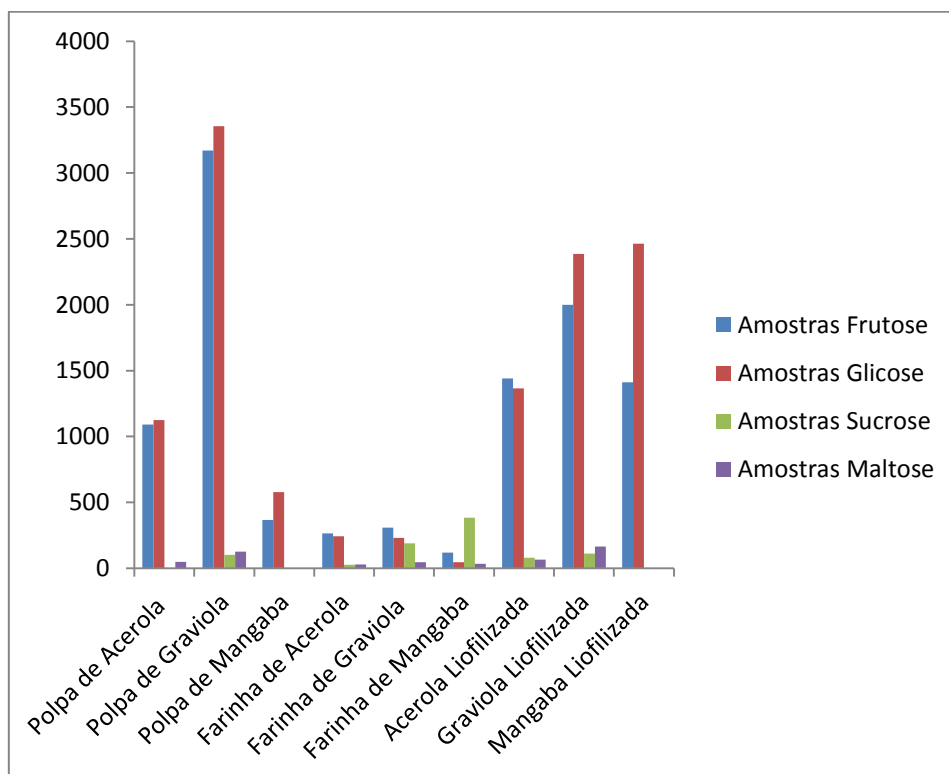
Ao analisar as farinhas dos resíduos das frutas em questão, observou-se em todas as amostras das farinhas de todas as frutas, a presença de todos os açúcares. A farinha dos resíduos do fruto acerola mostra ter concentrações bastante elevada dos monossacarídeos frutose e glicose com concentrações $264,53 \pm 0,31$ e $242,48 \pm 0,59$ mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta, e com concentrações menores para a sucrose de $26,73 \pm 0,42$ mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta e para a maltose de $28,35 \pm 0,39$ mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta. O mesmo ocorreu com a farinha dos resíduos da graviola nas quais os valores de monossacarídeos, frutose e glicose foram valores bastante elevados $308,19 \pm 0,09$ e $230,41 \pm 0,13$ mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta, respectivamente, porém o dissacarídeo sucrose também obteve concentração elevada de $190,76 \pm 0,59$ mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta em relação ao dissacarídeo maltose com concentração de $46,33 \pm 0,15$ mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta.

Comportamento diferente foi observado na farinha dos resíduos da mangaba, na qual, concentrações elevadas foram obtidas pelo dissacarídeo sucrose de $384,10 \pm 0,47$ mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta, seguido pelas concentrações do monossacarídeo frutose de $119,75 \pm 0,19$ mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta e por último com relação de concentrações bem próximas o monossacarídeo glicose $46,39 \pm 0,07$ mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta e o dissacarídeo maltose com $34,00 \pm 0,10$ mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta.

Em relação aos produtos obtidos das polpas das frutas, pela liofilização, observou-se níveis elevados dos monossacarídeos frutose e glicose nas polpas liofilizadas, das frutas em questão. Quando comparadas as polpas liofilizadas, observou-se que as polpas da mangaba e graviola liofilizadas obtiveram concentrações maiores destes monossacarídeos em relação aos resultados da acerola liofilizada. Em relação as concentrações dos dissacarídeos sucrose e maltose para a acerola liofilizada notou-se resultados inferiores aos obtidos para a graviola liofilizada, enquanto que para a

mangaba liofilizada comprovou a inexistência ou concentrações mínimas, não sendo detectadas destes dissacarídeos (Figura 15).

Figura 15. Teores de diversos Açúcares (mg / 100 g da fruta) por CLAE- RID, presentes em diversas polpas *in natura*, farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas.



O teor de glicose encontrado foi dominante em comparação com outros açúcares em todas as amostras de polpas *in natura*, farinhas dos resíduos e polpas liofilizadas como mostrado na Figura 15, seguido pela frutose. A concentração de açúcar, especialmente de nível elevado de frutose, é uma resposta fisiológica muito importante no processo que determina a qualidade das frutas. A sacarose foi detectado em concentrações mais baixas em comparação com outros açúcares nas polpas, devido ao fato de que pode ser convertido em açúcares invertidos durante o processo de amadurecimento.

Para determinar a linearidade, repetibilidade, limite de detecção, e precisão do método testado na separação e quantificação dos açúcares foram analisados os frutos de acerola, graviola e mangaba. A aplicabilidade do método foi demonstrada por análise de nove tipos de amostras das polpas dos frutos *in natura*, farinhas dos resíduos dos frutos e polpas dos frutos liofilizados, em triplicata, totalizando vinte e sete amostras. Quanto aos teores de açúcares, foram encontrados frutose, glicose, sucrose e maltose simultaneamente no mesmo método. As figuras dos cromatogramas mostram a separação de uma mistura dos padrões analisados buscando definir as condições cromatográficas de análise com boa resolução na separação.

As condições cromatográficas foram padronizadas de forma que mostra os tempos de eluição de uma mistura de padrões de quatro açúcares, separados pelo mecanismo de partição, com fator de separação ou seletividade.

Os monossacarídeos frutose e glicose por serem isômeros e terem a mesma fórmula molecular, obtiveram seus tempos de retenção parecidos, por isso houve a coeluição dos seus picos, como podem ser comprovados nos cromatogramas, dos diversos frutos analisados em polpas *in natura*, farinhas dos resíduos dos e polpas dos frutos liofilizados.

Figura 16. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da polpa *in natura*), presentes na polpas *in natura*, do fruto acerola por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; D – Maltose.

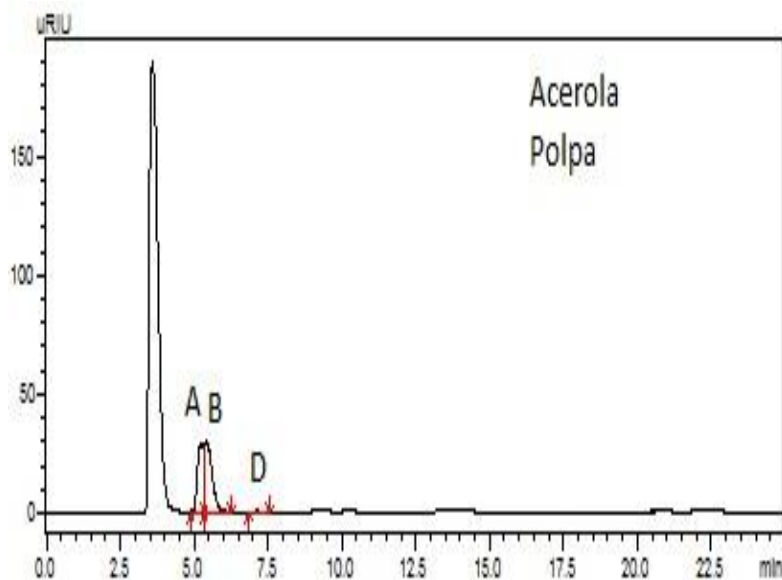


Figura 17. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da polpa *in natura*), presentes na polpas *in natura*, do fruto graviola por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; C – Sucrose; D – Maltose.

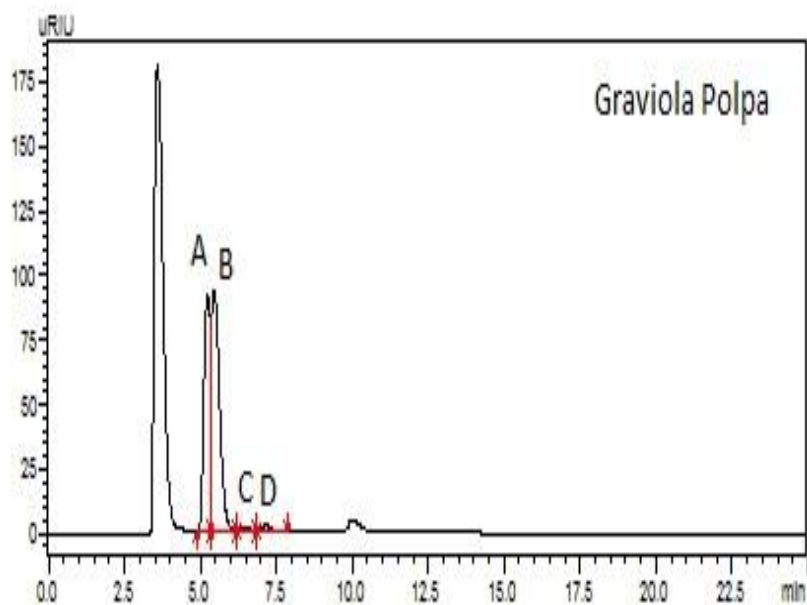


Figura 18. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da polpa *in natura*), presentes na polpas *in natura*, do fruto mangaba por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose.

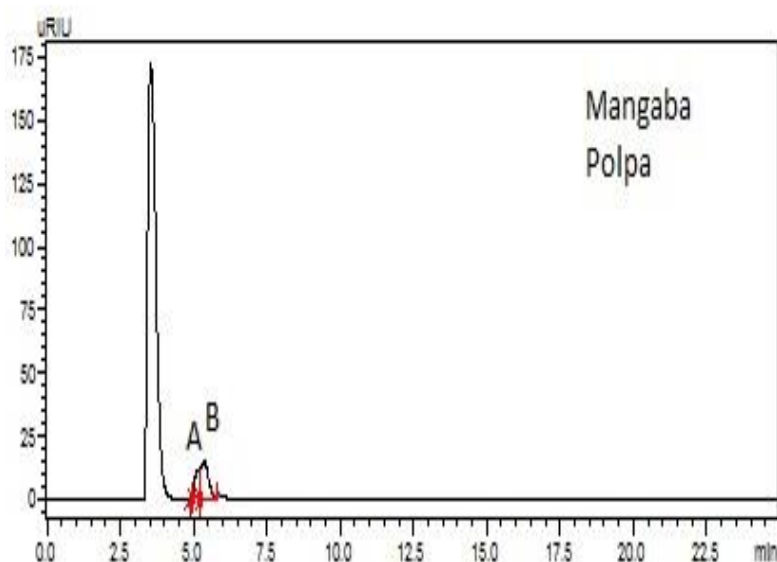


Figura 19. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da farinha de resíduos do fruto), presentes na farinha dos resíduos da fruta acerola, por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; C – Sucrose; D – Maltose.

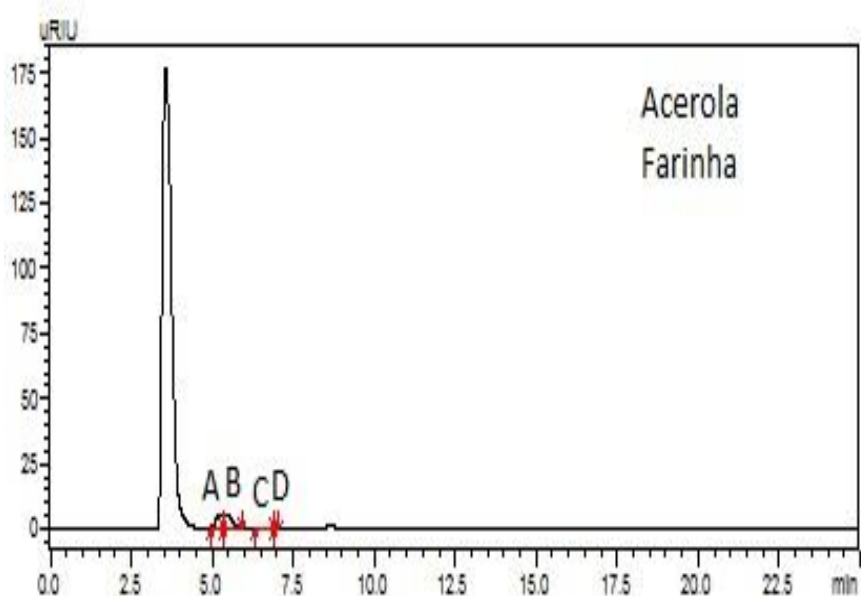


Figura 20. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da farinha de resíduos do fruto), presentes na farinha dos resíduos da fruta graviola, por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; C – Sucrose; D – Maltose.

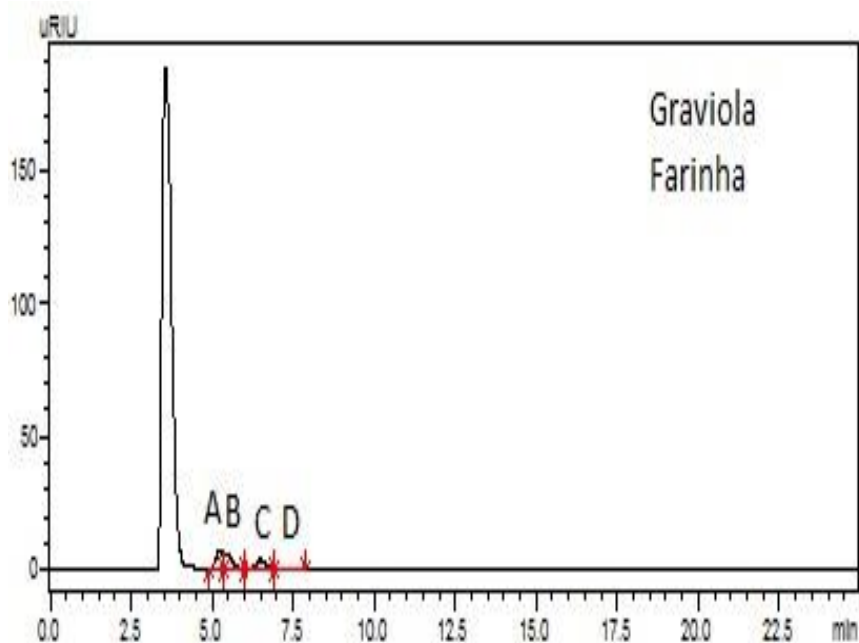


Figura 21. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da farinha de resíduos do fruto), presentes na farinha dos resíduos da fruta mangaba, por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; C – Sucrose; D – Maltose.

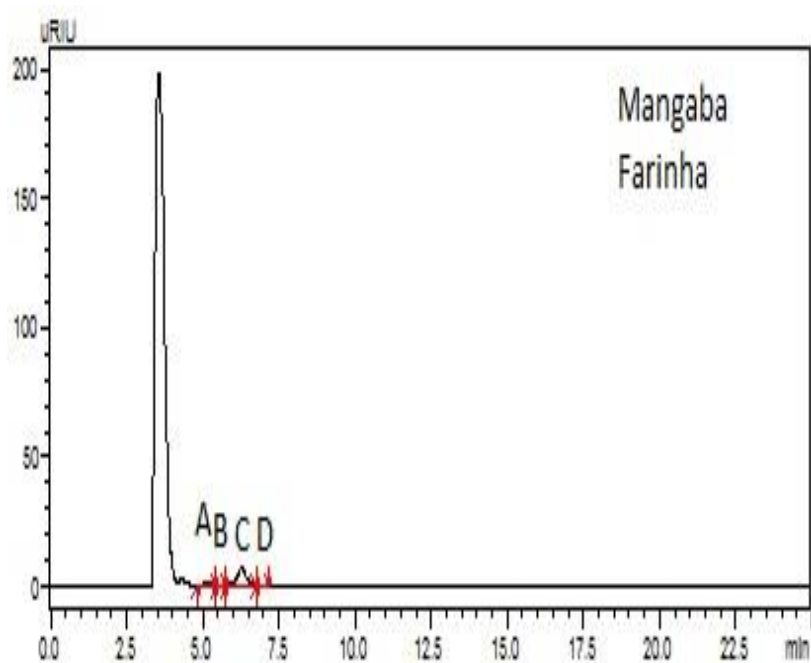


Figura 22. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da polpa liofilizada), presentes na polpa liofilizada da acerola, por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; C – Sucrose; D – Maltose.

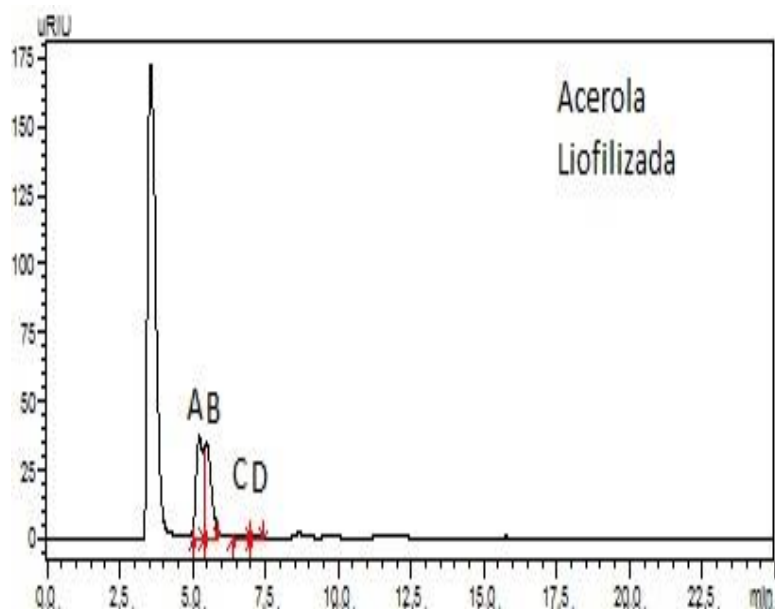


Figura 23. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da polpa liofilizada), presentes na polpa liofilizada da graviola, por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose; C – Sucrose; D – Maltose.

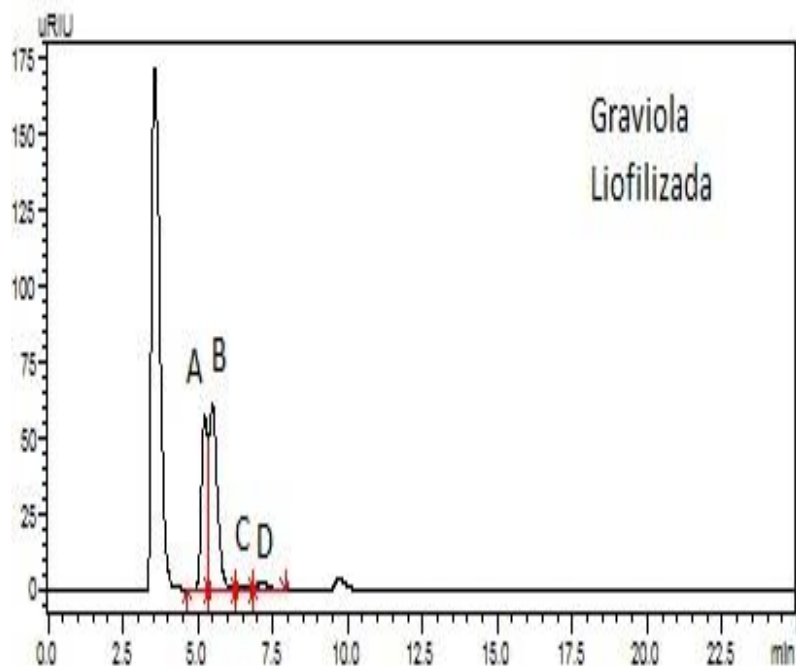
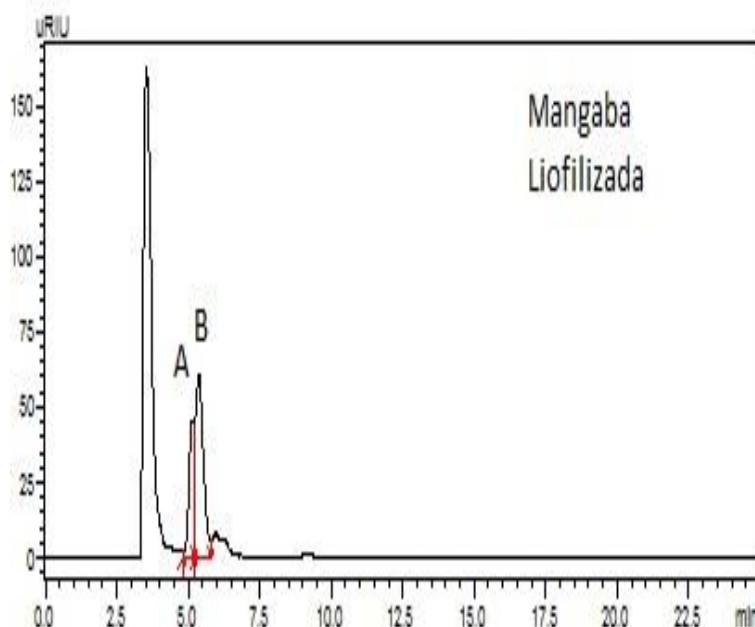


Figura 24. Cromatograma dos diversos açúcares (mg / 100 g da polpa liofilizada), presentes na polpa liofilizada da mangaba, por CLAE-RID: A – Frutose; B – Glicose.



5.5.2 Extração para Ácidos Orgânicos por CLAE

As frutas consistem em fonte nutricional de vitaminas, minerais e carboidratos solúveis, sendo que algumas possuem teor mais elevado de um ou de outro nutriente. Os ácidos orgânicos estão extensamente distribuídos nas frutas e servem para realçar os sabores e aromas. A determinação de ácidos orgânicos nos alimentos é muito importante. Sua presença e proporção relativa podem afetar as características químicas e sensoriais, aceitação global e pode fornecer preciosas informações sobre a salubridade de alimentos. As concentrações encontradas dos ácidos L- ascórbico, cítrico, D-málico, L-málico e D-tartárico são apresentadas.

As concentrações e quantificações dos ácidos orgânicos foram obtidos após a elaboração das curvas de calibração com os ácidos L-Ascórbico, Cítrico, D-Málico, L-Málico e D-Tartárico (todos da marca Sigma-Aldrich). Obtida a equação da reta na curva do gráfico realizou-se o cálculo para concentração dos ácidos analisados,

expressando os resultados em mg / 100 mg da polpa da fruta *in natura*, farinha dos resíduos da fruta e polpas das frutas liofilizadas.

Na polpa de acerola foram encontradas todos os ácidos, com maiores quantidades para o ácido L-ascórbico, cítrico e D-málico sendo os valores de 2185,03; 1658,96 e 992,91 mg / 100 g da polpa *in natura* respectivamente, e os ácidos D-tartárico e o L-málico foram encontrados em quantidades inferiores, sendo os valores de 295,53 e 98,43 mg / 100 g da polpa *in natura*, respectivamente. Oliveira (1998) encontrou na polpa de acerola maiores quantidades de ácido málico e ácido ascórbico, por outro lado, os ácidos tartárico e cítrico não foram encontrados.

Por outro lado, como mostrado na Tabela 19, para a farinha dos resíduos do fruto acerola, o ácido L-ascórbico e L-málico não foram encontrados, ou suas concentrações foram menores a ser possível de ser detectadas nas condições analíticas de HPLC, mas o ácido D-málico, D-tartárico e o ácido cítrico obtiveram concentrações elevadas $3691,03 \pm 0,06$, $2235,86 \pm 0,12$ e $1987,85 \pm 0,07$ mg / 100 g da farinha dos resíduos das frutas, respectivamente. Para as polpas liofilizadas foram detectados todos os ácidos orgânicos com concentrações bastante elevadas, em relação às polpas *in natura* e as farinhas.

Tabela 19. Valores (Média \pm Desvio Padrão) de diversos Ácidos Orgânicos (mg / 100 g da fruta) presentes em diversas polpas *in natura*, farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas.

Amostras	Concentração (mg / 100 g da fruta)				
	Ácido L-Ascórbico	Ácido Cítrico	Ácido D-Málico	Ácido L-Málico	Ácido D-Tartárico
Polpa de Acerola	2185,03 \pm 0,23	1658,96 \pm 0,53	992,91 \pm 0,59	98,43 \pm 0,75	295,53 \pm 0,29
Polpa de Graviola	nd*	2995,50 \pm 0,54	1000,22 \pm 0,31	822,70 \pm 0,10	295,74 \pm 0,18
Polpa de Mangaba	119,76 \pm 2,09	1953,61 \pm 2,36	326,03 \pm 1,06	2998,33 \pm 1,90	nd*
Farinha de Acerola	nd*	1987,85 \pm 0,07	3691,03 \pm 0,06	nd*	2235,86 \pm 0,12
Farinha de Graviola	nd*	1985,18 \pm 1,84	1804,18 \pm 0,73	nd*	483,89 \pm 1,11
Farinha de Mangaba	nd*	1220,66 \pm 0,59	nd*	nd*	nd*
Acerola Liofilizada	14914,95 \pm 0,4	4649,15 \pm 0,04	6747,32 \pm 1,29	811,22 \pm 1,01	2605,41 \pm 0,10
Graviola Liofilizada	nd*	1069,44 \pm 0,44	3379,83 \pm 0,23	nd*	1979,09 \pm 0,43
Mangaba Liofilizada	335,96 \pm 1,01	nd*	700,32 \pm 0,26	12043,01 \pm 0,43	124,90 \pm 0,21

*nd: não detectado.

Ao analisar os ácidos orgânicos para o fruto da graviola polpa *in natura*, farinha dos resíduos e polpas liofilizadas, não foi detectado o ácido L-ascórbico e o ácido L-málico apenas para a farinha dos resíduos e para a polpa liofilizada. A polpa da graviola obteve maior concentração do ácido cítrico 2995,50 \pm 0,54 mg / 100 g da polpa *in natura*, seguido pelo ácido D-málico e L-málico com concentrações de 1000,22 \pm 0,31 e 822,70 \pm 0,10 mg / 100 g da polpa *in natura*, e por último o ácido D-tartárico com 295,53 \pm 0,29 mg / 100 g da polpa *in natura*.

Em relação aos ácidos orgânicos encontrados no fruto mangaba em suas diferentes formas, foi confirmada a presença destes, obtendo concentrações significativas, porém não tão elevadas quanto às dos outros frutos analisados. Para a

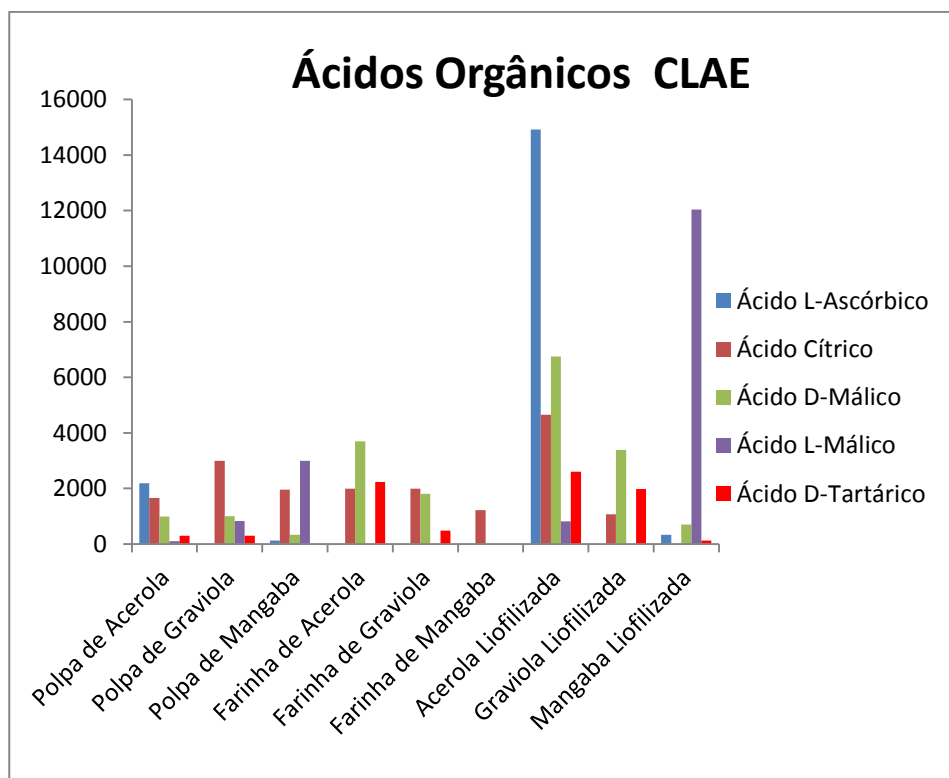
polpa foram encontrados os ácidos orgânicos com exceção ao ácido D-tartárico, e obtendo maior concentração para o ácido L-málico de $2998,33 \pm 1,90$ mg / 100 g da polpas *in natura*. Quando analisada a farinha dos resíduos não foram encontrados os ácidos L-ascórbico, D-málico, L-málico e o D-tartárico, porém o ácido cítrico que foi encontrado obteve concentração bastante elevada de $1220,66 \pm 0,59$ mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta. Para a polpa liofilizada do fruto o ácido cítrico não foi encontrado, mas o ácido L-málico obteve maior concentração de $12043,01 \pm 0,43$ mg / 100 g da polpa liofizada, seguido pelos ácidos D-málico, L-ascórbico e D-tartárico com concentrações mais inferiores.

Os resultados da análise dos ácidos orgânicos por CLAE mostram que os ácidos cítrico, o D-málico e D-tartárico estão presente em quase todas as amostras de polpas *in natura*, farinha dos resíduos e polpas liofilizadas dos frutos de acerola, graviola e mangaba. Entretanto, o ácido L-ascórbico não foi detectado em todas as amostras das frutas analisadas.

De acordo com a Figura 25 a acerola liofilizada obteve um destaque em relação às concentrações dos ácidos encontrados, superando os valores obtidos na *polpa in natura* e na farinha dos resíduos, como também quando relacionada às outras amostras das outras frutas.

O método testado para extração de ácidos orgânicos para as polpas *in natura*, farinhas dos resíduos das frutas e polpas liofilizadas, e a quantificação simultânea dos ácidos orgânicos L-ascórbico, cítrico, D-málico, L-málico e D-tartárico por CLAE mostrou ser um método adequado. Os resultados de linearidade, repetibilidade, limite de detecção, e precisão do método na avaliação de nove tipos de amostras com análises em triplicata, totalizando vinte e sete amostras confirmam a presença desses ácidos. A aplicabilidade do método foi demonstrada, como também as condições cromatográficas foram bem especificadas nos tempos de eluição com padrões de cinco ácidos orgânicos separados pelo mecanismo de partição, com fator de separação ou seletividade, como pode ser observados nos cromatogramas.

Figura 25. Teor dos diversos Ácidos Orgânicos (mg / 100 g da fruta) por CLAE, presentes em diversas polpas *in natura*, farinhas de resíduos das frutas e polpas de frutas liofilizadas.



Foi empregado o método de padronização externa para a quantificação. Uma curva analítica com doze concentrações foi obtida através de análise de regressão para cada analito, aplicados em triplicata. Os limites de detecção, linearidade, repetibilidade, precisão, foram calculados com base nos procedimentos descritos pelo INMETRO, 2007.

De acordo com o cromatograma o pico do ácido ascórbico foi superando avaliação digital de sinal. Então a quantificação do mesmo, separadamente, foi a partir da injeção de uma amostra mais diluída.

Figura 26. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da polpa *in natura*), presentes na polpa *in natura* do fruto acerola, por CLAE.

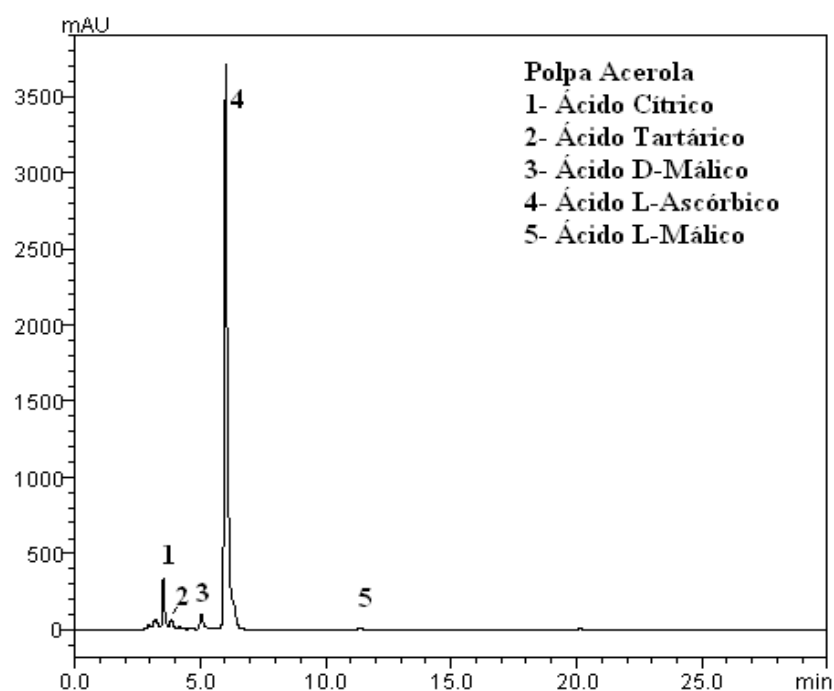


Figura 27. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da polpa *in natura*), presentes na polpa *in natura* do fruto graviola, por CLAE.

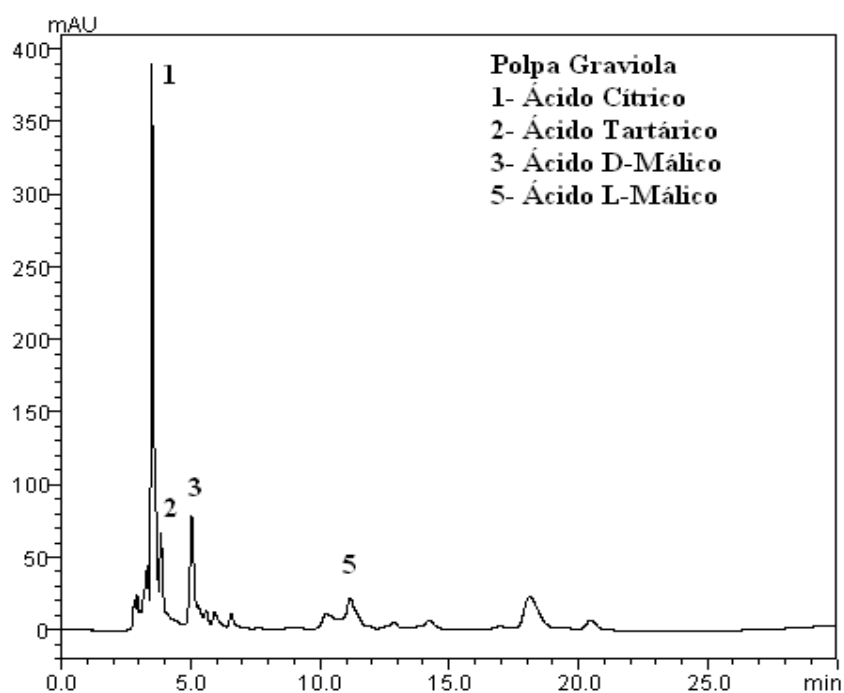


Figura 28. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da polpa *in natura*), presentes na polpa *in natura* do fruto mangaba, por CLAE.

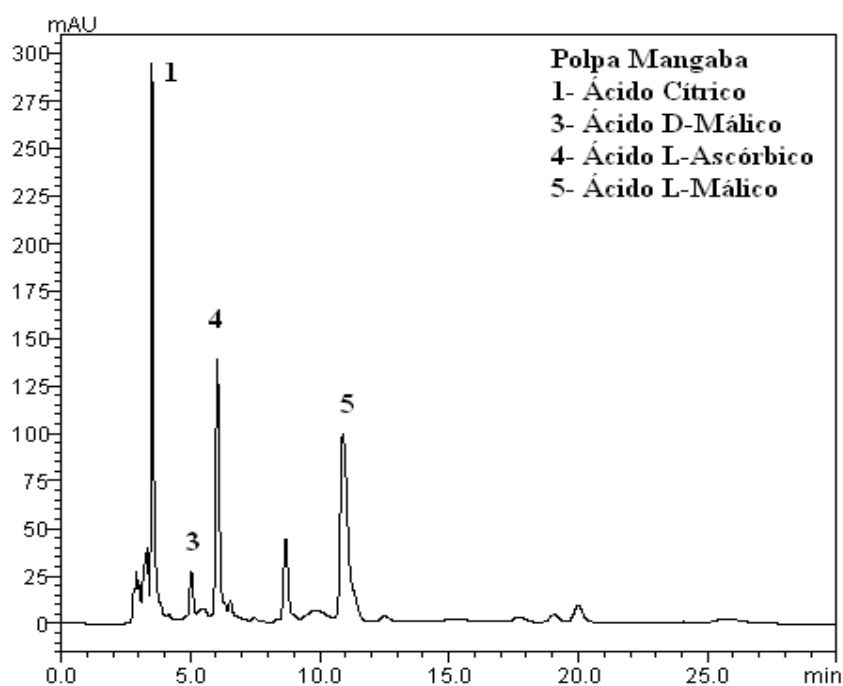


Figura 29. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta), presentes na farinha dos resíduos do fruto acerola, por CLAE.

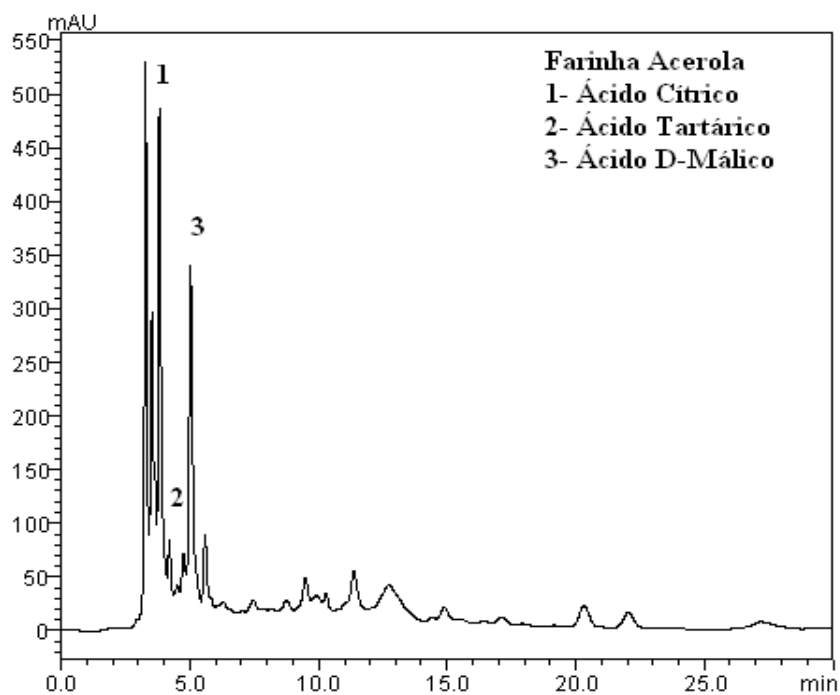


Figura 30. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta), presentes na farinha dos resíduos do fruto graviola, por CLAE.

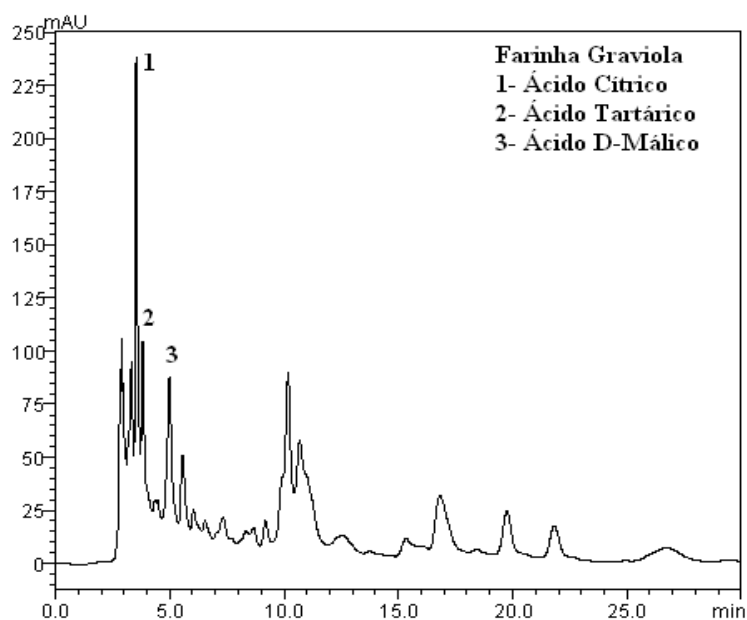


Figura 31. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da farinha dos resíduos da fruta), presentes na farinha dos resíduos do fruto mangaba, por CLAE.

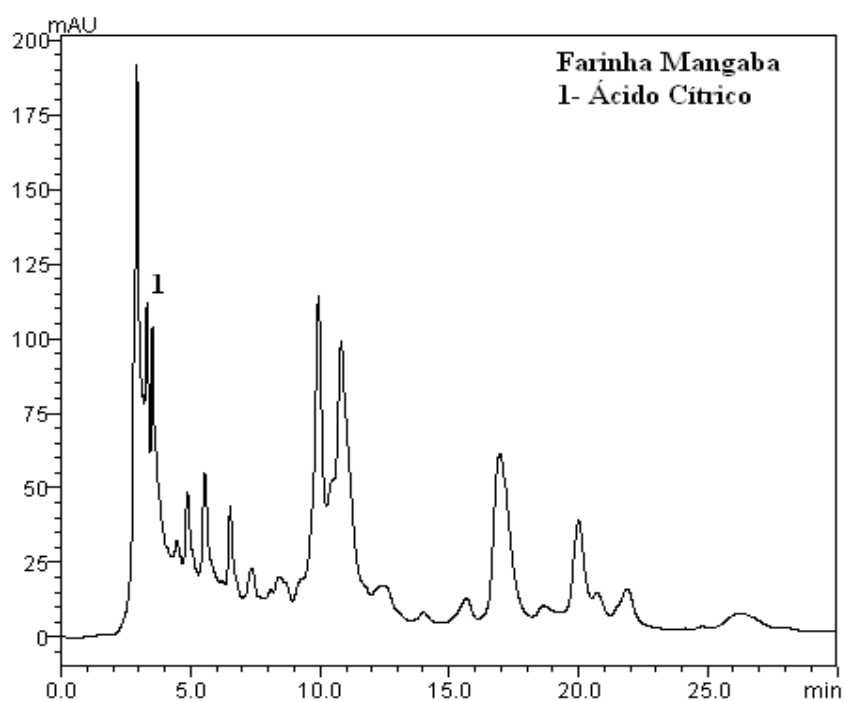


Figura 32. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da polpa liofilizada), presentes na polpa liofilizada do fruto acerola por CLAE.

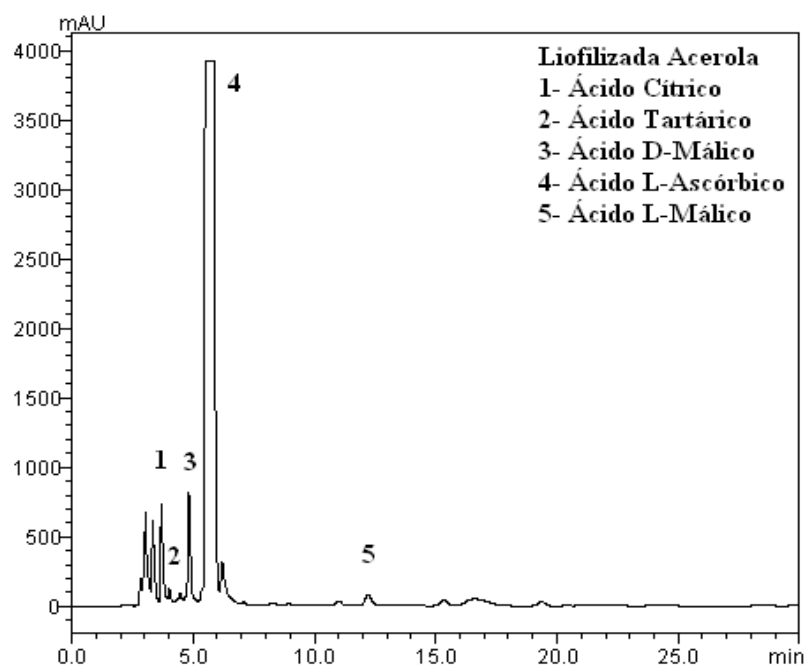


Figura 33. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da polpa liofilizada), presentes na polpa liofilizada do fruto graviola por CLAE.

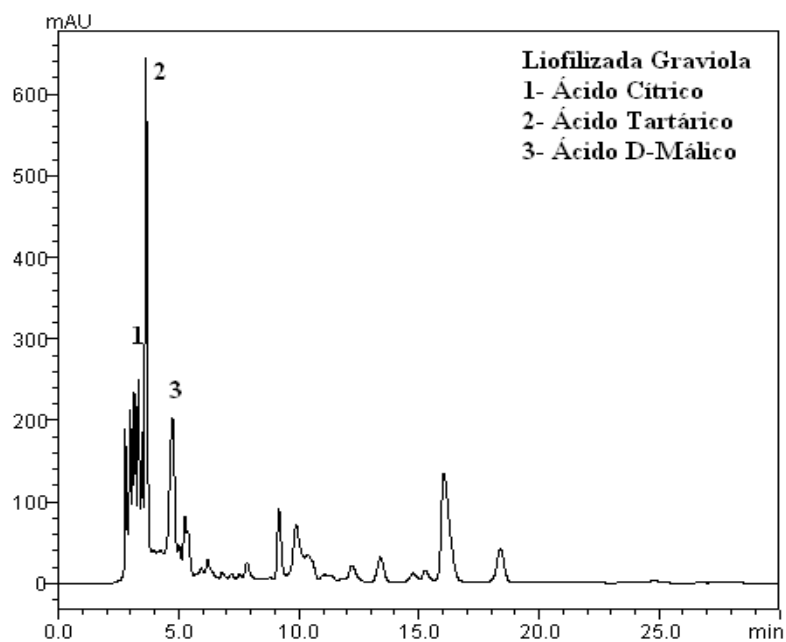
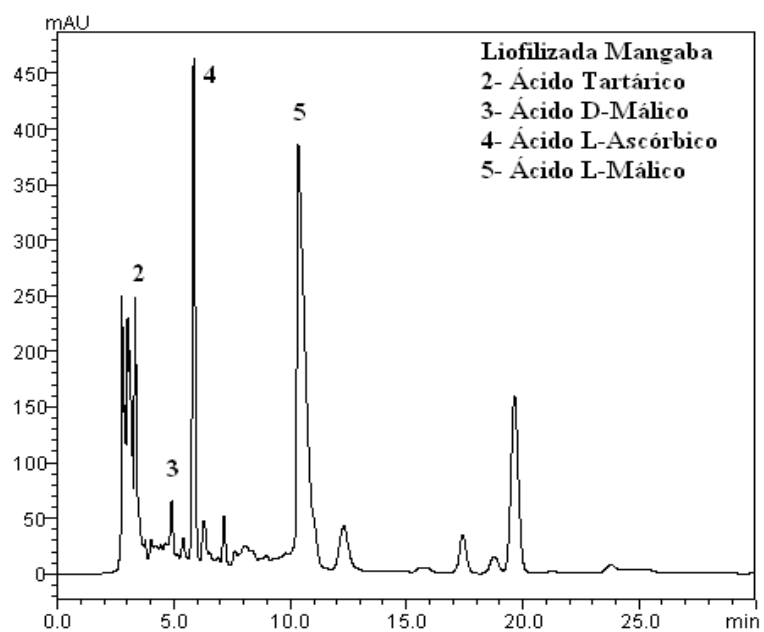


Figura 34. Cromatograma dos diversos ácidos orgânicos (mg / 100 g da polpa liofilizada), presentes na polpa liofilizada do fruto mangaba por CLAE.



6. CONCLUSÃO

Em relação às polpas de *Malpighia emarginata* (Acerola), *Annona muricata* (Graviola) e *Hancornia speciosa* (Mangaba) conclui-se o seguinte:

Os resultados obtidos para as análises físico-químicas das polpas revelaram pH da acerola ($3,30 \pm 0,1$), graviola ($4,06 \pm 0,1$) e mangaba ($3,24 \pm 0,1$), sólidos solúveis da acerola ($6,90 \pm 1,0$ °Brix), graviola ($14,8 \pm 1,0$ °Brix) e mangaba ($11,8 \pm 1,0$ °Brix), e atividade de água da acerola ($0,9995 \pm 0,005$), graviola ($0,9946 \pm 0,005$) e mangaba ($1,0007 \pm 0,005$), apresentam-se similares aos valores reportados por outros autores com os mesmos frutos e adequados para sua estabilidade.

Em geral, as frutas possuem altos teores de vitamina C, as quantidades encontradas de ácido ascórbico dos frutos da acerola ($1,610 \pm 0,1$), graviola ($0,998 \pm 0,1$) e mangaba ($1,055 \pm 0,1$) revela a compatibilidade entre os resultados expressos por outros autores, tendo o fruto da acerola com maior teor desta vitamina.

Na determinação da capacidade antioxidante dos frutos *in natura* e suas farinhas usando o método de DPPH, os valores médios obtidos variaram entre um mínimo de $0,08 \pm 0,01$ $\mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ para farinha de mangaba, no extrato etanólico e máximo $23,9 \pm 0,54$ $\mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ para polpa de acerola, no extrato metanólico. Concluiu-se que a polpa da acerola *in natura* e a farinha de seus resíduos apresentaram maior capacidade de sequestro de radicais livres do que os materiais de mangaba e graviola.

Para a capacidade antioxidante usando-se o método TEAC, os valores, máximo e mínimo, foram $429,01 \pm 3,10$ e $13,96 \pm 0,36$ $\mu\text{mol Trolox} / 100 \text{ g}$ de material analisado, correspondentes à polpa de acerola, no extrato aquoso e à farinha de mangaba, no extrato metanólico, respectivamente.

Os valores de atividade antioxidante determinado pelo método ORAC para os frutos apresentou os maiores valores para a polpa de mangaba *in natura* $282,20 \pm 4,08$ a atividade antioxidante é relativamente elevada em relação às outras polpas para o extrato aquoso, seguida pela polpa da acerola *in natura* para o extrato metanólico e para o extrato aquoso, seguida pela polpa de acerola para o extrato metanólico e extrato aquoso e por último pela polpa da graviola *in natura* para o extrato metanólico e o extrato aquoso.

Com relação aos conteúdos compostos de fenólicos a polpa de acerola apresentou os mais elevados teores destes constituintes, obtendo-se valores de 24,40 e $36,60 \pm 3,51$ mg de ácido gálico / 100 g de fruto, para os extratos aquosos e etanólicos, respectivamente.

Resultados diferentes para as polpas *in natura*, farinhas dos resíduos dos frutos e polpas liofilizadas foram encontrados, quando relacionado valores do teor de fenóis totais dentre as polpas *in natura* estudadas a da mangaba ($273,614 \pm 1,45$), seguida pela acerola que apresentou ($192,902 \pm 3,00$), e por último a graviola com $147,972 \pm 2,08$ mg de ácido gálico / 100g de fruta. Para as farinhas dos resíduos dos frutos, a acerola apresentou teores superiores ao de farinha dos resíduos da graviola e da farinha dos resíduos da mangaba $1991,254 \pm 0,99$, $157,040 \pm 0,60$ e $64,580 \pm 0,20$ mg de ácido gálico / 100g de farinha, respectivamente. Já para as polpas liofilizadas, a acerola possui maior quantidade de fenóis totais ($3061,280 \pm 0,80$ mg de ácido gálico / 100g de polpa liofilizada).

No teor de flavonóides obtidos nas análises houve um destaque para o fruto da acerola, com teores relativamente elevados de flavonóis, quando comparadas com as outras frutas analisadas, com valores médios de $86,143 \pm 0,50$ mg de quercetina / 100 g, seguida pela polpa *in natura* da mangaba com valores médios de $50,357 \pm 1,08$ mg de quercetina / 100 g, e por último, com menores valores, a polpa *in natura* da graviola com valores médios de $4,739 \pm 1,05$ mg de quercetina / 100 g.

Os frutos analisados nesse trabalho demonstraram correlação direta entre o conteúdo total de compostos fenólicos e a atividade antioxidante; concluindo-se que as polpas dos frutos mantiveram suas propriedades, podendo ser excelentes fontes de compostos fenólicos com capacidades antioxidantes.

Os carboidratos são amplamente distribuídos nos alimentos, conhecer a concentração destes é de tamanha importancia devido a suas funções nutricionais, responsável pela reação de escurecimento em muitos alimentos. Os valores médios de açúcares redutores totais das polpas variaram de $7732,10 \pm 0,15$ mg glicose / 100 g para a polpa de graviola, seguida da polpa de $7247,62 \pm 0,10$ mg glicose / 100 g para a polpa de mangaba e por último a polpa de acerola com $6892,71 \pm 0,23$ mg glicose / 100 g. Resultados superiores foram encontrados para as as polpas liofilizadas com valores médios de $9079,51 \pm 0,22$ mg glicose / 100 g para a mangaba liofilizada, $8450,77 \pm 0,11$ mg glicose / 100 g para a graviola liofizada e $8363,89 \pm 0,20$ mg glicose / 100 g para a acerola liofilizada. Para as farinhas dos resíduos dos frutos, a acerola apresentou

teores superiores ao de farinha dos resíduos da graviola e da farinha dos resíduos da mangaba com valores médios de $8668,14 \pm 0,14$ mg glicose / 100 g, $8356,45 \pm 0,29$ mg glicose / 100 g e $8082,67 \pm 0,48$ mg glicose / 100 g, respectivamente.

Ao analisar os monossacarídeos frutose e glicose pelo método de extração por CLAE-RID, entre as polpas *in natura*, a graviola obteve os maiores teores destes açúcares com valores médios de $3169,28 \pm 0,12$ e $3355,98 \pm 0,05$ mg / 100 g da polpas *in natura*, respectivamente, seguido pelos valores médios da polpa da acerola *in natura*, $1090,64 \pm 0,02$ e $1125,57 \pm 0,10$ mg / 100 g da polpas *in natura*, respectivamente e por último a polpa da mangaba *in natura*, $365,94 \pm 0,06$ e $577,84 \pm 0,11$ mg / 100 g da polpas *in natura*, respectivamente, com os menores valores médios dentre as polpas analisadas. Com relação as farinha dos resíduos, a farinha de graviola, obteve maior teor do monossacarídeo frutose, $308,19 \pm 0,09$ mg / 100 g e a farinha dos resíduos da acerola com $242,48 \pm 0,59$ mg / 100 g, maior teor do monossacarídeo glicose. Para as polpas liofilizadas, a graviola possui maior quantidade no teor de frutose $1999,35 \pm 0,02$ mg / 100 g enquanto a mangaba liofilizada possui maior quantidade do monossacarídeo glicose $2464,59 \pm 1,50$ mg / 100 g.

Em relação aos dissacarídeos sucrose e maltose, apenas a polpa *in natura*, da graviola confirma a presença destes, e obteve concentrações significativas elevadas de $102,83 \pm 0,06$ e $126,85 \pm 0,02$ mg / 100 g da polpas *in natura* quando comparado com as outras polpas. Para as farinhas dos resíduos, a farinha de mangaba obteve os maiores valores do dissacarídeo sucrose $384,10 \pm 0,47$ mg / 100 g, já para o dissacarídeo maltose a farinha dos resíduos de graviola obteve maior quantidade ($46,33 \pm 0,15$ mg / 100 g) quando relacionado com as outras farinhas. Para as polpas liofilizadas, a graviola possui maior quantidade no teor de sucrose e maltose $111,10 \pm 0,04$ mg / 100 g, $164,34 \pm 0,01$ mg / 100 g, respectivamente. Enquanto a mangaba liofilizada não foi possível a determinação nas amostras, esses dois dissacarídeos.

Os ácidos orgânicos presentes nas frutas são responsáveis pelo sabor e aroma do produto. A determinação simultânea dos ácidos L-ascórbico, cítrico, D- málico, L- málico e D-tartárico, por CLAE, em polpas de frutas *in natura*, farinha dos resíduos e polpas liofilizadas, evidenciou, concentrações e quantificações dos ácidos encontradas em quantidades relativamente elevadas, na polpa *in natura* e na polpa liofilizada de acerola. Por fim, os parâmetros de validação demonstraram que o método apresentou valores nos limites de quantificação e detecção, boas precisão e exatidão, constituindo-

se em uma importante ferramenta na avaliação da estabilidade dos ácidos orgânicos nas polpas das frutas.

Os frutos de acerola, graviola e mangaba analisados neste estudo, independente de ser polpa *in natura*, farinha dos resíduos dos frutos e polpas liofilizadas podem ser considerados uma boa alternativa de alimento, apresentam grande variabilidade e exibe características físicas, físico-químicas e químicas que evidenciam um fruto que permitem sua utilização tanto *in natura* quanto para processamento industrial, com moderado potencial de capacidade antioxidante e como fonte de polifenóis totais, flavonóides, açúcares e ácidos orgânicos. Frente a esses resultados, os resíduos de polpas de frutas podem ser apontados como fontes promissoras de antioxidantes naturais, podendo ser utilizados como ingredientes na formulação de outros alimentos industrializados e diminuindo, dessa forma, a contaminação ambiental que o excesso desses resíduos vem causando.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN, J.; FISCHER, M.; AMADO, R. **Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples (cv. Glockenapfel).** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40, 1131–1134, 1992.
- ADAMS, M. A.; CHEN, Z.; LANDMAN, P.; COLMER, T. D. **Simultaneous determination by capillary gas chromatography of organic acids, sugars, and sugar alcohols in plant tissue extracts as their trimethylsilyl derivatives.** Analytical Biochemistry, v. 266, p.77-84, 1999.
- AGUIAR, L.P. **β -Caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2001. 87f.
- ALI, S. S.; KASOJU, N.; LUTHRA, A.; SINGH, A.; SHARANABASAVA, H.; SAHU, A.; BORA, U. **Indian medicinal herbs as sources of antioxidants.** Food Research International 41:1–15, 2009.
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis.** Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. V.1, p.464.
- ALVES, R. E.; MENEZES, J. B. Botânica da Aceroleira. In: SÃO JOSÉ, A.R.; ALVES, A. E. **Cultura da acerola no Brasil: produção e mercado.** Vitória da Conquista: Departamento de Fitotecnia e Zootecnia/ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1995. p.7-14.
- ALVES, R. E.; FIGUEIRAS, H. A. C.; MOSCA, J. L. **Colheita e pós-colheita de anonáceas.** In: SÃO JOSÉ, A.R., *et al.* (Ed.) Anonáceas, Produção e Mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimólia). Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1997. p. 240-256.
- ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H. **Caracterização de frutas nativas da América Latina.** Jaboticabal: Funep, 2000. 66 p.
- ALVES, R. E., CHITARRA A. B.; CHITARRA, M. I. F. **Antioxidant activity measurement in tropical fruits: a case study with acerola.** Acta Horticulturae. V. 773, p. 299-305, 2008.
- ANDRADE, R. S. G.; DINIZ, M. C. T.; NEVES, E. A.; NÓBREGA, J. A. **Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais.** Ecletica Química, Marília, v. 27, p. 393-401, 2002.
- ANDRADE, F. D. P. **Investigação química de chás brasileiros.** Tese (Doutorado em Química) Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2002. 178f.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. **Compostos Fenólicos em Alimentos – Uma breve revisão.** Rev. Inst. Adolfo Lutz, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

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

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemistry**. 12 ed. Washington, DC, 1992. 1115p.

ARAÚJO, P.G.L.; FIGUEIREDO, R.W.; ALVES, R.E. et al. **Qualidade de frutos de aceroleira colhidos em diferentes épocas do ano**. In: Congresso Brasileiro de Ciência e tecnologia de Alimentos, SBCTA. 19. Recife, Anais...Recife:, 2004.CD-ROM.

ASHOOR, S. H., KNOX, J. M. **Determination of organic acids in foods by high-performance liquid chromatography**. Journal of Chromatography, 299, 288–292, 1982.

ASHURST, P. R. **Chemistry and technology of caft drinks and fruit juices**. Blackwelf pág 7.....13083-970 Campinas - SP, Brasil

ASSIS, S. A.; LIMA, D. C.; OLIVEIRA, O. M. M. F. **Activity of pectinmethylesterase, pectin content and vitamin C in acerola fruit at various stages of fruit development**. Food Chemistry, v.74, p.133-137, 2001.

AYAZ, F. A., KADIOGLU, A. **Nonvolatile acid composition during fruit development of Diospyros lotus L**. Turkish Journal of Botany, 22, 69–72, 1998.

AZZI, A.; DAVIES, K. F. **Free radical biology terminology and critical thinking**. FEBS Letters 558: 3-6,2004.

BADOUD, R., PRATZ, G. **Improved high-performance liquid chromatographic analysis of some carboxylic acids in food and beverages as their p-nitrobenzyl esters**. Journal of Chromatography A 360, 119–136, 1986.

BATISTA, P. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco**. 2010. 162p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2010.

BLOCK, G.; PATTERSON, B.; SUBAR, A. **Fruit, vegetables and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence**. Nutr. Cancer, v. 17, p. 1-29, 1992.

BORGES, R. F. **Panela Furada: o incrível desperdício de alimentos no Brasil**. 3 ed. São Paulo: Columbus, 1991. 124 p.

BORGES, M. F.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). In: ALVES, R. E.; FILGUEIRA, H. A. C.; MOURA, C. F. H. (Eds.). **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. cap. 12, p. 44-45.

BOSS, E. A.; **Modelagem e otimização do processo de liofilização: aplicação para leite desnatado e café solúvel**. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Faculdade de Engenharia Química, UNICAMP, Campinas - SP, 2004.

BRAGA, F.; BOUZADA, M.; FABRI, R.; DE O. MATOS, M.; MOREIRA, F.; SCIO, E.; COIMBRA, E. **Antileishmanial and antifungal activity of plants used in traditional medicine in Brazil**. Journal of Ethnopharmacology, v. 111, n. 2, p.396 – 402. 2007.

CAETANEO, C. B., *et al.*, **Atividade antioxidante e conteúdo fenólico do resíduo agroindustrial da produção de vinho**. Semina: Ciências Agrárias, v. 29, n. 1, p. 93-102, 2008.

CAETANO, A. C. S.; ARAÚJO, C. R.; LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. I. S.; MELO, E. A. **Evaluation of antioxidant activity of agro-industrial waste of acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) fruit extracts**. Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.31, nº3 Campinas July/Sept. 2011.

CAMPOS, R. P.; KNOCH, B.; HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; FILHO, M. M. R.; **1-MCP em Mangabas armazenadas em temperatura ambiente e a 11 °C**. Revista Brasileira Fruticultura. vol.33. Jaboticabal Out. 2011.

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

CAO, G. H.; ALESSIO, H. M.; CULTER, R. G. **Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants**. Free Radical Biology and Medicine 14: 303-311, 1993.

CARNELOSSI, M. A. G.; TOLEDO, W. F. F.; SOUZA, D. C. L.; LIRA, M. DE L.; SILVA, G. F. DA; JALALI, V. R.R.; VIÉGAS, P. R. A. **Conservação pós-colheita de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. Ciência e Agrotecnologia. Lavras, v. 28, n. 5, p. 1119-1125, 2004.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; PRETE, C. E. C.; GONZALEZ, M. G. N. **Novas cultivares de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.)**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.24, n.1, p.124-126, 2002.

CARRINGTON, C. M. S.; KING, R. A. G. **Fruit development and ripenig in Barbados cherry, *Malpighia emarginata* D.C.** Scientia Horticulturae, Amsterdam, v.92, n.1, p.1-7, 2002.

CARVALHO, R. A. **Análise econômica da produção de acerola no município de Tomé-Açu**, Pará.Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 21p. (Documento, 49).

CASTRO, F. A.; MAIA, G. A.; HOLANDA, L. F. F.; GUEDES, Z. B. L.; FÉ, J. A. M. **Características físicas e químicas da graviola**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 19, n. 3, p. 361-365, 1984.

CHAPMAN, G. W. & HORVAT, R. J. **Changes in nonvolatile acids, sugars, pectin and sugar composition of pectin during peach** (cv. Monroe) maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38, 383–387, 1990.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortalças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras: UFLA, 785 p. 2005.

COLDITZ, G. A.; MANSON, J. E.; STAMFER, M. J.; ROSNER, B.; WILLETT, W.; SPIEZER, F. E. **Diet and risk of clinical diabetes in women**. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 55, p. 118-23, 1992.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. **Introdução a Métodos Cromatográficos**, Química Analítica. 7.ed. Editora da Unicamp. São Paulo. 1997.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. L. **Fundamentos da Cromatografia**. Campinas: Editora da Unicamp, 2006. 452p.

COPPOLA, E. D. & STARR, M. S. **Liquid chromatographic determination of major organic acids in apple juice and cranberry juice cocktail: collaborative study**. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 69, 594–597, 1986.

COULTATE, T. P. Alimentos. **A Química de seus Componentes**, 3.ed. Editora Artmed, Porto Alegre, S.A. 2004.

CUVELIER, M. E.; RICHARD, H.; BERSSET, C. **Comparison of the antioxidant activity of some acid phenols: structure-activity relationship**. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, Benkyoku, v.59, p.324-325, 1992. Departamento de Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, CP 6121,

DINIZ, E.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. ; QUEIROZ, A. J. M. **Atividade de água e condutividade elétrica de polpas de acerola concentradas**. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, Especial, n.1, p.9-17, 2003.

DORMAN, H. J. D.; KOSAR, M.; KAHLOS, K.; HOLM, Y.; HILTUNEN, R. **Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from Mentha species, Hybrids, Varieties, and Cultivars**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 51, n. 16, p. 4563-4569, 2003.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **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.

ESPIN, J. C. **Anthocyanin-based natural colorants: A new source of antiradical activity for foodstuff**. *J Agric Food Chem*, v.48, p.1588-1592, 2000.

FALLER, A. L. K.; FIALHO, E. **Frutas, hortalças e disponibilidade de polifenóis no Brasil**. *Revista de Saúde Pública*, v. 43, p. 211-218, 2009.

FERREIRA, E. G.; OLIVEIRA, S. J. C.; SILVA, H.; SILVA, A. Q. da. **Características físico-química e teores de N, P, K em frutos de mangabeiras nativas do Litoral Paraibano.** In: Congresso Brasileiro de Fruticultura. Poços de Caldas. Sociedade Brasileira de Fruticultura, 15. 1998. Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1998.

FERREIRA, E. G.; SANTOS, E. S.; ARAÚJO, I. A.; OLIVEIRA, C. F.; **Avaliações Biométricas de Plantas e Físico-Químicas de Frutos de Mangabeira de Pomares Nativo e Cultivado,** I Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Mangaba. Aracaju, SE, Dez.2003.

FERREIRA, E. G. F.; MARINHO, S. J. O. **Produção de frutos da mangabeira para o consumo in natura e industrialização.** Empresa de pesquisa agropecuária da Paraíba-Emepa. Revista Ciência Tecnologia de Alimentos, João Pessoa, vol.1 nº1,p.9-14,Set. 2007.

FIGUEIREDO, I. C. R.; JAIME, P. C.; MONTEIRO, C. A. **Fatores associados ao consumo de frutas, legumes e verduras em adultos da cidade de São Paulo.** Rev Saúde Pública, v. 42, n. 5, p. 777-85, 2008.

FRANÇA, V. C.; NARAIN, N. **Caracterização química dos frutos de três matrizes de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.).** Ciência e tecnologia de alimentos, Campinas, v.23, n.2, p.157-160, 2003.

FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. **Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor.** In: **Aroma e Sabor de alimentos: temas atuais.** FRANCO, M. R. B. (Ed.) São Paulo – Brasil / Livraria Varela, 17-27, 2004a.

GOMES, J. E.; PERECIN, D.; MARTINS, A. B. G. et al. **Análise de agrupamentos e de componentes principais no processo seletivo em genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.).** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.22, n.1, p.36-39, 2000.

GONZAGA N. L.; SOARES, J. M. **Acerola para exportação: aspectos técnicos da produção.** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 43p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX,10).

GONZAGA N. L.; MATHUZ, B.; SANTOS, C. A. F. **Caracterização agronômica de clones de aceroleira (*Malpighia spp*) na região do submédio São Francisco.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.21, n.2, p.110-115, 1999.

GRAMEZZI, A.; GENTOLA, A.; FASOLI, M. **Assosiation between certain food and risk of acute myocardial infartion in women.** Br. Med. J.,v. 300, p. 771-773, 1990.

GUILHERME, D. O.; SANTOS, A. M.; PAULA, T. O. M. DE; ARAUJO, C. B.; SANTOS, W. G.; SILMA LEITE ROCHA, S. L.; CALDEIRA JUNIOR, C. F.; MARTINS, E. R. **Ecogeografia e etnobotânica da mangaba (*Hancornia speciosa*) no**

norte de Minas Gerais. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 414-416, 2007.

HARBORNE, J. B.; WILLIAMS, C. A. **Advances in flavonoid research since 1992.** Phytochemistry, v.52, p.481-504, 2000.

HASSIMOTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. **Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps.** Journal of Agricultural and Food Chemistry. V. 53, n.8, p. 2928-2935, 2005.

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

HEO, H. J.; LEE, C. Y. **Strawberry and its anthocyanins reduce oxidative stress-induce apoptosis in PC12 cells.** J Agric Food Chem, v.53, p.1984–1989, 2005.

HERNÁNDEZ, A. M.; PRIETO G. E. A. **Plantas que contienen polifenoles.** Revista Cubana de Investigaciones Biomedica, Ciudad de la Habana v.18, n.1, p. 12-14,1999.

HIROSHI, M., **High-performance liquid chromatographic determination of mono-, poly- and hydroxycarboxylic acids in foods and beverages as their 2-nitrophenylhydrazides.** Journal of Chromatography A 881 (1–2), 365–385, 2000.

HURST, W. J.; MARTIN JR, R. A . **Rapid high pressure liquid chromatographic determination of carbohydrates in milk chocolate products.** Journal of Association of Official Analytical Chemistries, v. 5, n. 60, p. 1180 - 1184, 1977.

I.A.L. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos.** 3.ed. São Paulo, 2005.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 22 de outubro de 2008.

IBRAF. (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS). **Missão brasileira ao Norte da África. Frutas e derivados.** 6.ed. Junho 2007. Acesso em: 25 nov. 2009. Online. Disponível em: http://www.ibraf.org.br/x_files/revista06.pdf.

INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial). **Orientação sobre validação de métodos de ensaios químicos DOC-CGCRE-008,** junho 2007, 24p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos.** Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005. 1018p

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

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

LAGO, E. S. **Produção de geléia de jambolão (*Syzygium cumini* Lamarck): processamento, parâmetros físico - químicos e avaliação sensorial.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.26, n.4, p.847-852, 2006.

LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F.; BEZERRA, J. E. F.; ESPÍNDOLA, A. C. **M. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes).** Jaboticabal: Ed. São Paulo, 2000. p 35.

LEE, K.; CHIU, F.; NG, K. **Identification and quantification of antioxidants in fructus lycii.** Food Chemistry, v.105, n.1, p.353-363. 2007.

LIMA, V. L. A. G.; MUSSER, R. S.; LEMOS, M. A., *et al.*, **Análise conjunta das características físico-químicas de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) do banco ativo de germoplasma em Pernambuco.** In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17., 2002a, Belém, Anais...Belém: SBF, 2002. CD-ROM.

LIMA, V. L. A. .; MELO, E. A.; PINHEIRO, I. O.; GUERRA, N. B. **Antioxidant capacity of anthocyanins from acerola genotypes.** Ciência e Tecnologia de Alimentos,[online], v. 31, n.1, p. 86-92, 2011.

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

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

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; SANTOS, G. M.; SILVA, D. S.; FERNADES, A. G.; PRADO, G. M. **Efeito do processamento sobre componentes do suco de acerola.** Revista Ciência Tecnologia de Alimentos, Campinas, vol.27 nº1, Jan./Mar. 2007.

MAILLARD, M. N.; SOUM, M. H.; BOIVIA, P.; BERSSET, C. **Antioxidant activity of barley and malt: relationship with phenolic content.** Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, London, v. 3, p. 238-244, 1996.

MARINHO, S. J. O.; FERREIRA, E. G.; ARAÚJO, I. A.; FRANCO, C. F. O.; SANTOS, E. S.; NETO, M. B. **Propagação da mangabeira (*Hancornia speciosa*, Gomes) por diferentes métodos de enxertia.** In: Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Mangaba, Anais... Aracaju, Embrapa – CNPATC, 2003. CD-ROM.

MARIOD, B. A.; IBRAHIM, R. M.; ISMAIL, M.; ISMAIL, N. **Antioxidant activities of phenolic rich fractions (PRFs) obtained from black mahlab (*Monechma***

ciliatum) and white mahlab (*Prunus mahaleb*) seedcakes. Food Chemistry, v. 118, p. 120–127, 2009.

MARQUES, G. M. R. **Secagem de caldo de cana em leito de espuma e avaliação sensorial do produto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga-BA, 2009.

MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, P. **Temperatura no armazenamento de pitanga**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 629-634, 2000.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L.; CAETANO, A.; NASCIMETO, R. **Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas**. Revista Ciência Tecnologia de Alimentos, 26(3): p.639-644, 2006.

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

MILLER, G. L. **Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars**. Analytical Chemistry, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MOLNAR-PERL, I., MORVAI, M., **Rapid method for the simultaneous GC quantitation of acids and sugars in fruits and vegetables**. Food Additives and Contaminants 9, 505–514, 1992.

MORAES, T. M.; RODRIGUES, C. M.; KUSHIMA, H.; BAUAB, T. M.; VILLEGAS, W.; PELLIZZON, C. H.; BRITO, A.; HIRUMA-LIMA, C. A. **Hancornia speciosa: Indications of gastroprotective, healing and anti – Helicobacter pylori actions**. Journal of Ethnopharmacology, v. 120, n. 2, p.161-168. 2008.

MOREIRA, M. A. B.; SOUZA, F. X.; RITZINGER, C. H. P.; RITZINGER, R.; FILGUEIRAS, H. A. C. **Cajá (*Spondias mombin* L. *Spondias lútea* L.)** In: VIEIRA NETO, R. D. (Ed.). **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa, 2002. cap. 2, p. 21-44.

MOREIRA, A.V.B.; MANCINI- FILHO, J. **Atividade antioxidante das especiarias mostarda, canela e ervadoce em sistemas aquoso e lipídico**. Nutrire, São Paulo, V.25, p.31-46, 2003.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; PAIVA, J. R. **Avaliação de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) na região da Chapada do Apodi-CE**. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17., 2002, Belém, Anais...Belém: SBF, 2002. CD-ROM.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A. et al. **Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n.4,p.463-470, 2002.

NOGUEIRA, P. C. L.; ANDRADE, M. S.; SAMPAIO, T. S.; RIBEIRO, A. S.; MORAES, V. R. S.; MACHADO, S. M. F.; ALVES, P. B.; OLIVA, G.; THIEMAN, O. H. **Estudo fitoquímico e avaliação farmacológica de plantas da família Apocynaceae e Guttiferae do estado de Sergipe**. II Seminário de Pesquisa FAP – SE, Aracaju, 2004.

NUNES, E. S.; D'ARAÚJO COUTO, F. A.; BRAZ, V. B. **Seleção de genótipos de aceroleira (*Malpighia Spp.*)**. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17., 2002, Belém, Anais...Belém: SBF, 2002. CD-ROM.

OLIVEIRA, M. E. B.; *Bol. CEPPA* 1998, 16, 13.

OLIVEIRA, L. F. et al. **Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo para produção de doce em calda**. Rev. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.33, n.3, p.259-262, 2002.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; SILVA, C. A., BECHARA, H. E. J.; BARROS, M. P.; MANO, C. M.; GOULART, F. O.; **Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues**, Food Chemistry, London.v.115. n2. 469-475. 2009.

OLIVEIRA, D. B.; PESSANHA, N. N. C.; BERNARDES, N. R.; SILVA, W. D.; MUZITANO, M. F.; OLIVEIRA, D. R. **Extrato dos frutos de *Cereus Fernambucensis*: Atividade Antioxidante e Inibição da Produção de Óxido Nítrico (NO) por Macrófagos**. Interscienceplace, ano 2 , n. 07, Maio/Junho, 2009.

OU, B.; HUANG, D.; WOODILL, M., F.; JUDITH, D., E. **Analysis of antioxidante actities of common vegetables employing Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Ferric Reducing Antioxidante Power (FRAP) assays: A comparative study**. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 3122-3128, 2002.

PARENTE, T. V.; BORGIO, L. A.; MACHADO J. W. B. **Características físico química de frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) do cerrado da região geoeconômica do Distrito Federal**. Ciência e Cultura, v. 37, n. 1, p. 95 – 98, 1985.

PEREDA, J.A.O. Tecnologia de alimentos. Porto Alegre - RS: ArtMed, 2005.

PEREIRA, J. M. A. 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, e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Viçosa-MG**. Alim. Nutr., Araraquara, vol.17, nº4, p.437-442, out./dez. 2006.

PÉREZ, A. G., RIOS, J. J., SANZ, C., OLÍAS, J. M. **Aroma components and free acids in starwberry variety Chandler during ripening**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40, 2232–2235, 1992.

PIMENTEL, M. L.; MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F. **Influência do processamento sobre a vitamina C do suco da acerola (*Malpighia glabra* L.)**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 23, n.1, p.143-146, 2001.

PINTO, A. C. Q.; SILVA, E. M. **Graviola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 41p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX).

PORCU, O. M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. **Carotenóides de acerola: efeito de estágio de maturação e remoção de película**. In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos–Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Inovação na Indústria de Alimentos, Campinas, Anais. São Paulo: UNICAMP, 2003. 1 CD-ROM.

PRINCEN, H.; POPPEL, G.; VOGELZANG, C.; BUYTENHEK, R.; KOK, F. **Effects of vitamin E, β -carotene, and smoking on LDL oxidation**. Arteriosclerosis and Thrombosis 12 (5): 554-562, 1992.

PRIOR, R., L.; CAO, G. **In vivo total Antioxidant capacity: Comparison of different analytical methods**. Free Radical Biology and Medicine 27 (11-12): 1173-1181, 2005.
Recebido em 16/7/07; aceito em 11/10/07; publicado na web em 2/4/08.

REYNERTSON, K. A. **Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits**. Food Chemistry, v. 109, p. 883 – 890, 2008.

RIBEIRO, S.; MATOS, G.; MARQUES, M.; LIMA, A. **Caracterização Físico-química, fenólicos totais e capacidade antioxidante de uvas Benitaka cultivadas no estado do Piauí-Brasil**. IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica de Alimentos. Belém, 2009.

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. **Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids**. Free Radical Biology and Medicine, Oxford, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996.

SCHERER, R.; RYBKA, A. C. P.; GODOY, H. T.; RODRIGUES, C. M.; BRITO, A. M. S.; HIRUMA-LIMA, C. A.; VILEGAS, W. **Constituintes químicos das cascas de Hancornia speciosa Gom. (Apocynacea)**; 29º Reunião Anual de Sociedade Brasileira de Química. Águas de Lindóia, 2006.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. **Atividade antioxidante de frutas do cerrado**. Revista Ciência Tecnologia de Alimentos, Campinas, 27(1): p.53-60, Jan./Mar. 2007.

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

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical 2007, 4p, Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 127.

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

SACCANI, G., GHERARDI, S., TRIFIR"O, A., SORESI BORDINI, C., CALZA, M., FREDDI, C. **Use of ion chromatography for the measurement of organic acids in fruit juices.** Journal of Chromatography A 706 (1–2), 395–403 , 1995.

SACRAMENTO, C. K.; FARIA, J. C.; CRUZ, F. L.; BARRETO, W. S.; GASPAR, J. W.; LEITE, J. B. V. **Caracterização Física e Química de Frutos de Três Tipos de Graviroleira (*Annona muricata L.*).** Revista. Brasileira Fruticultura, Jaboticabal- SP, v. 25, n. 2, p. 329-331, Agosto 2003.

SÁNCHEZ-MORENO, C. **Compuestos polifenólicos: efectos fisiológicos. Actividad antioxidante.** Alimentaria, p.29-40, 2002.

SANTANA, M. F. S; SILVA, I. C. **Elaboração de Biscoitos com Resíduo da Extração de Suco de Caju.** Embrapa Agroindústria de Alimentos, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - Belém: Embrapa Comunicado técnico 214, 2008.

SANTOS, A. F.; SILVA, S.de M.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E. **Conservação pós-colheita de mangaba em função da maturação, atmosfera e temperatura de armazenamento.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 29, n. 1, p. 85-91, 2009.

SANTOS, R. J.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. **Composição química e capacidade antioxidante da acerola e de sua respectiva polpa congelada.** In: **Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos– Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Inovação na Indústria de Alimentos**, Campinas, Anais.São Paulo: UNICAMP, 2003. CD-ROM.

SCHLESIER, K.; HARWAT, M.; BOHM, V.; BITSCH, R. **Assessment of antioxidante activity by using different *in vitro* methods.** Free Radical Research 36 (2):177-187, 2002.

SHUI, G., LEONG, L. P., **Separation and determination of organic acids and phenolic compounds in fruit juices and drinks by high-performance liquid chromatography.** Journal of Chromatography A 977, 89–96, 2002.

SILVA, A. Q.; SILVA, H.; NÓBREGA, J. P. **Conteúdo de nutrientes por ocasião da colheita em diversas frutas da região Nordeste.** In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 7, 1984. Florianópolis. Anais... Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1984. p. 326 – 339.

SILVA, B. M., ANDRADE, P. B., MENDES, G. C., SEABRA, R. M.; FERREIRA, M. A. **Study of the organic acids composition of quince (*Cydonia oblonga Miller*) fruit and jam.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 2313–2317, 2002.

SILVA, R. N.; et al. **Comparação de métodos para determinação de açúcares redutores e totais em mel.** Ciência e tecnologia Alimentos. Campinas. V. 23.n. 3. 2003.

SILVA, S. E. L.; SOUZA, A. C. **Avaliação preliminar de cinco tipos de graviola (*Annona muricata* L.) nas condições de Manaus:** Embrapa Amazônia Ocidental, 1999, 10p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de Pesquisa).

SILVA, B. M., ANDRADE, P. B., GONÇALVES, A. C., SEABRA, R. M., OLIVEIRA, M. B.; FERREIRA, M. A. **Influence of jam processing upon the contents of phenolics, organic acids and free amino acids in quince fruit (*Cydonia oblonga* Miller).** European Food Research and Technology, 218, 385–389, 2004.

SMIRNOFF, N. **Environment and plant metabolism.** Oxford: BIOS Scientific, 1995. 270 p.

SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G. S. F.; MAIA, G. A. M. et al. **Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo “foam-mat”.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.21, n.2,p.164-170, 2001.

SOARES, F. P.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R. C.; OLIVEIRA, L. M.; SILVA, D. R. G.; PAIVA, P. D. O. **Cultura da mangabeira.** Boletim Agropecuário, Lavras, n.67, p.1-12, 2008.

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

SOUZA, F. G.; FIGUEIREDO, R. W.; ALVES, R. E.; MAIA, G. A.; ARAÚJO, I. A.; **Qualidade pós-colheita de frutos de diferentes clones de mangabeira (*Hancornia speciosa* GOMES).** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1449-1454, 2004.

SOUZA, M. J. H.; GUIMARÃES, M. C. A.; GUIMARÃES, C. D. L.; FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, A. M. S. **Potencial agroclimático para a cultura da acerola no estado de Minas Gerais.** Revista Brasileira Eng. Agric. Ambient., Campina Grande, v.10,n.2,p.390-396, 2006.

SPINGO, G.; TRAMELLI, L.; FAVERI, D. **Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics.** Journal of Food Engineering 81: 200-208, 2007.

STRATIL, P.; BORIVOJ, K.; KUBÁN, V. **Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals.** Talanta 71: 1741-1751, 2007.

SUN, J. CHU, Y.; WU, X.; LIU, R.H. **Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits.** J. Agric Food Chem, v.50, p.7449–7454, 2002.

SUN, Y.; HAYAKAWA, S.; OGAWA, M.; IZUMORI, K. **Antioxidante properties of custard pudding dessert containing rare hexose, D-psicose.** Food Control 18: 220-227, 2007.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROZEVALLOS, L.; BYRNE, D. H. **Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts.** Journal of Food Composition and Analysis, v.19, p.669-675. 2006.

VALENTÃO, P., ANDRADE, P. B., RANGEL, J., RIBEIRO, B., SILVA, B. M., BAPTISTA, P. **Effect of the conservation procedure on the contents of phenolic compounds and organic acids in chanterelle (*Cantharellus cibarius*) mushroom.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 4925–4931, 2005.

VAN DEN BERG, R.; HAENEN, G. **Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures.** Food Chemistry 66: 511-517, 1999.

VATTEM, D. A. **Cranberry synergies for dietary management of *Helicobacter pylori* infections.** Process Biochem, v.40, p.1583–1592, 2005.

VENDRAMINI, A. L.; TRUGO, L. C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia glabra*L.) at three stages of maturity. **Food Chemistry**, London, v.71, n.2,p.195-198, 2000.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. L. **Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais.** Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p. 888-897, Setembro, 2011.

VIEIRA, V. B.; RODRIGUES, J. B.; BRASIL, C. C. B.; ROSA, C. S. **Produção, caracterização e aceitabilidade de licor de camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) Mcvaugh).** Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 21, n. 4, p. 519-522, out./dez. 2010.

WROLSTAD, R. E. **Use of sugar, sorbitol, and nonvolatile acid profile in determining the authenticity of fruit juice concentrates.** In Proceedings of the Symposium on Technological Problems of Fruit Juice Concentrates (pp. 27–39). Corvallis, OR: Oregon State University, 1981.

WU, B. H., QUILOT, B., GÉNARD, M., KERVELLA, J., Li, S. H. **Changes in sugar and organic acid concentrations during fruit maturation in peaches, *P. davidiana* and hybrids as analyzed by principal component analysis.** Sci. Hort. 103, 429–439, 2005.

WU, X.; GU, L.; HOLDEN, J.; HAYTOWITZ, D.; GEBHARDT, S.; BEECHER, G.; PRIOR, R. **Development of a database for total antioxidant capacity in foods a preliminary study.** Journal of Food Composition and Analysis. 17: 407-422, 2004.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T. **Influência da embalagem de atmosfera modificada e do tratamento com cálcio na cinética de degradação de ácido**

ascórbico e perda de peso em goiabas (*Psidium guajava* L.). Ciência Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 20, n. 1, p. 27-31, 2000.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T.; TONZAR, A. C. et al. **Produtos de acerola: estudos da estabilidade de vitamina C.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.23, n.1, p.92-94, 2003.

YEH, C. T.; YEN G. C. **Induction of apoptosis by the anthocyanidins through regulation of Bcl-2 gene and activation of c-jun n-terminal kinase cascade in hepatoma cells.** J.Agric Food Chem, v.53, p.1740–1749, 2005.

ZEIGER, R. **Vegetables, fruits and carotenes and risk of cancer.** Am. J. Clin. Nutr.,v.53, suppl. p. 251S-259S, 1991.