



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

**COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM POLPAS DE
MANGABA (*Hancornia speciosa* Gomes) *IN NATURA* e PROCESSADA, EM PÓ
LIOFILIZADO E REIDRATADA.**

KATIÚSCIA RAMOS ALVES ROCHA

São Cristóvão - Se
Fevereiro de 2015



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

**COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM POLPAS DE
MANGABA (*Hancornia speciosa* Gomes) *IN NATURA* e PROCESSADA, EM PÓ
LIOFILIZADO E REIDRATADA.**

Katiúscia Ramos Alves Rocha

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

Orientador: Prof.º Dr.º Narendra Narain.

Agência Financiadora: INCT / CAPES

São Cristóvão - Se

Fevereiro de 2015



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

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRADO

**COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM POLPAS DE
MANGABA (*Hancornia speciosa* Gomes) *IN NATURA* e PROCESSADA, EM PÓ
LIOFILIZADO E REIDRATADA.**

Autor: Katiúscia Ramos Alves Rocha

Orientador: Prof. Dr. Narendra Narain

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Narendra Narain
Orientador / PROCTA - UFS

Prof.^a Dr.^a Elma Regina Silva de Andrade Wartha (Membro interno)
Núcleo de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - UFS.

Prof.^o Dr.^o João Antonio Belmino dos Santos (Membro externo)
Departamento de Tecnologia de Alimentos - UFS.

São Cristóvão - Se
Fevereiro de 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

R672c Rocha, Katiúscia Ramos Alves
Compostos bioativos e atividade antioxidante em polpas de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) in natura e processada, em pó liofilizado e reidratada / Katiúscia Ramos Alves Rocha ; orientador Narendra Narain. – São Cristovão, 2015.
107 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Sergipe, 2015.

1. Mangaba 2. Compostos bioativos. 3. Antioxidantes. 4. Ácidos orgânicos. 5. Fenois I. Narain, Narendra, orient. II. Título.

CDU 644:582.923.5

DEDICATÓRIA

Dedico mais esta vitória em minha vida
a Deus, a meus pais José Roberto e
Anete, ao meu esposo Magdo e aos meus
irmãos Kirlian e Kelly Roberta.

VITAE DO CANDIDATO

Katiúscia Ramos Alves Rocha, nascida em nove de julho de mil novecentos e oitenta e um, em Aracaju - Se, filha de José Roberto Alves e Anete Ramos Alves, casada com Magdo Pereira Rocha.

Formou-se em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, Feira de Santana – Ba, em outubro de 2006. Tornou-se Engenheira de Segurança do Trabalho (Especialização *Latu Sensu*) pela instituição P&J, em Salvador – Ba no ano de 2009. Em 2013 concluiu outra Especialização *Latu Sensu* em Ciência Tecnologia de Alimentos pelo SENAI – Ba, em Salvador – Ba. Em 2013, iniciou a Especialização *Stricto Sensu*, concluindo em Fevereiro de 2015 obtendo o título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Sergipe – UFS, em São Cristóvão – Se.

Profissionalmente foi Responsável técnica e Gerente do controle de qualidade no período de agosto de 2007 a outubro de 2010 em uma indústria de alimentos com duas linhas distintas de produção, suplementos alimentares e temperos – R.Pires Alimentos em Santo Antonio de Jesus – Ba, em seguida, no período de novembro de 2010 a dezembro de 2011, foi Supervisora e posteriormente Gerente Distrital de Segurança Alimentar no CD Pirajá da rede Wall Mart em Salvador – Ba. Prestou serviços de forma terceirizada no SENAI – Ba (Unidade dendezeiros), entre maio e agosto de 2012, como professora do curso Técnico em Alimentos e cursos de curta duração na área de alimentos (em disciplinas como Princípios de Conservação dos Alimentos, Fundamentos de Embalagens de Alimentos, Princípios de Microbiologia e Segurança de Alimentos, Ferramentas da qualidade II).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar presente, me guiando, em todos os momentos de minha vida, por me guiar no caminho de mais esta conquista, por nunca ter me deixado fracassar ou desistir.

A meus pais, José Roberto e Anete, por serem à base de tudo, por me proporcionarem sempre o melhor, me orientarem para o caminho dos estudos, serem meu porto seguro, eles que sei que posso contar e para onde posso ir a qualquer momento, por estarem sempre presente, me ajudando, protegendo, orientando, mesmo agora morando longe. Sei que se orgulham muito de mim, espero nunca decepcioná-los. Amo vocês acima de tudo.

Ao meu esposo Magdo, obrigada pela compreensão nos momentos de mais estudo onde tive que te dar um pouco menos de atenção, mas nunca menos amor. Por me ouvir, me orientar, me acalantar nas horas de desânimo, sei que se orgulha e torce muito por minhas conquistas, que na verdade são nossas. Amo muito, muito você.

Aos meus irmãos, Kirlian e Kelly Roberta, sempre presentes, me orientando, protegendo, apoiando e conquistando junto cada passo dado, amo a vocês igualmente.

Agradeço ao meu orientador, Prof.º Dr. Narendra Narain, pelas orientações dos caminhos a serem seguidos nesta caminhada do mestrado, pela oportunidade e confiança em mim depositada, muito obrigada.

A prof.ª Dr.ª Elma Regina Silva de Andrade Wartha e o prof.º Dr.º João Antonio Belmino dos Santos, por fazerem parte de minha banca de qualificação, passando orientações de muito valor, de qual o melhor caminho a seguir nas análises deste trabalho. E por agora fazerem parte de minha banca de defesa do mestrado.

A todos os professores, Alessandra Pagani, Marcelo Carnelossi, Patrícia Constant, Maria Aparecida Azevedo, Luciana Aquino, pelos ensinamentos, orientações e contribuições dadas ao longo deste curso de mestrado.

As minhas novas, e tenho certeza que serão eternas, amigas do LAF, Juli, Gabi, Vivi, Yara e Taís. Obrigada meninas, a cada uma de vocês pelas orientações, ajudas nas disciplinas, nas pesquisas, nos nossos momentos de descontração e de dificuldades. Com a presença de vocês tudo se tornou mais leve e prazeroso de fazer, foram fundamentais nesta conquista. Muito obrigada, estarão no meu coração para sempre.

A todos os colegas do PROCTA / LAF, Grécia, Júnior, D. Creuza, D. Sônia, Suyare, Ausberta, Rejane, Kelly, Layana, Anderson, Mércia, Terezinha, Mônica, Hanna, Patrícia, que me ajudaram, me orientaram direta ou indiretamente ao longo desta caminhada do mestrado.

Muito obrigada a cada um de vocês que fazem parte de mais esta conquista em minha vida.

COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM POLPAS DE MANGABA (*Hancornia speciosa* Gomes) *IN NATURA* e PROCESSADA, EM PÓ LIOFILIZADO E REIDRATADA.

RESUMO

No estado de Sergipe, a mangaba é uma das frutas mais abundantes e procuradas, consumida como polpa congelada, suco e sorvete. Uma das formas de conservação das frutas e manutenção de suas características químicas, nutricionais e organolépticas, é o processo de liofilização. Diante da importância da mangaba para o estado de Sergipe, dos compostos bioativos e antioxidantes importantes para a saúde e presentes na mangaba, o objetivo deste trabalho foi determinar estes compostos (vitamina C, carotenoides, compostos fenólicos, ácidos orgânicos) e a atividade antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP), presentes nas polpas de mangaba *in natura* e pasteurizada, em pó seco e reidratado. Por colorimetria, foi confirmado o alto teor de vitamina C da mangaba. Por espectrometria, determinaram-se baixas concentrações de carotenoides. Maiores concentrações de fenólicos totais e flavonoides nas amostras de polpa *in natura* que nas amostras de polpa pasteurizada. Através da cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) foram identificados e quantificados, os principais ácidos orgânicos (cítrico, L-ascórbico e o D-málico e em menor quantidade o D-tartárico), os compostos fenólicos (rutina, quercetina e ácido clorogênico), e o β -caroteno apresentou maior conteúdo nas amostras de polpa *in natura* que nas suas respectivas amostras de polpa pasteurizada. Nas atividades antioxidantes, as maiores concentrações foram determinadas nas amostras de polpa *in natura* para os radicais DPPH e ABTS e nas amostras de polpa pasteurizada através do método FRAP. Diante dos resultados expostos, a mangaba possui maiores ou menores concentrações de todos os compostos bioativos e atividades antioxidantes estudadas, desta forma o consumo da mangaba e a produção de subprodutos devem ser incentivados.

Palavras chaves: CLAE, compostos fenólicos, carotenoides, ácidos orgânicos, antioxidantes, liofilização.

BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN MANGABA PULP (*Hancornia speciosa* Gomes) IN NATURA AND PROCESSED IN POWDER LYOPHILISATE AND REHYDRATED.

ABSTRACT

In the state of Sergipe, mangaba is one of the most abundant and sought fruit consumed as frozen pulp, juice and ice cream. One way of conservation of fruit and maintenance of chemical, nutritional and organoleptic characteristics, is the lyophilization process. Given the importance of mangaba for the state of Sergipe, the bioactive compounds and antioxidants important for health and present in mangaba, the aim of this study was to determine these compounds (vitamin C, carotenoids, phenolic compounds, organic acids) and the antioxidant activity (DPPH, ABTS and FRAP), present in the pulp of raw and pasteurized mangaba, dry powder and rehydrated. By colorimetry, confirmed the high vitamin C content of mangaba. Spectrometry, it was determined low concentrations of carotenoids. Further phenolic and flavonoid concentrations in samples of fresh pulp to pulp in the pasteurized samples. Through high performance liquid chromatography (HPLC) were identified and quantified the main organic acids (citric acid, L-ascorbic acid and D-malic and fewer D-tartaric acid), phenolic compounds (rutin, quercetin and chlorogenic acid), and the β -carotene content in the samples showed higher pulp in natura that in their respective samples of pasteurized pulp. The antioxidant activities, the highest concentrations were determined in samples of pulp in natura for DPPH and ABTS radical and in pasteurized pulp samples through the FRAP method. Given the above results, the mangaba has higher or lower concentrations of all bioactive compounds and antioxidant activities studied, so the consumption of mangaba and the production of by-products should be encouraged.

Keywords: HPLC, phenolics, carotenoids, organic acids, antioxidants and lyophilization.

SUMÁRIO

	Pag.
AGRADECIMENTOS -----	i
RESUMO -----	iii
ABSTRACT -----	iv
SUMÁRIO -----	v
ÍNDICE DE TABELAS -----	vii
ÍNDICE DE FIGURAS -----	ix
SÍMBOLOS E ABREVIACÕES -----	xiv
1. INTRODUÇÃO -----	01
2. OBJETIVO -----	02
2.1. OBJETIVO GERAL -----	02
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS -----	03
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -----	04
3.1. MANGABA -----	04
3.2. ANTIOXIDANTES -----	08
3.3. COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES EM FRUTAS -----	09
3.3.1. Vitamina C -----	09
3.3.2. Carotenoides -----	11
3.3.3. Compostos fenólicos -----	13
3.4. LIOFILIZAÇÃO -----	15
3.5. CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA – CLAE --	16
4. MATERIAIS E MÉTODOS -----	18
4.1. MATERIAIS -----	18
4.1.1. Fruta -----	18
4.1.2. Obtenção da polpa <i>in natura</i> -----	19
4.1.3. Polpa pasteurizada industrializada -----	21
4.1.4. Pó liofilizado -----	22
4.1.5. Polpa reidratada do pó liofilizado -----	23
4.1.6. Denominação dos teores usados para detalhamento da mangaba <i>in natura</i> e seus produtos -----	24
4.2. MÉTODOS DE ANÁLISES -----	24

4.2.1.	Determinação de características físico-química da polpa de mangaba e seus produtos -----	24
4.2.1.1.	pH -----	24
4.2.1.2.	Sólidos solúveis totais -----	25
4.2.1.3.	Atividade de água -----	25
4.2.1.4.	Acidez -----	25
4.2.1.5.	Umidade -----	26
4.2.2.	Determinação do teor total de compostos bioativos -----	26
4.2.2.1.	Vitamina C -----	26
4.2.2.2.	Carotenoides -----	27
4.2.2.3.	Compostos fenólicos totais -----	27
4.2.2.4.	Flavonoides -----	28
4.2.3.	Identificação e quantificação dos compostos bioativos por CLAE -----	29
4.2.3.1.	Ácidos orgânicos -----	29
4.2.3.2.	Carotenoides -----	30
4.2.3.3.	Compostos Fenólicos -----	30
4.2.4.	Determinação da atividade antioxidante -----	31
4.2.4.1.	DPPH -----	31
4.2.4.2.	ABTS -----	32
4.2.4.3.	FRAP -----	32
4.2.5.	Análise estatística dos dados -----	33
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	34
5.1.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS -----	34
5.2.	COMPOSTOS BIOATIVOS -----	38
5.3.	ANÁLISES DE COMPOSTOS BIOATIVOS POR CLAE -----	42
5.3.1.	Ácidos orgânicos -----	42
5.3.2.	Carotenoides -----	50
5.3.3.	Compostos fenólicos -----	55
5.4.	ATIVIDADE ANTIOXIDANTE -----	63
6.	CONCLUSÕES -----	65
7.	REFERÊNCIAS -----	66
	ANEXOS -----	77

ANEXO A	77
ANEXO B	84

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 01: Composição de compostos bioativos da mangaba -----	07
Tabela 02 Caracterização físico-química das polpas de mangaba e seus produtos. ---	34
Tabela 03: Compostos bioativos em polpas de mangaba <i>in natura</i> , pasteurizada e em pó seco e reidratado -----	38
Tabela 04: Ácidos orgânicos quantificados por CLAE, de polpas de mangaba <i>in natura</i> , pasteurizada e em pó seco e reidratado -----	42
Tabela 05: Carotenoides (β -caroteno) quantificados por CLAE, nas polpas de mangaba <i>in natura</i> , pasteurizada e em pó seco e reidratado -----	50
Tabela 06: Compostos fenólicos quantificados por CLAE, nas polpas de mangaba <i>in natura</i> , pasteurizada e em pó seco e reidratado -----	55
Tabela 07: Atividade antioxidante de polpas de mangaba <i>in natura</i> , pasteurizada e em pó seco e reidratado -----	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Fruto da mangabeira – Mangaba (<i>Hancornia speciosa</i> Gomes) -----	05
Figura 02: Equipamento liofilizador (Chirst, modelo: Alpha 1-4LSC) -----	16
Figura 03: Sistema de cromatografia líquida de alta eficiência acoplada com detectores (Shimadzu) -----	18
Figura 04: Frutos de mangaba -----	19
Figura 05: Fluxograma de despulpamento da fruta -----	20
Figura 06: Despulpadeira mecânica (Itametal, Compacta 189) utilizada para despoldar a mangaba -----	20
Figura 07: Polpa de mangaba <i>in natura</i> , obtida após o processo de despulpamento acima descrito -----	21
Figura 08: Polpa de mangaba pasteurizada industrializada -----	21
Figura 09: Polpa de mangaba armazenada em recipiente adequado para congelamento e posterior liofilização -----	22
Figura 10: Fluxograma de obtenção do pó liofilizado -----	22
Figura 11: Pó liofilizado -----	23
Figura 12: Polpa reidratada obtida a partir do pó liofilizado -----	24
Figura 13: Cromatograma de identificação dos ácidos orgânicos (tártarico, málico e cítrico) por CLAE (210 nm), presentes na PIN (polpa <i>in natura</i>). -----	44
Figura 14: Cromatograma de identificação do ácido orgânico L-ascórbico, por CLAE (243 nm), presente na PIN (polpa <i>in natura</i>). -----	45
Figura 15: Cromatograma de identificação ácidos orgânicos (tártarico, málico e cítrico) por CLAE à 210 nm, presentes na PINP (pó liofilizado da polpa <i>in natura</i>). -----	45

Figura 16: Cromatograma de identificação do ácido orgânico L-ascórbico por CLAE (243 nm) presente na PINP (pó liofilizado da polpa <i>in natura</i>). -----	46
Figura 17: Cromatograma de identificação dos ácidos orgânicos (tártarico, málico e cítrico) por CLAE (210 nm) presentes na PINR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa <i>in natura</i>). -----	46
Figura 18: Cromatograma de identificação do ácido orgânico L-ascórbico por CLAE (243 nm) presente na PINR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa <i>in natura</i>). --	47
Figura 19: Cromatograma de identificação dos ácidos orgânicos (tártarico, málico e cítrico) por CLAE (210 nm) presentes na PP (polpa pasteurizada). -----	47
Figura 20: Cromatograma de identificação do ácido orgânico L-ascórbico por CLAE (243 nm) presente na PP (polpa pasteurizada). -----	48
Figura 21: Cromatograma de identificação dos ácidos orgânicos (tártarico, málico e cítrico) por CLAE (210 nm) presentes na PPP (pó liofilizado da polpa pasteurizada –	48
Figura 22: Cromatograma de identificação do ácido orgânico L-ascórbico por CLAE (243 nm) presente na PPP (pó liofilizado da polpa pasteurizada). -----	49
Figura 23: Cromatograma de identificação dos ácidos orgânicos (tártarico, málico e cítrico) por CLAE (210 nm) presentes na PPR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada). -----	49
Figura 24: Cromatograma de identificação do ácido orgânico L-ascórbico por CLAE (à 243 nm) presente na PPR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada). -	50
Figura 25: Cromatograma de identificação do β -caroteno por CLAE (450 nm) presente na PIN (polpa <i>in natura</i>). -----	52
Figura 26: Cromatograma de identificação do β -caroteno por CLAE (450 nm) presente na PIN (polpa <i>in natura</i>). -----	52
Figura 27: Cromatograma de identificação do β -caroteno por CLAE (450 nm) presente na PINR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa <i>in natura</i>). -----	53

Figura 28: Cromatograma de identificação do β -caroteno por CLAE (450 nm) presente na PP (polpa pasteurizada). -----	53
Figura 29: Cromatograma de identificação do β -caroteno por CLAE (450 nm) presente na PPP (pó liofilizado da polpa pasteurizada). -----	54
Figura 30: Cromatograma de identificação do β -caroteno por CLAE (450 nm) presente na PPR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada). -----	54
Figura 31: Cromatograma de identificação dos ácidos fenólicos (ácido clorogênico e quercetina) por CLAE (310 nm) presente na PIN (polpa <i>in natura</i>). -----	57
Figura 32: Cromatograma de identificação do ácido fenólico (rutina) por CLAE (254 nm) presente na PIN (polpa <i>in natura</i>). -----	57
Figura 33: Cromatograma de identificação dos ácidos fenólicos (ácido clorogênico e quercetina) por CLAE (310 nm) presente na PINP (pó liofilizado da polpa <i>in natura</i>)	58
Figura 34: Cromatograma de identificação do ácido fenólico (rutina) por CLAE (254 nm) presente na PINP (pó liofilizado da polpa <i>in natura</i>). -----	58
Figura 35: Cromatograma de identificação dos ácidos fenólicos (ácido clorogênico e quercetina) por CLAE (310 nm) presente na PINR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa <i>in natura</i>). -----	59
Figura 36: Cromatograma de identificação do ácido fenólico (rutina) por CLAE (254 nm) presente na PINR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa <i>in natura</i>). -----	59
Figura 37: Cromatograma de identificação dos ácidos fenólicos (ácido clorogênico e quercetina) por CLAE (310 nm) presente na PP (polpa pasteurizada). -----	60
Figura 38: Cromatograma de identificação do ácido fenólico (rutina) por CLAE (254 nm) presente na PP (polpa pasteurizada). -----	60
Figura 39: Cromatograma de identificação dos ácidos fenólicos (ácido clorogênico e quercetina) por CLAE (310 nm) presente na PPP (pó liofilizado da polpa pasteurizada). -----	61

Figura 40: Cromatograma de identificação do ácido fenólico (rutina) por CLAE (254 nm) presente na PPP (pó liofilizado da polpa pasteurizada). -----	61
Figura 41: Cromatograma de identificação dos ácidos fenólicos (ácido clorogênico e quercetina) por CLAE (310 nm) presente na PPR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada). -----	62
Figura 42: Cromatograma de identificação do ácido fenólico (rutina) por CLAE (254 nm) presente na PPR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada). -----	62
Figura 43: Curva de calibração do ácido gálico. -----	77
Figura 44: Curva de calibração da quercetina. -----	77
Figura 45: Curva de calibração do ácido L-ascórbico. -----	78
Figura 46: Curva de calibração do ácido cítrico. -----	78
Figura 47: Curva de calibração do ácido D-málico. -----	79
Figura 48: Curva de calibração do ácido D-tartárico. -----	79
Figura 49: Curva de calibração do β -caroteno. -----	80
Figura 50: Curva de calibração do ácido clorogênico. -----	80
Figura 51: Curva de calibração da rutina. -----	81
Figura 52: Curva de calibração da quercetina. -----	81
Figura 53: Curva de calibração do DPPH. -----	82
Figura 54: Curva de calibração do TROLOX para o radical ABTS. -----	82
Figura 55: Curva de calibração do Sulfato ferroso para o FRAP. -----	83
Figura 56: Espectro do padrão do ácido clorogênico. -----	84
Figura 57: Espectro do padrão da quercetina. -----	84

Figura 58: Espectro do padrão da rutina. ----- 85

Figura 59: Espectro do sobreposição dos padrões (A- ác. clorogênico, B- rutina, C – quercetina). ----- 86

SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

LDL	Low density lipoprotein
DPPH	2,2-difenil –1– picril-didrazil
ABTS	2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)
FRAP	Método de redução do complexo férrico tripiridiltriazina ao complexo ferroso.
pH	Potencial hidrogeniônico
FOSHU	<i>Foods for Specified Health Use</i>
FDA	<i>Food and Drug Administration.</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
MS	Ministério da Saúde.
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada.
ω	Ômega
β	Beta
ρ	Para
IDR	Ingestão Diária Recomendada
UV –	Ultra violeta
HIV	Síndrome da Imunodeficiência Humana
DNA	<i>deoxyribonucleic acid</i> - Ácido Desoxirribonucleico
CLAE	Cromatografia líquida de alta eficiência
CLAD	Cromatografia líquida de alto desempenho
CEASA	Central de abastecimento
UFS	Universidade Federal de Sergipe
LAF	Laboratório de Análise de Flavor e Cromatografia
UFLC	Ultra fast liquid chromatography
DCPIP	2,6-Diclorofenol
NaHCO ₃	Bicarbonato de sódio
CaCO ₃	Carbonato de cálcio
KH ₂ PO ₄	Persulfato de potássio
Fe ₂ SO ₄	Sulfato ferroso
Na ₂ CO ₃	Carbonato de sódio

AlCl ₃	Cloreto de alumínio
NaOH	Hidróxido de sódio
H ₂ C ₂ O ₄	Ácido oxálico
C ₆ H ₈ O ₆	Ácido ascórbico (vitamina C)
HCl	Ácido clorídrico
TPTZ	2,4,6 – Tripyridyl-s-triazine
AA	Ácido ascórbico
TR	Tempo de retenção
GAE	Equivalente ácido gálico
VCEAC	Vitamin C equivalent antioxidant capacity
TEAC	Trolox equivalent antioxidant capacity
CO ₂ H	Carboxila
Hg	Mercúrio
° Brix	Unidade de medida de Sólidos solúveis totais
mbar	Unidade de medida de pressão
ppm	Partes por milhão
N	Normal
ANOVA	Análise de variância
SAS	Statistical Analysis System
V	Volume
μ	micro
M	mol
g	Gramas
min	Minutos
mAU	Área
°C	Graus Celsius / graus centígrados
m	Metros
nm	Nanômetros
L	Litros
Kg	Quilogramas
μg	Micro gramas
μm	Micrometro
μM	Micromol

(μmol)	
mg	Miligrama
mmol	Milimol
mm	Milímetro
PIN	Polpa <i>in natura</i>
PINR	Pó liofilizado da polpa <i>in natura</i>
PINP	Polpa reidratada do pó da polpa liofilizada da polpa <i>in natura</i>
PP	Polpa pasteurizada
PPR	Pó liofilizado da polpa pasteurizada
PPP	Polpa reidratada do pó da polpa liofilizada da polpa pasteurizada

1. INTRODUÇÃO

Frutas e vegetais são as principais fontes de vitaminas antioxidantes (E, C), carotenoides (β -caroteno, precursor da vitamina A), flavonóides que atuam como eliminadores de radicais livres, tornando estes alimentos essenciais para a saúde humana (HOSSAIN & RAHMAN, 2010). Uma baixa ingestão de vitaminas antioxidantes contribui para a incidência de doenças cardiovasculares. O nível dessas vitaminas essenciais, em contraste com outros mecanismos de defesa do corpo, é determinado principalmente por seu suprimento na dieta (MAIA *et. al.*, 2007). Outro grupo de compostos bioativos importantes são os compostos fenólicos, responsáveis pela atividade antioxidante de diversos vegetais, com propriedades funcionais fisiológicas importantes, como por exemplo, proteção dos órgãos e tecidos contra o estresse oxidativo e a carcinogênese. Os carotenoides outro importante grupo de compostos bioativos, são pigmentos naturais responsáveis pela coloração de frutas, folhas e flores. O β -caroteno é o carotenoide mais abundante e com a maior atividade pró-vitamina A em alimentos. É um potente antioxidante com ação protetora contra doenças cardiovasculares, inibe a oxidação do LDL e evita o desenvolvimento de aterosclerose (MORAES & COLLA, 2006).

A mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) é uma fruta encontrada naturalmente no Brasil, ocorrendo em todos os estados do Nordeste e em maior abundância nas áreas de tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas, onde se localiza o estado de Sergipe o maior produtor da mangaba no país (SANTOS *et. al.*, 2008). O fruto da mangaba é bastante apreciado por suas excelentes características físicas, aroma e sabor, associado ao elevado valor nutritivo (SANTOS *et. al.*, 2009), rica em vitaminas A, B₁, B₂ e C, ferro, fósforo, cálcio e proteína (SOBRINHO *et. al.*, 2004). A mangaba é uma das frutas mais abundantes e procuradas nas feiras livres no estado de Sergipe, sendo consumida principalmente nas formas de polpa congelada, suco e sorvete. (RUFINO, 2008). A fruta também é utilizada como doces, compotas, bebidas alcoólicas, geleia, entre outras aplicações (CLERICI & SILVA, 2011).

A obtenção de produtos pela conservação de frutas é um desafio na busca da manutenção das características nutricionais e sensoriais da fruta *in natura*. Os processos de obtenção destes produtos das frutas influenciam diretamente nas características nutricionais e sensoriais e nos teores de compostos bioativos destes produtos. A liofilização, um dos

métodos de transformação das frutas em seus produtos, este é um processo de desidratação, em que a água é eliminada do alimento por sublimação. Para que o processo de liofilização ocorra é preciso que o alimento seja previamente congelado a temperatura de cerca de -18°C. Não são aplicadas altas temperaturas, o que é comum em outros processos de desidratação, isso faz com que as características químicas e organolépticas do alimento sejam pouco alteradas. A manutenção das características químicas e organolépticas é uma grande vantagem da liofilização em relação a outras formas de desidratação de alimentos, outras vantagens que podem ser citadas são a facilidade de armazenamento e transporte destes produtos. (OLIVEIRA *et. al.*, 2012).

A identificação e quantificação de alguns compostos bioativos (vitamina C, carotenoides e flavonoides) e a atividade antioxidante da mangaba, ainda são muito pouco estudadas. O consumo de frutas trazem muitos benefícios à saúde, os compostos bioativos agem e influenciam diretamente na qualidade de vida, melhoria da saúde, prevenção e/ou diminuição do risco de desenvolvimento de doenças nas pessoas que consomem com frequência frutas ricas nestes compostos. Aliado aos benefícios à saúde destes compostos presentes nas frutas, existe a escassez de estudos sobre a presença e o teor destes compostos na mangaba e com isso o interesse da comunidade científica no estudo de compostos bioativos em frutas “exóticas”. Além disso, este estudo objetiva valorizar a mangaba incentivando o seu consumo e a produção de derivados na forma de polpa *in natura*, polpa pasteurizada e pó da polpa liofilizada, agregando valor a esta fruta, contribuindo para o desenvolvimento econômico do estado de Sergipe, enfatizando os compostos bioativos presentes na mangaba.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Identificar e quantificar compostos bioativos (vitamina C, carotenoides, compostos fenólicos, ácidos orgânicos) e a atividade antioxidante (através dos radicais DPPH e ABTS, e

pelo método de redução do ferro – FRAP) de polpa de mangaba *in natura* e pasteurizada, em pó seco e reidratada.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Obter a polpa *in natura* e adquirir a polpa pasteurizada.
- ✓ Obter o pó da polpa de mangaba mediante o processo de liofilização;
- ✓ Caracterizar físico-quimicamente (pH, sólidos solúveis, atividade de água, acidez, umidade) as amostras estudadas;
- ✓ Determinar compostos bioativos nas amostras estudadas:
 - ✓ Vitamina C, por colorimetria;
 - ✓ Carotenoides totais, beta caroteno, licopeno, fenólicos totais, flavonoides por espectrometria.
 - ✓ Ácidos orgânicos, compostos fenólicos e beta caroteno por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).
- ✓ Avaliar a atividade antioxidante (através dos radicais DPPH e ABTS, e pelo método de redução do ferro – FRAP) de polpa de mangaba *in natura* e pasteurizada, em pó seco e reidratado;
- ✓ Avaliar o efeito da liofilização na retenção de compostos bioativos e da atividade antioxidante na polpa da mangaba;
- ✓ Comparar os teores dos compostos bioativos e da atividade antioxidante presentes de polpa de mangaba *in natura* e pasteurizada, em pó seco e reidratado.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. MANGABA

A palavra mangaba é de origem indígena (mã'gawa), significa “coisa boa de comer”. Alguns autores mencionam a mangaba como corruptela de mongaba, que significa grude ou visgo, em alusão ao látex da planta. Algumas variantes do nome mangaba são usadas no Brasil, como mangaíba, mangareíba, mangava, mangaúva e manguba. Outros sinônimos popularmente empregados são encontrados na literatura, como catu e fruta-de-doente (em Sergipe) (RUFINO, 2008).

A mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) pertence à família das Apocináceas e é encontrada naturalmente no Brasil, ocorrendo em todos os estados do Nordeste. É nativa da zona de transição entre a vegetação tipo cerrado e a do bosque tropical atlântico no Brasil. Ocorre com maior abundância nas áreas de tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas do Nordeste, se desenvolvem em solos pobres e arenosos, típicos destas regiões (SANTOS *et. al.*, 2008).

A planta da mangabeira, é um arbusto de 2 a 10 m de altura podendo chegar raramente até os 15 m, possui porte harmonioso (RUFINO, 2008). Sua copa pode chegar a quatro ou cinco metros de diâmetro, é uma planta perenifólia; suas folhas são verdes, lanceoladas e inteiras, suas flores são brancas e grandes. É uma planta de clima tropical, ocorrendo, principalmente, em áreas de vegetação aberta, com temperatura média ideal entre 24 e 26°C. Seu maior desenvolvimento se dá em épocas com temperaturas mais altas, e a pluviosidade ideal para o desenvolvimento da mangaba é de 750 mm a 1.600 mm anuais (SANTOS *et. al.*, 2008). A mangabeira é uma planta que produz o látex, seu fruto, que tem um sabor e aroma únicos, é o principal produto explorado (CLERICI & SILVA, 2011).

A frutificação da mangaba pode ocorrer em qualquer época do ano, mas os períodos de maior produção são entre os meses de julho a outubro e de janeiro a abril, e a colheita dos frutos tem sua maior concentração entre os meses de dezembro a maio (SANTOS *et. al.*, 2008). O período de florescimento até a colheita dos frutos maduros varia de 97 a 113 dias (RUFINO, 2008). Os frutos que caem naturalmente amadurecem em um período de 12 a 24

horas, enquanto que os frutos colhidos próximos ao ponto de maturação amadurecem depois de 2 a 4 dias, é um fruto extremamente perecível (SANTOS *et. al.*, 2009).

O fruto, ilustrado na figura 1, é bastante apreciado pelas suas excelentes características físicas, aroma e sabor, associado ao elevado valor nutritivo (SANTOS *et. al.*, 2009), é classificado como do tipo baga, tem forma elipsóide ou arredondada, atingindo até 6,5 cm de comprimento, mas com diferentes tamanhos na mesma planta (RUFINO, 2008), apresenta comportamento típico de fruto climatérico (SANTOS *et. al.*, 2009). Apresenta a casca ou exocarpo, exibindo uma coloração, que varia de verde-clara (quando imaturos) a amarelada, com estrias avermelhadas (quando maduros), produzindo um suco viscoso na casca. Apresenta polpa de cor branca, de gosto acidulado a doce, suave, carnosa e viscosa, de aroma perfumado e muito saborosa (RUFINO, 2008).

O Estado de Sergipe, apesar da pequena extensão, no ano de 2008 era o maior produtor do fruto no país, ocorrendo principalmente nas áreas de Tabuleiros Costeiros e Baixadas Litorâneas, sendo destaque os municípios de Indiaroba, Barra dos Coqueiros, Pirambu, Itaporanga e Estância (SANTOS *et. al.*, 2008). Em Sergipe, a mangaba é uma das frutas mais abundantes e procuradas nas feiras livres, sendo que sua principal forma de consumo é como polpa congelada, suco e sorvete. (RUFINO, 2008). Também é regionalmente utilizada para doces, xarope, compotas de frutas, vinho, vinagre, bebidas alcoólicas e produção de geleia (CLERICI & SILVA, 2011).



Figura 01: Fruto da mangabeira – Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). Fonte: Embrapa

A mangaba é uma fruta rica em diversos elementos e em sua composição encontramos as vitaminas A, B₁, B₂ e C, além de ferro, fósforo, cálcio e proteína (1,3% a 3,0%). O valor energético, em cada 100g de fruta, é de 43 calorias (SOBRINHO *et. al.*, 2004), podendo esta fruta ser indicada para alimentação de pessoas doentes e coalescentes, devido ao seu alto poder de digestibilidade, seu valor nutricional e suas propriedades medicinais (FERREIRA & MARINHO, 2007).

A tabela 3 apresenta a composição de vitaminas e alguns compostos bioativos presentes na mangaba, estudado por alguns autores, sendo estes estudos ainda escassos, na tabela acima citada constata-se o alto teor de vitamina C presente na mangaba quando comparado com a IDR determinada na legislação brasileira, nota-se também a presença de vitamina A, de compostos bioativos como flavonoides, fenólicos totais, carotenoides totais antocianinas, e a atividade antioxidante.

Estudos têm sido desenvolvidos visando à utilização da mangaba sob a forma de passas, por possuir efeitos medicinais, indicados para pessoas covalentes no tratamento de úlceras gástricas (RUFINO, 2008). Outros estudos encontram-se em desenvolvimento visando melhor aproveitamento da mangaba, devido a sua alta perecibilidade e a sua frutificação sazonal, buscando desta forma, incentivar o aumento do cultivo do fruto e a produção de derivados que mantenham as características sensoriais, nutricionais e funcionais da mangaba, um dos processos tecnológicos de processamento que podem manter estas características e proporcionar derivados, tais como suco em pó, tornando possível o consumo de um derivado natural da fruta em períodos de sazonalidade é a liofilização.

Tabela 01: Composição de compostos bioativos da mangaba.

	ALMEIDA <i>et. al.</i> , (2011)	CLERICI & SILVA, (2011)	FERREIRA & MARINHO, (2007)	ROCHA, (2011)	MOURA, (2005)	IBGE, (2011)	BRASIL, (1998) (IDR- RDC 269,2005)
Atividade Antioxidante	3385 CE (g DPPH/g), 14,6 mmol trolox/g (ABTS), 162,57 ABTS (VCEAC) 118,78 DPPH (VCEAC) 10,84 ABTS (TEAC) 5,27 DPPH (TEAC)	18,3 mmol Fe ₂ SO ₄ /g (FRAP)					
Vitamina C (Ác. Ascórbico) (mg)	96,3	190	33,0			33,00	45
Carotenoides totais (mg de β-caroteno)				0,3	0,30	0,20	0,40
Fenólicos totais (mg GAE)	98,8	169					
Flavonoides (mg)				15			

(expressos para 100g de polpa)

3.2. ANTIOXIDANTES

Antioxidantes são substâncias que quando se encontram em baixas concentrações comparadas com as do substrato oxidável, previnem ou retardam que um pró-oxidante oxide o substrato, embora não possa reverter o processo oxidativo e nem evitar a rancidez hidrolítica (RUFINO, 2008). São agentes que protegem as células contra os efeitos dos radicais livres, podem ser antioxidantes enzimáticos ou não-enzimáticos (BIANCHI & ANTUNES, 1999).

Os radicais livres são moléculas altamente instáveis, intimamente relacionados com a saúde, podendo contribuir para o envelhecimento e o aumento do risco de doenças crônicas não transmissíveis, processos degenerativos como enfermidade cardiovascular, certos tipos de câncer, aterosclerose, artrite reumática, patologias associadas a uma deterioração do sistema cognitivo, como Alzheimer, entre outras e para processos inflamatórios. São exemplos de radicais livres: $^1O^2$ - oxigênio singlete; O_2^- - radical superóxido; OH - radical hidroxila; NO - óxido nítrico; ONOO $^-$ - peroxinitrito; Q - radical semiquinona (RUFINO, 2008).

Alguns antioxidantes não-enzimáticos são o alfa-tocoferol (Vitamina E), β -caroteno (pró-vitamina A), ácido ascórbico (Vitamina C), flavonóides, proteínas do plasma, selênio, glutathione, clorofilina, L-cisteína, curcumina, enquanto alguns antioxidantes enzimáticos são o superóxido dismutase, catalase, NADPH-quinona oxidoreductase, glutathioneperoxidase e as enzimas de reparo (BIANCHI & ANTUNES, 1999).

O desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes que resulta na indução de danos celulares pelos radicais livres tem sido chamado de estresse oxidativo. Mas a produção de uma grande quantidade de radicais livres pode causar danos e morte celular (BIANCHI & ANTUNES, 1999). Compostos como vitaminas, compostos fenólicos, flavonóides, antocianinas, que limpam radicais livres, podem reduzir o nível de estresse oxidativo e evitar a oxidação de biomoléculas. Estas biomoléculas poderiam resultar em doenças coronárias, cancro, artrite reumatoide, processos degenerativos associados com o envelhecimento, incluindo Parkinson e doenças de Alzheimer (ALMEIDA *et. al.*, 2011).

Os antioxidantes podem agir diretamente na neutralização da ação dos radicais livres ou participar indiretamente de sistemas enzimáticos com essa função (MORAES & COLLA, 2006). A inclusão de antioxidantes na dieta é de grande importância e o consumo de frutas e vegetais está relacionado com a diminuição do risco de desenvolvimento de doenças

associadas ao acúmulo de radicais livres (BIANCHI & ANTUNES, 1999). Os antioxidantes mais abundantes na dieta são os polifenóis e estão amplamente distribuídos em frutas, cereais, hortaliças *in natura*, chocolates e bebidas, tais como chá, café ou vinho. Além de sua própria ação antioxidante, podem potencializar as atividades de enzimas antioxidantes como a genisteína, a glutathione peroxidase, a glutathione reductase e a SOD (Superóxido Dismutase) (RUFINO, 2008).

3.3. COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES EM FRUTAS

3.3.1. Vitamina C

O termo vitamina agrupa os compostos orgânicos que são essenciais em pequenas quantidades para uma série de funções no organismo humano. São convenientemente, classificadas de acordo com suas solubilidades, dentro de dois grupos: vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis. As lipossolúveis são representadas pelas vitaminas A, D, E, K; as hidrossolúveis são representadas pela vitamina C e as vitaminas do grupo B: B₁ (tiamina), B₂ (riboflavina), B₃ (niacina), B₅ (ácido pantotênico), B₆ (piridoxina), B₇ (biotina), B₉ (folacina) e B₁₂ (cianocobalamina) (RUFINO, 2008).

A vitamina C ou ácido ascórbico é uma importante vitamina hidrossolúvel, facilmente oxidado pelo calor, sendo a mais instável das vitaminas, atua na fase aquosa como excelente antioxidante sobre os radicais livres, mas não consegue inibir a peroxidação dos lipídeos. Na presença de metais de transição como o ferro, pode atuar como molécula pró-oxidante e gerar os radicais H₂O₂ e OH⁻ (RUFINO, 2008). Esta vitamina não é sintetizada pelo organismo humano, sendo indispensável sua ingestão através dos alimentos, ela desempenha várias funções biológicas relacionadas ao sistema imune, formação de colágeno, absorção de ferro, inibição da formação de nitrosaminas e ação antioxidante (RUFINO, 2008).

A vitamina C é considerada como um nutriente importante que ocorre naturalmente e possui ação antioxidante quando consumida na dieta (ALMEIDA *et. al.*, 2011), facilmente absorvida a partir do intestino delgado por processo ativo dependente de sódio e por difusão passiva (BONI *et. al.*, 2010). Ela tem um efeito anticancerígeno e reduz radicais tocoferol de

volta para sua forma ativa nas membranas celulares (ALMEIDA *et. al.*, 2011). O ácido ascórbico protege contra a peróxidação lipídica de duas maneiras, primeiro, de forma direta, eliminando os radicais peróxidos antes que eles iniciem a peroxidação lipídica, e segundo, de modo indireto, a vitamina C regenera a forma ativa da vitamina E e de outros antioxidantes como o β -caroteno, flavonoides e glutathiona para que exerçam seu papel antioxidante. Frutas cítricas, frutas vermelhas, tomate, brócolis, são alimentos fonte de vitamina C (BONI *et. al.*, 2010).

A vitamina C oxida rapidamente em solução aquosa por processos enzimáticos e não enzimático, especialmente quando exposta ao ar, calor e à luz. Na ausência de catalizadores, o ácido ascórbico reage lentamente com o oxigênio (ARAÚJO, 2001). A oxidação do ácido ascórbico leva a formação de seus isômeros, de forma reversível, forma o ácido dehidroascórbico, na presença de íons metálicos, calor, luz ou de condições levemente alcalinas (pH 6,0) com perda parcial da atividade da vitamina C, o ácido dehidroascórbico também de forma irreversível com perda da atividade da vitamina C, a ácido dicetogulônico (RIBEIRO & SARAVALLI, 2004). O ácido L-ascórbico é altamente polar, sendo, portanto, bastante solúvel em soluções aquosas e insolúvel em solventes não polares. O ácido L-isoascórbico, assim como o ácido ascórbico, são muito utilizados como ingredientes alimentares devido a suas atividades redutoras e antioxidantes. Já o ácido D-isoascórbico, não tem nenhum valor nutricional (DAMODARAN *et. al.*, 2010).

Frutas e vegetais são as principais fontes de vitaminas antioxidantes - Vitamina E, vitamina C, precursor da vitamina A, ou seja, β -caroteno, que atuam como eliminadores de radicais livres, tornando estes alimentos essenciais para a saúde humana (HOSSAIN & RAHMAN, 2010). O efeito antioxidante das vitaminas A, C e E pode ser mensurado por meio de observações da concentração de lipídeos e da gênese das doenças cardiovasculares (BONI *et. al.*, 2010). Diferenças consideráveis no conteúdo de vitaminas são reportadas em frutas de mesmas espécies e variedades quando as mesmas crescem em diferentes condições ambientais. O clima, o solo e práticas de fertilização também afetam os níveis de vitaminas nas plantas (MAIA *et. al.*, 2007).

3.3.2. Carotenoides

Os carotenoides formam um grupo de pigmentos naturais mais abundantes na natureza (RUFINO, 2008), são responsáveis pela coloração de muitas frutas, folhas e flores, variando entre o amarelo-claro, o alaranjado e o vermelho (ALMEIDA *et. al.*, 2009; WONDRACEK *et. al.*, 2008), presentes em alimentos como: tomate, abóbora, pimentão, laranja (MORAES & COLLA, 2006), na forma de carotenos ou como ésteres de xantofilas (RUFINO, 2008). Seus principais representantes são os β -carotenos, precursores da vitamina A e o licopeno (MORAES & COLLA, 2006). Atualmente, são conhecidos, aproximadamente, 600 tipos de carotenoides que são utilizados como aditivos (corantes) alimentares, no entanto, apenas 19 deles foram detectados em diferentes tecidos humanos (RUFINO, 2008).

Os carotenoides podem capturar radicais peroxil mediante transferência de elétrons ou seqüestro de átomos de hidrogênio, mecanismos estes que levam a formação de uma grande variedade de radicais carotenoides; podem capturar o oxigênio singlete, algo que os polifenóis não podem fazer. Podem apresentar efeitos sinérgicos com outros antioxidantes como a vitamina E ou C. Os carotenoides podem estar reduzidos em indivíduos diabéticos, pois fazem parte da defesa antioxidante (RUFINO, 2008).

Nas plantas, fazem parte da rota fotossintética através da captação do excesso de energia luminosa, juntamente com as clorofilas. Quando consumidos através da alimentação, vários carotenoides estão associados à redução de doenças crônico-degenerativas como câncer e doenças cardiovasculares, devido principalmente ao potencial antioxidante de alguns carotenoides, sendo que outros possuem atividade pró-vitamina A, após sua conversão no intestino (ALMEIDA *et. al.*, 2009). Sua absorção é maior quando se encontram em frutos de cor alaranjados. As principais fontes de carotenoides são os legumes, as frutas vermelhas e amarelas e as verduras verdes (BONI *et. al.*, 2010). O clima tropical brasileiro favorece a ocorrência de uma grande variedade de frutas ricas em carotenóides, tais como manga, mamão, goiaba vermelha, pitanga (RUFINO, 2008).

Entre os carotenoides, o β -caroteno é o mais abundante em alimentos e o que apresenta a maior atividade de vitamina A. É um potente antioxidante com ação protetora contra doenças cardiovasculares. Atua inibindo o processo de oxidação do LDL (*low density lipoprotein*), evitando o desenvolvimento de aterosclerose. Possui ação protetora contra o câncer, da mesma forma que o licopeno, luteína e zeaxantina, não precursores da vitamina A,

já que a luteína e zeaxantina são xantofilas (sintetizados a partir de carotenoides) (MORAES & COLLA, 2006).

Uma única molécula de retinol ou β -caroteno é capaz de inativar vários radicais de oxigênio singlet. O β -caroteno é ainda reconhecido como varredor de radicais do tipo peróxil, interferindo diretamente na reação em cadeia da peroxidação lipídica (BONI *et. al.*, 2010). O β -caroteno é encontrado em abundância em abóboras, cenoura, brócolis, almeirão e couve-manteiga (BONI *et. al.*, 2010).

O licopeno é um carotenoide, naturalmente encontrado em alimentos de coloração vermelha, como tomate, melancia, goiaba, são lipossolúveis e não possuem atividade pró-vitamina A, é composto por onze ligações conjugadas e duas ligações duplas não conjugadas. É considerado como o carotenoide que possui a maior capacidade seqüestrante do oxigênio singlete, possivelmente devido à presença das duas ligações duplas não conjugadas, o que lhe oferece maior reatividade, protegendo assim, as moléculas de lipídios, lipoproteínas de baixa densidade (LDL), proteínas e DNA contra radicais livres. É atualmente um dos mais potentes antioxidantes, possuindo pelo menos duas vezes mais atividade antioxidante que o β -caroteno, ajudando desta forma na prevenção de patologias como, hipertensão arterial e doenças cardiovasculares e câncer cervical e de próstata (COSTA & ROSA, 2008; SHANI & MOREIRA, 2004).

A luteína é um carotenoide da classe das xantofilas, que assim como o licopeno, diferente do β -caroteno, não pode ser convertido em vitamina A. Estudos científicos recentes relacionam o consumo de luteína com a proteção contra o desenvolvimento de doenças oftálmicas, como degeneração macular e catarata, retinopatia diabética, câncer, entre a prevenção de outras patologias. Este carotenoide não é sintetizado pelo organismo humano, logo, deve ser ingerido através de alimentos fontes, tais como: frutas, verduras, ovos. Estudos veem mostrando que a luteína pode limitar o efeito ao dano fotooxidativo da luz através de sua absorção e/ou através de sua ação antioxidante, que protege contra efeitos adversos das reações fotoquímicas (COSTA & ROSA, 2008).

3.3.3. Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos. Os principais compostos fenólicos são classificados em dois grupos, flavonóides (polifenóis) e os não-flavonóides (fenóis simples ou ácidos) (PERREIRA, 2011). Eles são insolúveis em água e em solventes polares, principalmente alcoóis (MORAES & COLLA, 2006). A presença de compostos fenólicos, tais como flavonoides, ácidos fenólicos, antocianinas, além de vitaminas C, E e carotenoides contribuem para os efeitos benéficos das frutas (SILVA *et. al.*, 2008; ALMEIDA *et. al.*, 2009). Os compostos fenólicos são compostos de mais de 8000 substâncias identificadas, e estes podem ser divididos em grupos, de acordo com a sua estrutura química, tais como os ácidos fenólicos, estilbenos, cumarinas, ligninas e flavonoides (ROSS & KASUM, 2002).

Estudos mostram a capacidade antioxidante dos compostos fenólicos, bem como seu possível efeito na redução do risco de diversas enfermidades cardiovasculares, cancerígenas e neurológicas. A ação benéfica dos compostos fenólicos na saúde humana vem sendo relacionada com a sua atividade antiinflamatória e com a sua capacidade de impedir a ação dos radicais livres no organismo (PERREIRA, 2011). A dieta mediterrânea, rica em frutas e vegetais, tem sido associada com a baixa incidência de doenças cardiovasculares e câncer, principalmente devido à elevada proporção de compostos bioativos como vitaminas, flavonoides e polifenóis (MORAES & COLLA, 2006).

A composição fenólica de frutos é determinada por fatores genéticos e ambientais, podendo ser modificada por reações oxidativas durante o armazenamento do fruto, sendo que dois processos importantes estão envolvidos, a atividade antioxidante e o escurecimento oxidativo (ROTILI *et. al.*, 2013).

Os flavonoides (polifenóis) possuem estruturas com anéis aromáticos e duplas ligações conjugadas onde exercem sua função antioxidante; são encontrados em vegetais, legumes, frutas, chás de ervas, mel, entre outros produtos de consumo cotidiano. Alguns estudos evidenciam as capacidades antioxidativa, atividade anti-inflamatória e de efeito vasodilatador, ação antialérgica, atividade contra o desenvolvimento de tumores, anti-hepatotóxica, antiulcerogênica, ação antiplaquetária, bem como ações antimicrobianas e antivirais destes compostos. Pesquisas demonstraram que alguns flavonoides atuam na inibição da replicação viral do agente causador da Síndrome da Imunodeficiência Humana (HIV). Além disso, já é

consenso na literatura que os flavonoides podem inibir vários estágios dos processos que estão diretamente relacionados com o início da aterosclerose, como ativação de leucócitos, adesão, agregação e secreção de plaquetas, além de atividades hipolipidêmicas e aumento de atividades de receptores de LDL (RUFINO, 2008).

Os principais flavonoides são as antocianinas, considerados como pigmentos azul-púrpura, as antoxantinas, que possuem coloração amarela, as catequinas e as leucoantocianinas que são incolores, mas que facilmente se transformam em pigmentos pardos, sendo que estas duas últimas são comumente denominadas de taninos (MORAES & COLLA, 2006). A antocianina é o flavonóide mais estudado, é um grupo de pigmentos vegetais hidrossolúveis, amplamente distribuído no reino vegetal, encontrados em diversas frutas como mirtilo, amora, morango, framboesa, jambolão, jabuticaba, uva, entre outros (PERREIRA, 2011). As antoxantinas e flavonas são derivadas do fenil-2-benzopiranosose e aparecem dissolvidos nas células de vegetais. Usualmente são de coloração amarelo claro ou incolores, estando presentes em polpas de frutas claras ou aquelas coloridas de verde com clorofila ou vermelho, azul ou púrpura com antocianinas (MORAES & COLLA, 2006). Dentre os flavonóides, as quercitinas são os principais componentes em frutas, estando presente em maçã, romã, uva e damasco. As frutas cítricas são exemplo de fonte de flavonas (naringenina, hesperidina, apigenina e luteolina) (PERREIRA, 2011).

Os compostos fenólicos não-flavonoides, se dividem em três grupos principais, são eles os ácidos hidroxibenzoicos, gálico e elágico; os ácidos caféico e *p*-cumárico hidroxicinamatos; e os derivados específicos do *trans*-resveratrol, *cis*-resveratrol e *trans*-resveratrol glucosídeo. A atividade antioxidante dos não-flavonoides está relacionada com a posição dos grupos hidroxilas e com a proximidade do grupo CO₂H em relação ao grupo fenil. A capacidade antioxidante do grupo hidroxila é maior quanto mais próximo o grupo CO₂H esteja do grupo fenil (PERREIRA, 2011).

3.4. LIOFILIZAÇÃO

A liofilização ou criosecagem (freeze-drying) é um processo de desidratação, que retira a umidade dos produtos sobre condições de pressão e temperatura tais que a água, previamente congelada, passa do estado sólido diretamente para o estado gasoso (sublimação). Esse processo é realizado em equipamento específico, apresentado na Figura 02, à temperatura baixa e na ausência de ar atmosférico (vácuo), todo processo de liofilização deve ser feito em condições de temperatura e pressão inferiores as condições do ponto triplo da água (ponto onde coexistem os três estados físicos, sólido, líquido e gás), que são de temperatura 0° C e pressão de 4,7 mm Hg, logo o processo de liofilização deve ocorrer em condições inferiores a 0°C e 4,7 mm Hg de pressão (GAVA *et. al.*, 2008). Estas condições tornam este processo recomendado para materiais termossensíveis, farmacêuticos (antibióticos, vacinas, soros), materiais biológicos (fungos, enzimas, tecidos, sangue), alimentos (suco, carnes, legumes, frutas), produtos químicos. Estes produtos obtidos por liofilização são de melhor qualidade que os produtos obtidos através de outras técnicas de secagem (MARQUES, 2008).

Devido às baixas temperaturas e pressões aplicadas no processo de liofilização, as propriedades químicas e organolépticas do produto praticamente não são alteradas. Modificações indesejáveis que ocorrem em outros processos de secagem, tais como: desnaturação proteica, perda de compostos voláteis (sabor e aroma) e vitaminas termossensíveis, migração de sólidos solúveis para a superfície durante a secagem, proliferação de microorganismos, formação de camadas duras e impermeáveis na superfície (“*case-hardening*”), dificuldade de reidratação devido aos fatores anteriormente citados, não ocorrem em produtos obtidos por liofilização (GAVA *et. al.*, 2008; MARQUES, 2008).

Outras características importantes dos alimentos são mantidas quando estes são submetidos à secagem por liofilização, sabor, aroma, estabilidade microbiológica pela diminuição da atividade de água, minimizando a deterioração do alimento durante o armazenamento. O processo de liofilização de alimentos ainda é caro, sendo aplicado principalmente em produtos nobres que necessitam de reidratação rápida e completa (OLIVEIRA *et. al.*, 2012).

O produto liofilizado pode ser utilizado como suco, o pó liofilizado é reconstituído facilmente, pois sua estrutura porosa se assemelha a uma colmeia, o que lhe confere boa permeabilidade (MATA *et. al.*, 2005; MARQUES, 2008). A indústria alimentícia também utiliza o pó obtido do produto liofilizado como matéria prima na formulação de bolos, doces, pães, biscoitos, entre vários outros produtos (MATA *et. al.*, 2005).



Figura 02: Equipamento liofilizador (Christ, modelo Alpha 1-4 LSC). Fonte: o autor

3.5. CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA – CLAE

A cromatografia é um método físico-químico de separação dos componentes de uma mistura, através da distribuição destes componentes em duas fases, uma fase chamada de fase estacionária, que poderá ser um sólido ou um líquido e a outra fase chamada de fase móvel poderá ser um fluido líquido, gás ou gás supercrítico. Uma fase permanece estacionária, enquanto a outra se move através dela, durante a passagem da fase móvel pela fase estacionária, os componentes da mistura são distribuídos pelas duas fases de forma que cada um dos componentes é seletivamente retido pela fase estacionária, resultando em migrações diferenciais desses componentes (COLLINS *et. al.*, 2006; ARAÚJO, 2001).

As técnicas cromatográficas surgem com a cromatografia em papel, seguida pela cromatografia em coluna, e posteriormente desenvolveu-se a técnica de cromatografia líquido-líquido, a partir da qual se derivou as cromatografias gasosa e líquida de alta eficiência, além destas ainda existem outras técnicas cromatográficas, em camada delgada, por troca iônica (COLLINS *et. al.*, 2006; CIOLA, 2003). Neste estudo será aplicada a técnica da cromatografia líquida de alta eficiência - CLAE, também chamada de cromatografia líquida de alto desempenho – CLAD (COLLINS *et. al.*, 2006; ARAÚJO, 2001).

A cromatografia líquida de alta eficiência – CLAE pode ser utilizada na análise de qualquer substância solúvel no solvente utilizado como fase móvel, conseguindo separar misturas que contêm um grande número de compostos similares. Nesta técnica são empregados instrumentos que podem ser totalmente automatizados, colunas recheadas com materiais especialmente preparados e uma fase móvel, eluída sob altas pressões, como apresentado na Figura 03. A coluna aplicada na CLAE é reaproveitável, podendo ser realizadas centenas de separações individuais em uma mesma coluna. As bombas utilizadas devem ser de alta pressão para que a fase móvel migre a uma velocidade razoável através da coluna. O fácil controle da vazão da fase móvel torna as operações por CLAE de boa reprodutibilidade, sendo estas análises mais precisas (COLLINS *et. al.*, 2006; ARAÚJO, 2001).

Algumas vantagens da aplicação da CLAE são: menor tempo de análise; alta resolução da análise; resultados quantitativos; boa detectabilidade; versatilidade e automatização do processo, no entanto esta técnica apresenta algumas limitações, como: alto custo da instrumentação; alto custo de operação; difícil análise qualitativa; falta de detector universal sensível; necessidade de experiência no seu manuseio (COLLINS *et. al.*, 2006; ARAÚJO, 2001).



Figura 03: Sistema de cromatografia líquida de alta eficiência acoplada com detectores (Shimadzu). Fonte: o autor

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. MATERIAIS

4.1.1. Fruta

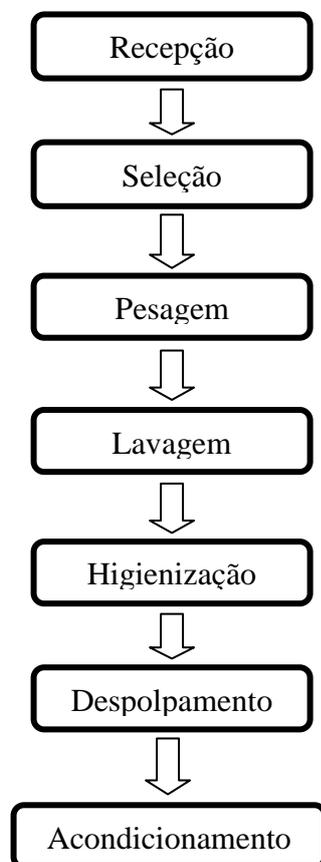
A fruta, mangaba (Figura 04) foi obtida na CEASA da cidade de Aracaju – SE, em janeiro de 2014, no estágio maduro de maturação, foram às chamadas frutas “de caída”, catadas após amadurecerem e caírem ao chão. A mangaba foi levada ao LAF- Laboratório de Análises de Flavor e Cromatografia da UFS – Universidade Federal de Sergipe, onde foram realizados todos os processos e todas as análises na amostra.



Figura 04: Frutos de mangaba. Fonte: o autor

4.1.2. Obtenção da polpa *in natura*

A fruta foi despulpada, conforme as etapas do processo descritas abaixo, na Figura 05.



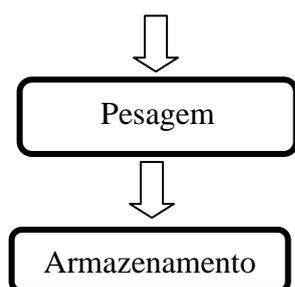


Figura 05: Fluxograma de despulpamento da fruta. Fonte: o autor

A mangaba foi levada ao LAF, onde os frutos foram selecionados com relação à presença de frutas deterioradas, com podridão, cortes, fungos ou algo que possa comprometer a qualidade da polpa. Em seguida, as frutas selecionadas foram pesadas (18,5 Kg). Após a pesagem procedeu-se com a etapa da lavagem em água corrente para retirada das sujidades maiores e higienização em solução de hipoclorito de sódio a 10 ppm por cerca de dez minutos, para eliminação de sujidades menores e microorganismos. Após higienização a fruta foi despulpada em despulpadeira mecânica (Compacta 189 - Itametal), Figura 06, a polpa obtida (Figura 07), foi acondicionada em potes plásticos, com capacidade de 1Kg e 250g, novamente pesadas rendendo 10,55Kg de polpa e 3,6 Kg de resíduos (casca e caroços, estes foram descartados). A polpa já devidamente acondicionada e pesada foi armazenada à -18°C em freezer convencional até o momento da liofilização e de cada análise.



Figura 06: Despulpadeira mecânica (Itametal, modelo Compacta 189). Fonte: o autor



Figura 07: Polpa de mangaba *in natura*, obtida após o processo de despolpamento acima descrito. Fonte: o autor

4.1.3. Polpa pasteurizada industrializada

A polpa da mangaba pasteurizada (Figura 08) foi obtida em dezembro de 2013, de empresa situada na cidade de Aracaju - SE. A polpa foi armazenada no LAF- Laboratório de Análises de Flavor e Cromatografia da UFS – Universidade Federal de Sergipe, em freezer convencional a temperatura de -18°C , até o momento das análises.



Figura 08: Polpa de mangaba pasteurizada industrializada. Fonte: o autor

4.1.4. Pó liofilizado

O pó da polpa liofilizada foi obtido a partir da polpa *in natura* e da polpa pasteurizada, armazenadas previamente à temperatura de -18°C , em bandejas ou potes específicos para serem utilizados no equipamento de liofilização (Figura 09), seguindo as etapas conforme Figura 10 e descritas abaixo.



Figura 09: Polpa de mangaba armazenada em recipiente adequado para congelamento e posterior liofilização. Fonte: o autor

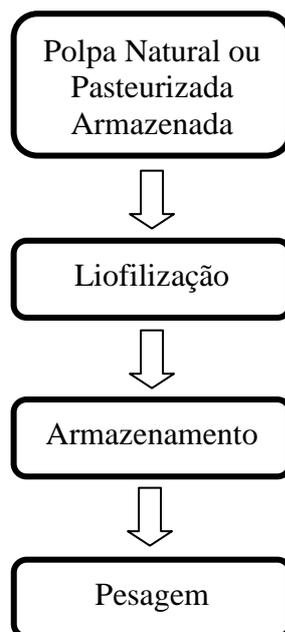


Figura 10: Fluxograma de obtenção do pó liofilizado. Fonte: o autor

As etapas de recepção da fruta até o armazenamento da polpa foram descritas acima nos itens 4.1.2. Obtenção da polpa *in natura* e 4.1.3. Polpa pasteurizada industrializada. Para liofilização da polpa foi utilizado o equipamento liofilizador marca: Christ, modelo Alpha 1-4 LSC, Figura 02, nas condições de temperatura (-62 °C), pressão (6,11 mbar) e vácuo (0,42 mbar). Após obtenção do pó da polpa liofilizada, a mesma foi armazenada em recipientes de vidro (Figura 11), até o momento da análise.



Figura 11: Pó liofilizado. Fonte: o autor

4.1.5. Polpa reidratada do pó liofilizado.

As amostras de polpa de mangaba reidratada (Figura 12) foram obtidas a partir de seus respectivos pós das polpas liofilizadas *in natura* e pasteurizada. A reidratação dos pós foi feita, tomando por base o teor de sólidos solúveis totais, em °Brix, da polpa natural, adicionando-se quantidades conhecidas de água a temperatura ambiente a uma quantidade também conhecida do pó, até que este tenha atingido o °Brix semelhante ao da sua respectiva polpa natural.

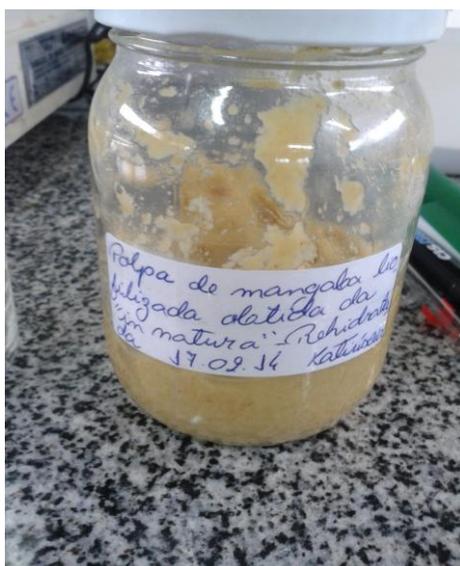


Figura 12: Polpa reidratada, obtida a partir do pó liofilizado.

4.2. MÉTODOS DE ANÁLISES

As análises físico químicas (pH, acidez, sólidos solúveis totais, umidade, atividade de água), de vitamina C, carotenoides (totais, β -caroteno e licopeno), compostos fenólicos totais e flavonoides e da atividade antioxidante (DPPH, FRAP e ABTS), foram realizadas por metodologias específicas, em triplicata. As análises por CLAE, de ácidos orgânicos, compostos fenólicos e carotenoides, foram realizadas a partir de um extrato único (extrato este específico para determinação de cada um dos compostos citados), de cada amostra das polpas de mangaba acima citadas, por triplicata de injeção.

4.2.1. Determinação de características físico-químicas da polpa de mangaba e seus produtos

4.2.1.1. pH

O pH de cada amostra foi determinado por processo eletrométrico, com a utilização do potenciômetro (marca: HANNA, pH 21, pH/mv meter), aparelho que permite a determinação

direta, simples e precisa do pH, antes de se iniciar a aferição de pH o potenciômetro foi calibrado com soluções tampão padrão de pH 4 e 7, procedimento este descrito no Método 017/IV do Instituto Adolfo Lutz (ZENEON *et. al.*, 2008).

4.2.1.2. Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais da mangaba foi determinado através do índice de refração, detectado diretamente através do aparelho refratômetro, antes da análise da amostra o equipamento foi calibrado com água destilada e em seguida a amostra foi colocada e feita à leitura em °Brix, seguindo o descrito no Método 315/IV do Instituto Adolfo Lutz (ZENEON *et. al.*, 2008).

4.2.1.3. Atividade de água

A atividade de água das amostras de polpa de mangaba foi determinada diretamente no equipamento Walter activity meter da Aqua lab, modelo: 4TEV, seguindo as orientações de utilização do aparelho recomendadas pelo fabricante.

4.2.1.4. Acidez

Foi determinada a acidez de cada amostra de polpa de mangaba em estudo, através da avaliação da acidez titulável, onde titulou-se com solução álcali padrão (hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N) a acidez do produto, utilizando-se solução de fenolftaleína como indicador do ponto de viragem da acidez, observado através da mudança de coloração do produto para rósea, seguindo procedimento descrito no Método 016/IV do Instituto Adolfo Lutz (ZENEON *et. al.*, 2008). O cálculo da acidez total titulável em g de ácido cítrico foi feito de acordo com a equação abaixo:

$$\text{Acidez (g de ácido cítrico)} = (V \times f \times M \times PM) / (10 \times P \times n)$$

Onde:

V= volume de NaOH gasto na titulação,

f= fator de correção da solução de NaOH,

M= molaridade da solução de NaOH,

PM= peso molecular em g do ácido cítrico (valor fixo),

P= peso da amostra em g,

n= número de hidrogênios ionizáveis (valor tabelado).

4.2.1.5. Umidade

A determinação da umidade das amostras das polpas de mangaba foi feita de forma direta no equipamento Analisador de umidade por infravermelho IV GEHAKA, modelo: 2500, seguindo as orientações de utilização do aparelho recomendadas pelo fabricante.

4.2.2. Determinação do teor total de compostos bioativos

4.2.2.1. Vitamina C

O teor de vitamina C, expresso em mg de ácido ascórbico por 100g de amostra, foi determinado por método colorimétrico. A solução de extração utilizada foi o ácido oxálico ($H_2C_2O_4$) 2% diluído em água destilada. Como solução padrão foi utilizado o ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$) diluído em solução de ácido oxálico 2%, na proporção de 1:1. A solução de DCPIP (2,6-Diclorofenol-indofenol) 50 mg, diluída em água destilada quente 30 mL, contendo 42 mg de bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) foi utilizada como solução corante. Este foi padronizado, através da titulação com DCPIP, de 2 mL da solução padrão de ácido ascórbico com 5 mL da solução de extração. Inicialmente 5g de amostra de polpa de mangaba foi diluída e homogeneizada na solução extratora, filtrado em balão volumétrico de 50 mL e o volume completado com água. Em seguida 7 mL desta solução foram titulados com DCPIP (AOAC, 1984). O cálculo do teor de ácido ascórbico presente na amostra foi feito de acordo com a equação:

$$\text{Ácido ascórbico (mg de A.A./100g de amostra)} = \mathbf{X \times 100} \text{ (g de amostra) / Y}$$

Onde:

X (mg de A.A.) = (Fator DCPIP (mg de A.A.) x Volume de NaOH gasto na titulação em ml) / (1mg de DCPIP),

Y (g de amostra) = (5 g de amostra x 7 ml de solução) / 50ml de solução (volume do balão utilizado)

Fator DCPIP = mg de A.A./ volume de DCPIP gasto na titulação.

4.2.2.2. Carotenoides

A determinação dos carotenoides totais, incluindo β -caroteno e licopeno, foi feita através do extrato da polpa de mangaba, extrato este obtido em ambiente escuro, do filtrado da mistura de 2g de amostra com 0,2g de carbonato de cálcio (CaCO_3) e 7mL de acetona 80%, volume do balão volumétrico de 25mL completado com a acetona 80%. A leitura das absorbâncias do extrato foi feita em equipamento espectrofotômetro Shimadzu modelo UV-mini-1240, em faixas de absorbância de 470 nm, 646,8 nm e 663,2 nm para determinação de carotenoides totais, 454nm para determinação do β -caroteno e 453nm, 505 nm, 645nm e 663nm para determinação de licopeno (LICHTENTHALER, 1987).

A concentração de carotenoides foi determinada pela equação:

$$\text{Carotenoides} = [100 \times A_{470} - (1,82 \times \text{Ca} - 104,96 \times \text{Cb})]/198$$

Onde:

$$\text{Ca} = 12,25 \times A_{663,2} - 2,79 \times A_{646,8}$$

$$\text{Cb} = 21,50 \times A_{646,8} - 5,10 \times A_{663,2}$$

A = Absorbância detectada na respectiva faixa referenciada. Ex.: A_{470} – absorbância detectada na faixa do comprimento de 470 nm.

O teor de β -caroteno foi determinado pela equação:

$$\beta\text{-caroteno} = 4,0 \times A_{454}$$

E a concentração de licopeno obteve-se através da equação:

$$\text{Licopeno} (\mu\text{g/ml}) = -0,0458 \times A_{663} + 0,204 \times A_{645} + 0,372 \times A_{505} - 0,0806 \times A_{453}$$

4.2.2.3. Compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais e os flavonoides foram extraídos das amostras das polpas de mangaba, pesando-se 2g de amostra, diluindo-se esta em 40 mL de metanol deixando sob agitação em equipamento ultrasson, marca: Ecel, modelo: Alpha 3L Plus, por 30 minutos, em seguida a amostra foi filtrada em papel filtro, sendo o filtrado reservado em frasco âmbar e o resíduo recolocado no béquer com 40 mL de acetona e deixado novamente sob agitação no equipamento ultrasson por mais 30 minutos. Após este tempo a amostra foi filtrada em papel

filtro no frasco âmbar que já continha o primeiro filtrado desta amostra. Este extrato foi colocado em balão e levado para o equipamento rotaevaporador, para concentração, retirada do metanol e da acetona da amostra, em seguida fez-se a resuspensão deste extrato no volume de 15 mL com metanol, e a filtração deste extrato em filtro de 0,45 µm, com o auxílio de uma seringa. Este extrato obtido foi armazenado em frasco âmbar sobre refrigeração até a realização das análises de compostos fenólicos totais e flavonoides por espectrofotometria e por CLAE (RUFINO *et. al.*, 2006, RUFINO *et. al.*, 2007, RUFINO *et. al.*, 2007, com adaptações).

Os compostos fenólicos totais foram determinados por espectrofotometria utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu 2N da marca sigma. O extrato foi obtido conforme descrito acima. Em tubos de ensaio colocou-se 0,5 mL do extrato da amostra, acrescentou-se 2 mL da solução aquosa de Na₂CO₃ 10% e 2 mL do reagente Folin-Ciocalteu's 0,02N. Foi homogeneizado no vórtex por 1min, deixou no escuro por 30 min e depois foi lido no comprimento de onda 764 nm. Nos pós liofilizados, foi necessário se fazer uma diluição prévia com de extrato da amostra e de água 1:1, para então se proceder com a análise normalmente acima descrita. Para o branco substitui a amostra por água. Os cálculos da concentração foram feitos a partir da curva de calibração usando o ácido gálico como padrão, com a concentração variando de 0,1mg/mL a 0,00078 mg/mL (figura 15) (RAGAZZINI & VERONESI, 1973, com adaptações).

4.2.2.4. Flavonoides

Os flavonoides foram determinados por espectrofotometria, com leitura feita na faixa de absorvância de 415 nm. O extrato foi obtido conforme a metodologia descrita no item anterior “4.1.2.3. Compostos fenólicos totais”. Em tubos de ensaio colocou-se 3 mL do extrato da amostra e acrescentou-se 3 mL de AlCl₃ 2% em metanol. Homogeneizou em vórtex por 1 minutos, esperou por 30 minutos e fez-se a leitura no espectrofotômetro. Nos pós liofilizados, foi necessário se fazer uma diluição prévia com o extrato da amostra e água destilada na proporção de 1:1, para então se proceder com a análise normalmente acima descrita. Para o branco usou-se apenas o metanol. Os cálculos da concentração foram feitos a partir da curva de calibração usando o padrão da Quercetina, com a concentração variando de 0,03375

mg/mL a 0,00105 mg/mL (figura 16) (MEDA *et. al.*, 2005; AHN *et. al.*, 2007, com adaptações).

4.2.3. Identificação e quantificação dos compostos bioativos por CLAE

4.2.3.1. Ácidos orgânicos

O extrato das amostras de polpa de mangaba, para as análises dos ácidos orgânicos, foi obtido através da diluição de 1g de amostra em 9 ml de solução de fase móvel de KH_2PO_4 0,01 M (pH 2,6), homogeneizados por 30 minutos em equipamento ultrasson, marca: Ecel, modelo: Alpha 3L Plus, e filtragem e filtro de 0,45 μm diretamente no vial para injeção, segundo o descrito por Scherer *et. al.*, (2008) com adaptações.

A determinação dos ácidos L-tartárico, D-málico, L-ascórbico e cítrico foi realizada em um Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (CLAE) da Shimadzu equipado com um degaseificador (modelo DGU-20A₅), uma bomba quaternária (modelo LC-20AT), um injetor automático (modelo SIL- 20A), um detector de arranjo diodo (modelo SPD-M20A) e um controlador de dados (modelo CBM-20A); o software utilizado foi o Lc Solution, versão 7.0). Para a separação dos compostos foi utilizado uma coluna de fase reversa C18 VP-ODS (250 mmx 4,6 mm ID, 5 μm) da Shim-pack. A fase móvel utilizada para separação dos ácidos foi uma solução aquosa de KH_2PO_4 0,01 M com pH 2,6, na vazão de 1,0 mL/min, em sistema isocrático. A identificação foi feita através dos tempos de retenção, espectros de absorção e co-cromatografia quando necessário, sendo injetado 10 μL em um comprimento de onda de 243 nm para ácido L-ascórbico e 210 nm para os demais ácidos, segundo Scherer *et. al.*, (2008) com adaptações. A quantificação foi realizada por curva de padronização externa com 10 pontos de diluição para cada ácido orgânico. As maiores concentrações dos padrões para elaboração das curvas foram 4; 4; 1 e 4 mg/mL para os ácidos L-tartárico, D-málico, L-ascórbico e cítrico, respectivamente, os outros nove pontos foram obtidos pela diluição em série com fase móvel (1/1) (figuras 34, 35, 36 e 37). Todas as amostras e a fase móvel foram filtradas em membrana 0,45 μm . As amostras de polpas foram colocadas com fase móvel (1/10), filtradas e injetadas no cromatógrafo.

4.2.3.2. Carotenoides

Para a identificação e quantificação do β - caroteno nas amostras de mangaba, os carotenoides foram extraídos segundo o método proposto por Rodriguez-Amaya et al. (1976), adaptado por Cardoso (2011). Foram pesados aproximadamente 5 g de cada uma das seis amostras de polpa a serem analisadas, adicionados à polpa 60 mL de acetona resfriada (dividida em três volumes de 20 mL), homogeneizados em placa, por aproximadamente 5 minutos, e filtrados à vácuo em funil de Büchner utilizando-se papel de filtro. Posteriormente, o filtrado foi transferido, em três frações, para um funil de separação contendo 50 mL de éter de petróleo resfriado, sendo cada fração lavada com água destilada para retirada total da acetona. Em seguida, o extrato em éter foi concentrado utilizando evaporador rotativo em temperatura de 35 ± 1 °C, transferido para balão volumétrico de 25,0 mL, sendo o volume completado com éter de petróleo. Os extratos foram filtrados diretamente no *vial* em filtros de membrana de 0,45 μ m e, em seguida, injetados no cromatógrafo.

A identificação e quantificação do β - caroteno foi realizada em um Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (CLAE) da Shimadzu equipado com um degaseificador (modelo DGU-20A₅), uma bomba quaternária (modelo LC-20AT), um injetor automático (modelo SIL- 20A), um detector de arranjo diodo (modelo SPD-M20A) e um controlador de dados (modelo CBM-20A); o software utilizado foi o Lc Solution, versão 7.0). Para a separação dos compostos foi utilizado uma coluna de fase reversa VP-ODS (250 mmx 4,6 mm ID, 5 μ m) da Shim-pack. Utilizou-se fase móvel composta de metanol: acetato de etila: acetonitrila (70:20:10, v/v/v), em sistema isocrático, com fluxo de 1,7 mL min⁻¹ e tempo de corrida de 15 minutos. Os cromatogramas foram obtidos a 450 nm.

4.2.3.3. Compostos fenólicos

A extração para a análise por CLAE dos compostos fenólicos presentes nas polpas de mangaba em estudo, se deu conforme descrito no item 4.2.2.3 (Extração para determinação dos compostos fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante.).

A identificação e quantificação dos ácidos fenólicos foi realizada por CLAE, sendo utilizadas as condições cromatográficas desenvolvidas por Ramalho & Narain (2014), as quais incluíram: sistema UFLC (Ultra fast liquid chromatography) da Shimadzu equipado

com degaseificador (modelo DGU-20A₃), uma bomba quaternária (modelo LC-20AD), um injetor automático (modelo SIL- 20AHT), forno modelo 20A, coluna de fase reversa BDS hypersil C18(50 mmx 4,6 mm ID, 3 µm) da Thermo scientific, um detector de arranjo diodo (modelo SPD-M20A) e um controlador de dados (modelo CBM-20A); o software utilizado foi o Lc Solution, versão 7.0). O fluxo de injeção foi de 1,2 mL/min., utilizando-se um sistema gradiente com duas fases móveis. Fase móvel A composta de 5% de acetonitrila e 1% de ácido fórmico e fase móvel B composta de 70% de acetonitrila e 1% de ácido fórmico, em sistema gradiente, sendo aos 20 minutos 20% de fase A e 80% de fase B, dos 21 aos 24 minutos permaneceu 100% fase B, e aos 25 minutos passando a ser 20% fase A e 0% fase B, encerrando a corrida. Os cromatogramas foram obtidos a 254 nm para a rutina e 310 nm para o ácido clorogênico e a quercetina.

4.2.4. Determinação da atividade antioxidante

A determinação das atividades antioxidante, através dos radicais DPPH e ABTS, e do método de redução do ferro, FRAP, seguiram as metodologias da Embrapa, respectivamente os comunicados técnicos 127, 128 e 125.

4.2.4.1. DPPH

Para a determinação da atividade antioxidante através do radical DPPH, preparou-se a solução controle de metanol, acetona e água com 40 mL de solução de metanol 50%, 40 mL de solução de acetona 70% e o volume do balão volumétrico de 100 mL completado com água destilada, homogeneizado, transferido para frasco âmbar e armazenado a temperatura ambiente. Também foi preparada a solução do radical DPPH, com 2,4 mg de DPPH diluído e completado com metanol em balão volumétrico de 100 mL, homogeneizado e transferido para frasco âmbar e utilizado imediatamente. Em tubos de ensaio, preparou-se três diluições diferentes de 1:1, 1:2 e 1:3, com o extrato da amostra e metanol respectivamente. Para as amostras de pó de polpa liofilizada, foi necessário se fazer uma diluição prévia dos extratos de 1:10, 1:15 e 1:20 a partir destas diluições, colocou-se em tubos de ensaio, em triplicata, 0,1 mL da respectiva diluição com 3,9 mL da solução do radical DPPH, cada tubo foi agitado no vortex, aguardou-se 30 minutos e fez-se a leitura em espectrofotômetro à 515 nm. O branco

utilizado foi o álcool metílico. O cálculo da atividade antioxidante foi feita a partir da curva padrão do DPPH em μM , este valor foi transformado para gM (RUFINO *et. al.*, 2007 com adaptações).

4.2.4.2. ABTS

Para a determinação da atividade antioxidante através do radical ABTS, preparou-se a solução estoque de ABTS com 192 mg de ABTS diluído em água destilada completado em balão volumétrico de 50 mL, homogeneizado, transferido para frasco âmbar e armazenada sobre refrigeração. Também foi preparada a solução de persulfato de potássio, com 378,4 mg de persulfato de potássio diluído e completado com água destilada em balão volumétrico de 10 mL, homogeneizado e transferido para frasco âmbar e armazenado a temperatura ambiente. Para o preparo do radical ABTS, calculou-se o tempo máximo de 16 horas antes a realização das análises, então foi preparado o radical com 5 mL da solução estoque de ABTS com 88 μL da solução de persulfato de potássio, acima citados seus preparos, esta solução foi mantida em frasco âmbar e no escuro por um período de 16 horas. Em seguida, em ambiente escuro foi feito o ajuste da absorbância da solução radical ABTS, preparada anteriormente, este ajuste ocorreu diluindo a solução radical ABTS em álcool etílico fazendo a leitura em espectrofotômetro a 734 nm até atingir a absorbância de 0,700 nm. Em tubos de ensaio, preparou-se três diluições diferentes, em triplicata, com o extrato da amostra e metanol, sendo respectivamente, 3:0, 2:1 e 1:2, acrescentando a cada tubo 3 mL da solução de ABTS, aguardou-se 6 minutos e foi feita a leitura no espectrofotômetro à 734 nm. Para as amostras de pó de polpa liofilizada, foi necessário se fazer uma diluição prévia dos extratos de 1:10, 1:15 e 1:20, para então se proceder conforme descrito acima, como branco foi utilizado o álcool etílico. O cálculo da atividade antioxidante foi feita a partir da curva padrão do Trolox (RUFINO *et. al.*, 2007 com adaptações).

4.2.4.3. FRAP

Para a determinação da atividade antioxidante através do método de redução do ferro FRAP, preparou-se a solução de ácido clorídrico (HCl) 40 mM, com 3,34 mL de HCl concentrado e o volume do balão volumétrico de 1L completado com água destilada,

homogeneizado, transferido para frasco âmbar e armazenado a temperatura ambiente. Também foi preparada a solução TPTZ, com 3,12 mg de TPTZ, dissolvidos e avolumado em balão volumétrico de 1L com HCl 40 mM homogeneizado e transferido para frasco âmbar e armazenado sobre refrigeração. Preparou-se também a solução de cloreto férrico 20 mM, com 5,4 g de cloreto férrico, dissolvidos e avolumado em balão volumétrico de 1L com água destilada, homogeneizado e transferido para frasco âmbar e armazenado sobre refrigeração. A solução de tampão acetato 0,3M, pH 3,6, foi preparada com 3,1 g de acetato de sódio dissolvido em 16 mL de ácido acético glacial e o volume do balão volumétrico de 1L completado com água destilada, homogeneizado e transferido para frasco âmbar e armazenado a temperatura ambiente. A solução do reagente FRAP foi obtida pela mistura de 25 mL de tampão acetato 0,3M com 2,5 mL de solução TPTZ 10 mM e 2,5 mL de solução aquosa de cloreto férrico 20 mM, esta solução foi obtida e utilizada imediatamente. A solução padrão de sulfato ferroso 2 mM foi preparada com 27,8 g de sulfato ferroso dissolvidos e avolumado em balão volumétrico de 1L com água destilada, homogeneizado e transferido para frasco âmbar e utilizada imediatamente. Em tubos de ensaio, preparou-se três diluições diferentes de 1:1, 1:2 e 1:3, com o extrato da amostra e metanol respectivamente, para as amostras de pó de polpa liofilizada, foi necessário se fazer uma diluição prévia dos extratos de 1:10, 1:15 e 1:20 a partir destas diluições, colocou-se em tubos de ensaio, em triplicata, 90 µL da respectiva diluição com 270 µL de água e 2,7 mL da solução de FRAP. Todos os tubos foram colocados em banho maria, à 37°C sobre agitação por 30 minutos e fez-se a leitura em espectrofotômetro à 595 nm. O branco utilizado foi a solução de FRAP. O cálculo da atividade antioxidante foi feita a partir da curva padrão do sulfato ferroso (RUFINO *et al.*, 2006 com adaptações).

4.2.5. Análise estatística dos dados

Os dados obtidos nas análises foram tratados através da análise de variância (ANOVA), e teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SAS versão 9.0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS

Tabela 02: Caracterização físico-química de polpas de mangaba *in natura*, pasteurizada e em pó seco e reidratado.

Produto	pH	Sólidos solúveis totais (°BRIX)	Atividade de água (aW)	Acidez total titulável (ATT) (g de ác. cítrico)	Umidade (%) Base seca
PIN	3,49 ± 0,04 ^a	9,65 ± 0,31 ^a	0,9897 ± 0,001 ^a	2,04 ± 0,04 ^c	46,3 ± 3,1 ^c
PP	3,52 ± 0,04 ^a	8,17 ± 0,93 ^b	0,9921 ± 0,003 ^a	1,73 ± 0,01 ^c	57,1 ± 9,38 ^b
PINP	3,46 ± 0,05 ^{ab}	4,18 ± 0,06 ^d	0,2445 ± 0,012 ^b	10,30 ± 0,25 ^b	15,7 ± 0,4 ^e
PPP	3,40 ± 0,04 ^{bc}	5,47 ± 0,10 ^c	0,2279 ± 0,013 ^c	10,69 ± 0,31 ^a	17,6 ± 0,1 ^e
PINR	3,36 ± 0,02 ^c	9,67 ± 0,35 ^b	0,9882 ± 0,003 ^a	1,89 ± 0,03 ^c	27,8 ± 4,45 ^d
PPR	3,48 ± 0,04 ^a	8,18 ± 0,22 ^b	0,9898 ± 0,002 ^a	1,35 ± 0,02 ^d	68,9 ± 4,1 ^a

* PIN (Polpa *in natura*); PINR (Polpa reidratada do pó liofilizado da polpa *in natura*); PINP (Pó liofilizado da polpa *in natura*); PP (Polpa pasteurizada); PPR (Polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada); PPP (Pó liofilizado da polpa pasteurizada).

* Média ± desvio padrão. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p > 0,005$).

O pH, detectado nas amostras analisadas variou de 3,36 (PINR) a 3,52 (PP), caracterizando a mangaba como uma fruta ácida, característica esta também observada em outros estudos. Santos *et. al.*, (2012) obtiveram um pH um pouco menor (3,01) que o obtido neste estudo de 3,46 para a PINP. Silva & Silva (2012), analisando diferentes polpas pasteurizadas de mangaba comercializadas em Aracaju – SE, encontraram valores próximos (variando de 3,23 a 3,47) aos obtidos neste estudo (3,52) na PP.

As amostras de PIN e PP, e as amostras de PINP e PPP não diferiram entre si significativamente com relação ao pH, no entanto as amostras de PINR e PPR diferiram entre si. Isto confirma a característica ácida da mangaba, refletida nas amostras diferentes, porém apresentadas na mesma forma, como PIN e PP, e PINP e PPP, no caso das amostras reidratadas PINR e PPR, a diferença estatística significativa deve ter se dado devido ao processo de reidratação.

O valor do pH está diretamente ligado a conservação da fruta, pois quanto menor o valor do pH, como no caso da mangaba, menor é a ação das bactérias deterioradoras. Já a relação da acidez para a conservação das frutas, é inversa a relação do pH, quanto maior a acidez maior a vida saudável da fruta, e mais difícil é o ataque de microorganismos a estes alimentos.

As amostras das polpas de mangaba analisadas apresentaram-se ácidas, característica esta peculiar a este fruto, que pôde ser comprovada nas análises de pH, e também nos estudos consultados de outros autores. Para a industrialização é desejável a acidez acima de 1%, para que não haja necessidade de adição de ácido cítrico para conservação destes produtos obtidos da polpa (Cohen & Sano, 2010). Nos estudos consultados a variação da acidez foi de 0,7 a 1,77, em polpas de fruta *in natura*. Neste estudo nas amostras de polpa *in natura* a acidez variou de 1,73 g de ác. cítrico na PP a 2,04 g de ác. cítrico na PIN. Silva & Silva (2012) analisando polpas pasteurizadas, encontraram valores de 0,96 g de ác. cítrico a 1,33 g de ác. cítrico, sendo estes valores inferiores ao aqui encontrado de 1,73. Cohen & Sano (2010), em análise a polpa de frutos de mangaba “de caída” determinaram uma acidez de 1,39 g de ác. cítrico, enquanto neste estudo também com frutos de mangaba “de caída” foi determinada uma acidez de 2,04 g de ác. cítrico. Os valores encontrados neste estudo foram maiores, indicando frutos com maior acidez que as analisadas por outros autores.

Com relação à acidez total titulável PINP e PPP, e PINR e PPR diferiram significativamente, sendo maior na PPP que na PINP, tendo comportamento inverso na

reidratada, sendo maior na PINR e PPR, enquanto isso PIN e PP não diferem estatisticamente, apresentando a PIN maior acidez que a PP. Sendo esta relação dos menores e maiores valores para as amostras *in natura* e pasteurizada inversa a apresentada pelo pH.

O teor de sólidos solúveis totais em °Brix, encontrados nas amostras analisadas neste estudo, foi inferior ao reportado por outros autores em seus respectivos estudos (entre 14,2 a 21,5). Esta diferença pode se dá pelo local de cultivo do fruto de mangaba, o qual leva em conta a questão do solo e condições climáticas entre outras. Nos pós liofilizados, os teores encontrados foram muito abaixo, 4,18 na PINP e 5,47 na PPP, do quantificado por Santos *et al.*, (2012) em seu estudo de 14,42 no pó liofilizado. Carnelossi *et al.* (2004) e Cohen & Sano (2010), ao analisarem a polpa do fruto “de caída” obtiveram valores de 15,2 e 18,8 ° Brix respectivamente, enquanto que na análise do fruto “de caída” deste estudo foi detectado 8,45 °Brix para o teor de sólidos solúveis.

Os valores do teor de sólidos solúveis diferiram significativamente entre as amostras, apresentadas sob a mesma forma, de PIN e PP, sendo maior na PIN, e entre as amostras PINP e PPP, apresentando-se maior nesta última amostra, PPP, podendo este fato ter ocorrido devido ao processo de liofilização para obtenção do pó, havendo maior concentração dos sólidos solúveis. Enquanto as amostras reidratadas PINR e PPR não diferiram significativamente entre si, apresentando o mesmo comportamento de maiores e menores valor que as amostras PIN e PP, conforme esperado, pois no processo de reidratação, o °Brix da amostra reidratada deve ser o mais próximo possível ao da sua respectiva amostra original, seja ela a *in natura* ou a pasteurizada.

Quanto maior o teor de sólidos solúveis, mais agradável se torna o consumo *in natura* da fruta, o que também está relacionado como uma importante característica de qualidade. No processamento da fruta para produção de derivados como geleias, doces, o alto teor de sólidos solúveis é interessante para a economia do processo, diminuindo a adição de açúcar, Cohen & Sano (2010).

Os valores de umidade, calculada em base seca, das polpas de mangaba analisadas neste estudo diferiram muito dos valores reportados por outros autores. Santos *et al.* (2012) analisando o pó liofilizado obtiveram 20,69% de umidade, enquanto as amostras de pó liofilizado aqui analisadas foi determinado 12,8% na PINP e 14,7 % na PPP. Na polpa pasteurizada, Silva & Silva (2012) encontraram valores que variaram de 85,2 a 91%, diferindo muito do valor aqui determinado de 36,1% na PP.

Os percentuais de umidade não diferiram significativamente apenas no par de amostras de pó liofilizado da polpa, PINP e PPP. Sendo que em todos os três pares de amostras, PIN e PP, PINP e PPP, e PINR e PPR, as amostras obtidas a partir da polpa pasteurizada apresentaram maiores percentuais de umidade, em base seca.

A atividade de água, detectada na PIN (0,9897) foi semelhante ao valor referenciado por Carnelossi *et. al.* (2004) de 0,988. Os valores de atividade de água diferiram apenas entre as amostras do pó liofilizado das polpas (PINP e PPP). Apresentando-se maior nas amostras obtidas a partir da polpa da fruta in natura, com exceção das amostras reidratadas que o valor de atividade de água foi um pouco maior na PPR.

As variações nos teores de cada característica apresentada neste estudo e nos de outros autores aqui referenciados, pode ter sido ocasionado devido à diferença de local de plantio, tipo de solo, condições climáticas, grau de maturação, entre outros fatores, existentes nas amostras analisadas em cada estudo.

5.2. COMPOSTOS BIOATIVOS

Tabela 03: Compostos bioativos em polpas de mangaba *in natura*, pasteurizada e em pó seco e reidratado.

Produto	Vitamina C (mg de AA/ 100g de amostra)	Carotenoides totais (µg/g)	β-caroteno (µg/g)	Licopeno (µg/g)	Fenólicos totais (g/100g de frutas)	Flavonoides (g/100g de frutas)
PIN	110,68 ± 20,34 ^c	40,46 ± 15,52 ^a	12,51 ± 2,10 ^{bc}	0,881 ± 0,25 ^{ba}	0,264 ± 0,03 ^a	0,058 ± 0,003 ^{bc}
PP	196,99 ± 14,86 ^b	22,52 ± 3,96 ^b	9,76 ± 2,17 ^{de}	0,72 ± 0,08 ^b	0,201 ± 0,02 ^b	0,046 ± 0,002 ^c
PINP	314,38 ± 33,29 ^a	24,25 ± 0,63 ^b	13,81 ± 0,78 ^a	0,27 ± 0,04 ^c	0,267 ± 0,04 ^a	0,087 ± 0,021 ^a
PPP	259,83 ± 50,47 ^{ab}	12,55 ± 0,58 ^c	11,05 ± 0,91 ^{dc}	0,32 ± 0,03 ^c	0,192 ± 0,04 ^b	0,071 ± 0,018 ^{ab}
PINR	87,84 ± 10,14 ^c	45,67 ± 4,68 ^a	13,82 ± 1,64 ^{ab}	1,00 ± 0,04 ^a	0,282 ± 0,02 ^a	0,059 ± 0,002 ^{bc}
PPR	265,07 ± 46,75 ^a	8,23 ± 3,19 ^c	5,48 ± 1,64 ^e	0,21 ± 0,09 ^c	0,184 ± 0,01 ^b	0,049 ± 0,001 ^{bc}

* PIN (Polpa *in natura*); PINR (Polpa reidratada do pó liofilizado da polpa *in natura*); PINP (Pó liofilizado da polpa *in natura*); PP (Polpa pasteurizada); PPR (Polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada); PPP (Pó liofilizado da polpa pasteurizada).

* Média ± desvio padrão. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente (p>0,005).

A vitamina C é um excelente antioxidante sobre os radicais livres, no entanto não é sintetizada pelo organismo humano, sendo indispensável sua ingestão através dos alimentos, das frutas. O ácido ascórbico desempenha várias funções biológicas relacionadas ao sistema imune (RUFINO, 2008).

A mangaba conhecidamente é uma fruta rica em vitamina C. Esta informação pôde ser comprovada nas análises realizadas em todas as amostras estudadas e também nos trabalhos dos vários autores consultados. Entre os estudos consultados o teor de vitamina C variou de 96,3 mg/100g a 474,1 mg/100g entre as polpas do fruto *in natura*, enquanto no presente estudo a PIN apresentou 110,68 mg de AA/ 100g de amostra. Nas análises das polpas pasteurizadas, Silva & Silva (2012) encontraram teores de vitamina C que variaram de 114,29 mg/100g a 347,62 mg/100g, a concentração de vitamina C encontradas na PP foi de 196,99 mg de AA/ 100g de amostra.

Os valores encontrados para o teor de vitamina C da mangaba foram significativamente diferentes nos pares de amostras naturais, PIN e PP, e nas amostras reidratadas, PINR e PPR nos dois pares as amostras obtidas da polpa pasteurizada apresentaram os maiores teores, fato que pode ter sido ocasionado pela inserção intencional pela indústria desta vitamina. Já nas amostras obtidas do pó liofilizado da polpa, o teor de vitamina C foi maior na amostra da polpa *in natura*, não havendo diferença significativa entre PINP e PPP.

Diferenças consideráveis no conteúdo de vitaminas são reportadas em frutas de mesmas espécies e variedades quando as mesmas crescem em diferentes condições ambientais. O clima, o solo e práticas de fertilização também afetam os níveis de vitaminas nas plantas (MAIA *et. al.*, 2007).

Os carotenoides são responsáveis pela coloração dos frutos. O β -caroteno é o carotenoide mais abundante em alimentos e é um potente antioxidante com ação protetora contra doenças cardiovasculares. Possui ação protetora contra o câncer, da mesma forma que licopeno, luteína e zeaxantina (MORAES & COLLA, 2006).

Rufino *et. al.* (2010) quantificou 3,00 μ g/g de carotenoides totais na polpa *in natura*, enquanto neste estudo o teor determinado na PIN foi de 40,46 μ g /g. No entanto comparado o teor de β -caroteno da mangaba com o de pitangas pesquisadas por Jacques *et. al.* (2009), a mangaba apresentou baixa concentração de 12,51 μ g /g enquanto as pitangas apresentaram 153,0 μ g /g; 90,6 μ g /g e 60,7 μ g /g para as variedades de pitanga vermelha, roxa e laranja, respectivamente. Nos trabalhos consultados de outros autores não foi determinada a

concentração de licopeno, no presente estudo foram quantificados conteúdos muito baixos de licopeno nas amostras de mangaba analisadas.

No conteúdo de carotenoides totais analisado por espectrometria, houve diferença significativa entre todos os pares de amostras, sendo que as amostras obtidas das polpas *in natura* apresentaram sempre os maiores teores em comparação com seu respectivo par de amostra pasteurizada, o processo de pasteurização, a aplicação do calor na polpa da fruta afeta sua composição antioxidante. A análise de beta caroteno por espectrometria não apresentou diferença significativa entre as formas *in natura* e pasteurizadas, sendo que as maiores concentrações de beta caroteno RAM encontradas nas amostras *in natura*. Nos teores de licopeno as amostras PIN, PPP e PINR apresentaram maiores concentrações quando comparadas as amostras na mesma forma de apresentação PP, PINP e PPR, sendo que só houve diferença significativa entre PINR e PPR.

Estudos mostram a capacidade antioxidante dos compostos fenólicos, bem como seu possível efeito na redução do risco de diversas enfermidades cardiovasculares, cancerígenas e neurológicas. A ação benéfica dos compostos fenólicos na saúde humana vem sendo relacionada com a sua atividade anti-inflamatória e com a sua capacidade de impedir a ação dos radicais livres no organismo (PERREIRA, 2011).

Entre os estudos consultados, Rocha (2011) reportou o menor conteúdo de fenólicos totais de 0,041 g/100g de fruta e Rufino *et. al.* (2009) e Rufino *et. al.* (2010) detectaram as maiores concentrações na polpa *in natura* 0,172 g/100g de fruta e 0,169 g/100g de fruta, respectivamente. As amostras de polpa de mangaba analisadas neste trabalho, obtiveram concentrações um pouco maior que as encontradas por Rufino, sendo 0,201 g/100g de fruta na PP e 0,264 na PIN. Nos pós liofilizados, Rufino *et. al.* (2010) determinaram uma concentração de 0,935 g/ 100g de fruta, sendo este valor muito maior que o determinado neste estudo de 0,192 g/ 100g na PPP e 0,267 g/ 100g na PINP. Os conteúdos encontrados de fenólicos totais entre as amostras de polpa de mangaba diferiram significativamente quando comparados com as mesmas amostras apresentadas da polpa pasteurizada, estando as maiores concentrações nas amostras obtidas da polpa *in natura*.

Com relação aos flavonoides, os estudos apresentaram na polpa *in natura* uma concentração de 0,009g /100g de fruta determinado por Rocha (2011) e 0,015g /100g de fruta determinado nas análises de Rufino *et. al.* (2010) e Rufino *et. al.* (2008). Estes valores são muito inferiores aos analisados no presente estudo, que foram de 0,046 g /100g de fruta na PP

e de 0,058 g/ 100g na PIN. Os conteúdos encontrados de flavonoides entre as amostras de polpa de mangaba não diferiram significativamente quando comparados com as mesmas amostras apresentadas da polpa pasteurizada, estando as maiores concentrações nas amostras obtidas da polpa *in natura*.

Características climáticas e de plantio da fruta, variações de condições metodológicas aplicadas, reagente utilizado, tempos e temperaturas das reações, são alguns dos possíveis motivos para as diferenças de concentração encontradas entre os compostos bioativos analisados nas amostras deste estudo e os reportados por outros autores.

5.3. ANÁLISE DE COMPOSTOS BIOATIVOS POR CLAE

5.3.1. Ácidos orgânicos

Tabela 04: Ácidos orgânicos quantificados por CLAE, de polpas de mangaba *in natura*, pasteurizada e em pó seco e reidratado.

Produto	Ácido L-Ascórbico (g de ác. L-ascórbico/100g de fruta) TR = 3,5 min	Ácido Cítrico (g de ác. cítrico/100g de fruta) TR = 4,6 min	Ácido D-Málico (g de ác. D-málico/100g de fruta) TR = 3,2 min	Ácido D-Tartárico (g de ác. D-tartárico/100g de fruta) TR = 2,9 min
PIN	0,139 ± 0,001 ^c	1,077 ± 0,074 ^c	0,188 ± 0,009 ^b	0,046 ± 0,002 ^c
PP	0,103 ± 0,002 ^d	0,693 ± 0,052 ^c	0,139 ± 0,029 ^b	0,026 ± 0,007 ^c
PINP	0,888 ± 0,010 ^b	5,856 ± 0,099 ^b	1,028 ± 0,084 ^a	0,321 ± 0,023 ^b
PPP	1,351 ± 0,001 ^a	7,436 ± 0,356 ^a	1,020 ± 0,212 ^a	0,561 ± 0,063 ^a
PINR	0,221 ± 0,004 ^d	1,820 ± 0,004 ^c	0,310 ± 0,064 ^b	0,081 ± 0,005 ^c
PPR	0,056 ± 0,000 ^e	4,903 ± 0,016 ^a	0,180 ± 0,060 ^b	0,036 ± 0,014 ^c

* PIN (Polpa *in natura*); PINR (Polpa reidratada do pó liofilizado da polpa *in natura*); PINP (Pó liofilizado da polpa *in natura*); PP (Polpa pasteurizada); PPR (Polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada); PPP (Pó liofilizado da polpa pasteurizada).

* Média ± desvio padrão. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p > 0,005$).

Analisando polpas pasteurizadas, Scherer *et. al.* (2008), quantificaram na polpa de acerola teores maiores de ácido ascórbico (0,441 g/100g) e ácido D-málico (0,412 g/100g) que o quantificado na PP de 0,103 g/100g, 0,139 g/100g para o ácido ascórbico e o ácido D-málico, respectivamente. Em análise a polpa pasteurizada de caju, foi quantificado também maior concentração de ácido ascórbico (0,110 g/100g), entretanto a concentração do ácido cítrico foi menor, (0,005 g/100g), que a quantificada na PP (0,693 g/100g). Os ácidos D-málico e D-tartárico apresentaram concentrações próximas, sendo 0,105 g/100g e 0,018 g/100g para a polpa de caju, respectivamente e 0,139 g/100g na PIN e 0,026 g/100g na PP. Na polpa pasteurizada de açaí analisada por estes autores, as concentrações dos quatro ácidos analisados foram inferiores as quantificadas na polpa pasteurizada da mangaba, sendo que não foi quantificado ácido ascórbico, sendo 0,026 g/100g para o ácido cítrico, 0,036 g/100g para o ácido D-málico e 0,004 g/100g para o ácido D-tartárico na polpa pasteurizada de açaí. Entretanto na polpa pasteurizada de mangaba estas concentrações foram de 0,103 g/100g no ácido ascórbico, 0,693 g/100g de ácido cítrico, 0,139 g/100g ácido D-málico e 0,026 g/100g de ácido D- tartárico.

Santos *et. al.* (2014), analisaram polpas pasteurizadas de abacaxi, cacau, goiaba e umbu, estocadas a 200 dias e todas as concentrações de ácidos orgânicos quantificados (em 200 dias de estocagem das polpas) foram inferiores as encontradas nas polpas de mangaba aqui analisadas. Para o ácido ascórbico, foram reportados 0,0127 g/100g no abacaxi, 0,0018 g/100g no cacau, 0,0094 g/100g na goiaba e 0,0409 g/100g no umbu. Para o ácido cítrico, as concentrações foram de 0,1095 g/100g no abacaxi, 0,0720 g/100g no cacau, 0,0862 g/100g na goiaba e 0,0954 g/100g no umbu; para o ácido D-tartárico, os teores quantificados foram de 0,0496 g/100g no abacaxi, 0,0572 g/100g cacau, 0,0428 g/100g de goiaba e 0,1068 g/100g de umbu Estes autores não identificaram o ácido D-málico nestas frutas. Oliveira *et. al.* (2011), estudou polpas *in natura*, de goiaba, mamão formosa e manga tommy, encontrando concentrações de ácido ascórbico de 0,071 g/100g, 0,079 g/100g, 0,016 g/100g, respectivamente. Cardoso (2011), também analisando ácido ascórbico em polpas de frutas *in natura*, araticum, cagaita, jatobá, mangaba e pequi, determinou as seguintes concentrações, 0,005 g/100g, 0,030 g/100g, 0,009 g/100g, 0,103 g/100g, 0,013 g/100g, respectivamente. A PIN da mangaba aqui analisada apresentou uma concentração de 0,139 g de ácido L-ascórbico /100g de fruta valor este maior que o encontrado nos outros dois estudos pesquisados. As concentrações encontradas nas polpas de mangaba neste estudo e no de Cardoso (2011) foram

próximas. De forma geral as amostras de mangaba analisadas apresentaram concentrações superiores dos quatro ácidos orgânicos analisados quando comparadas as frutas e polpas pasteurizadas analisadas por outros autores.

As concentrações de ácido L-ascórbico diferiram significativamente entre todas as amostras apresentadas sobre a mesma forma, sendo maiores os teores nas amostras PIN, PPP e PINR, quando comparados as suas respectivas formas e PP, PINP e PPR. As concentrações de ácido málico não diferiram significativamente entre suas amostras de mesma forma *in natura* e pasteurizada, sendo todos os valores maiores nas amostras obtidas da polpa *in natura*. Para o ácido D – tartárico, não houve diferença entre PIN e PP e PINR e PPR, apresentando as amostras da polpa *in natura* os maiores teores, a diferença significativa foi encontrada apenas entre PINP e PPP, com maior teor na PPP. Enquanto isso o ácido cítrico quantificado apresentou maiores teores nas amostras PPP e PPR, que diferiram significativamente de suas respectivas amostras de mesma forma, PINP e PINR, a diferença não existiu entre PIN e PP, onde PIN apresentou um teor superior a PP.

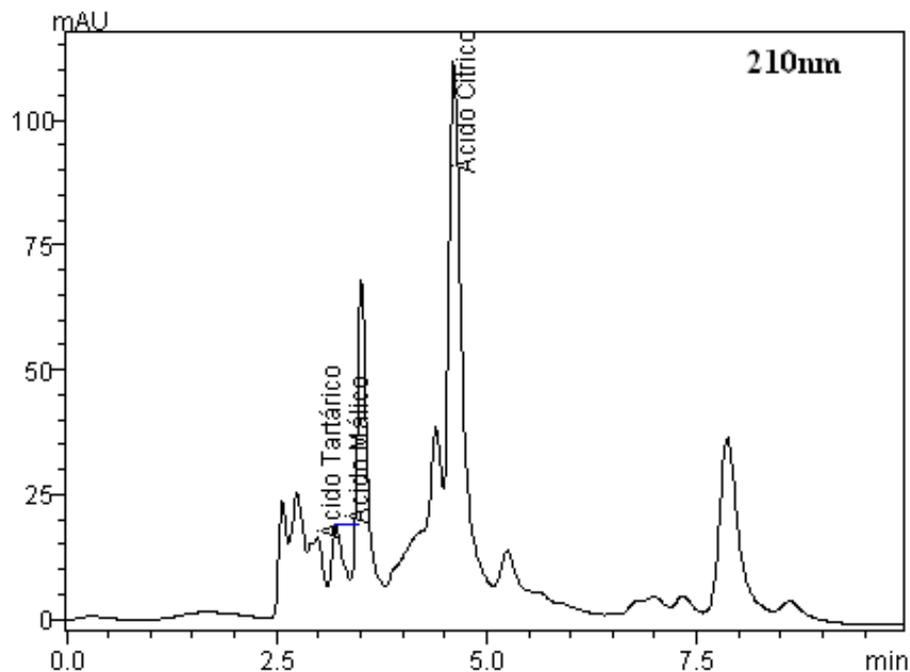


Figura 13: Cromatograma de identificação dos ácidos orgânicos (tártarico, málico e cítrico) por CLAE (210 nm), presentes na PIN (polpa de mangaba *in natura*).

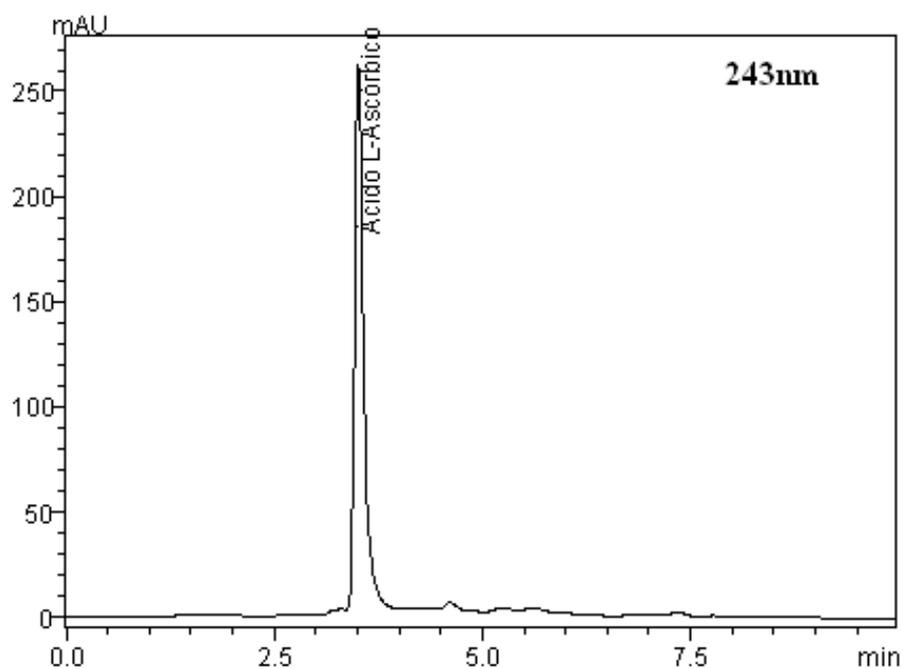


Figura 14: Cromatograma de identificação do ácido orgânico L-ascórbico por CLAE (243 nm), presente na PIN (polpa de mangaba *in natura*).

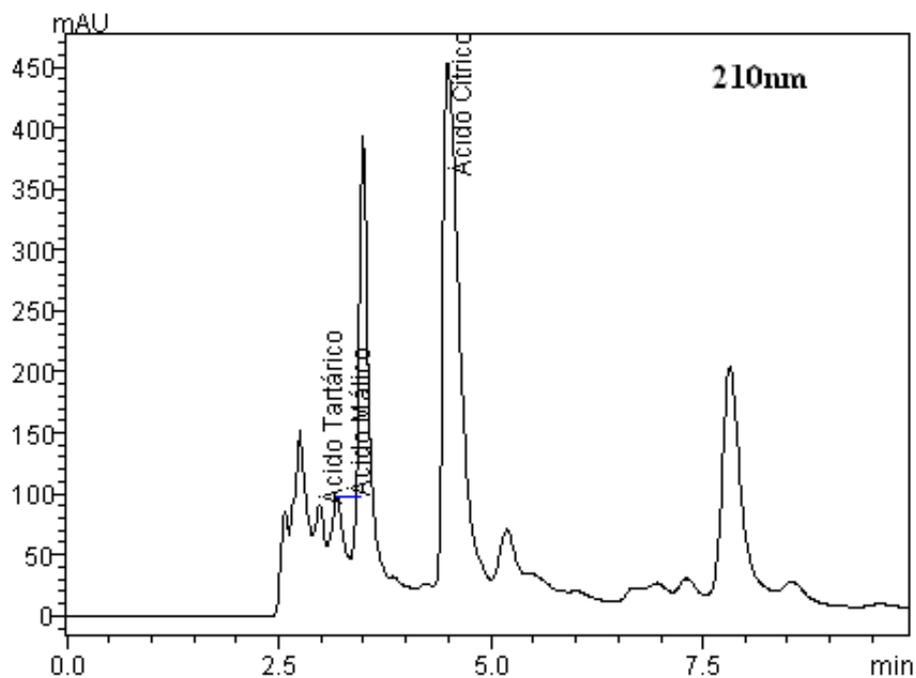


Figura 15: Cromatograma de identificação dos ácidos orgânicos (tártarico, málico e cítrico) por CLAE (210 nm) presentes na PINP (pó liofilizado da polpa *in natura*).

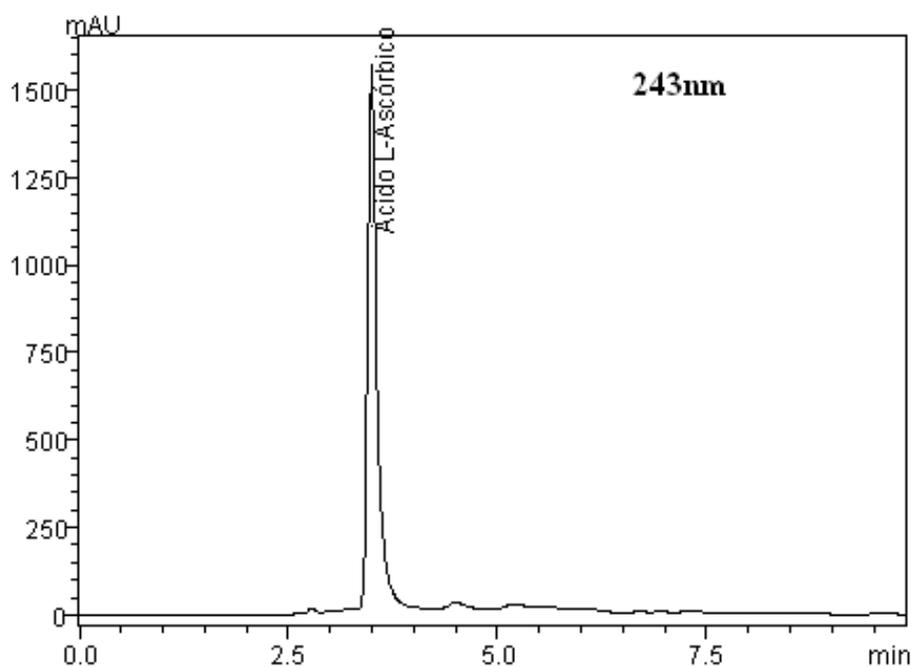


Figura 16: Cromatograma de identificação do ácido L-ascórbico por CLAE (243 nm) presente na PINP (pó liofilizado da polpa *in natura*).

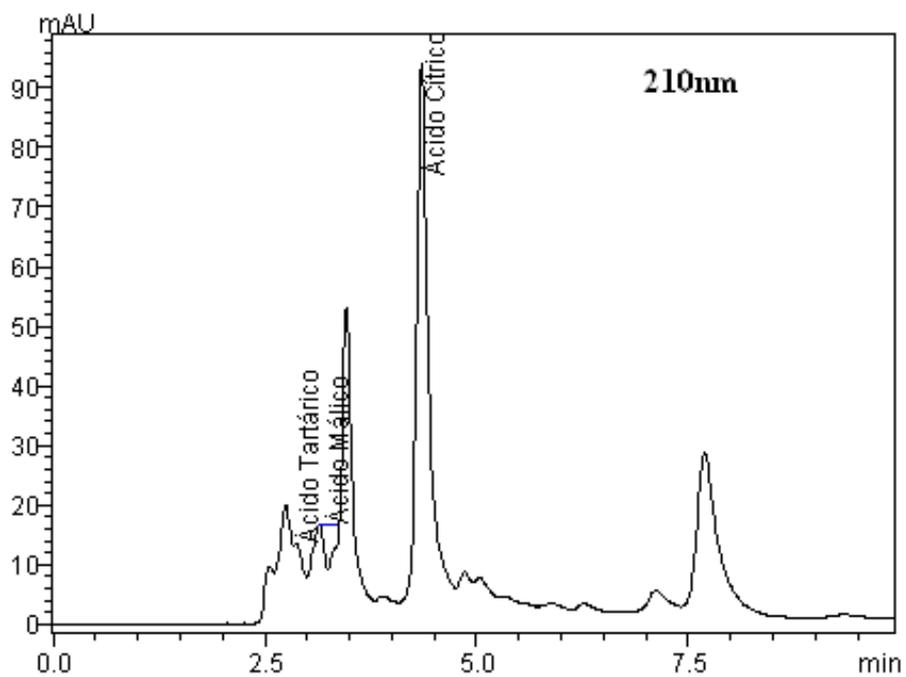


Figura 17: Cromatograma de identificação dos ácidos orgânicos (tártarico, málico e cítrico) por CLAE (210 nm) presentes na PINR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa *in natura*).

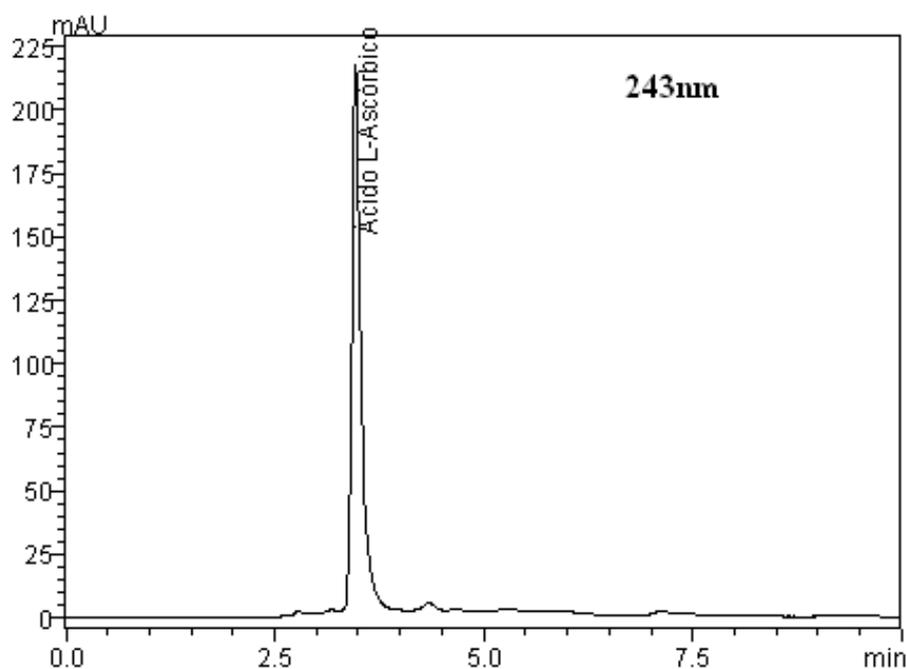


Figura 18: Cromatograma de identificação do ácido orgânico L-ascórbico por CLAE (243 nm) presente na PINR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa *in natura*).

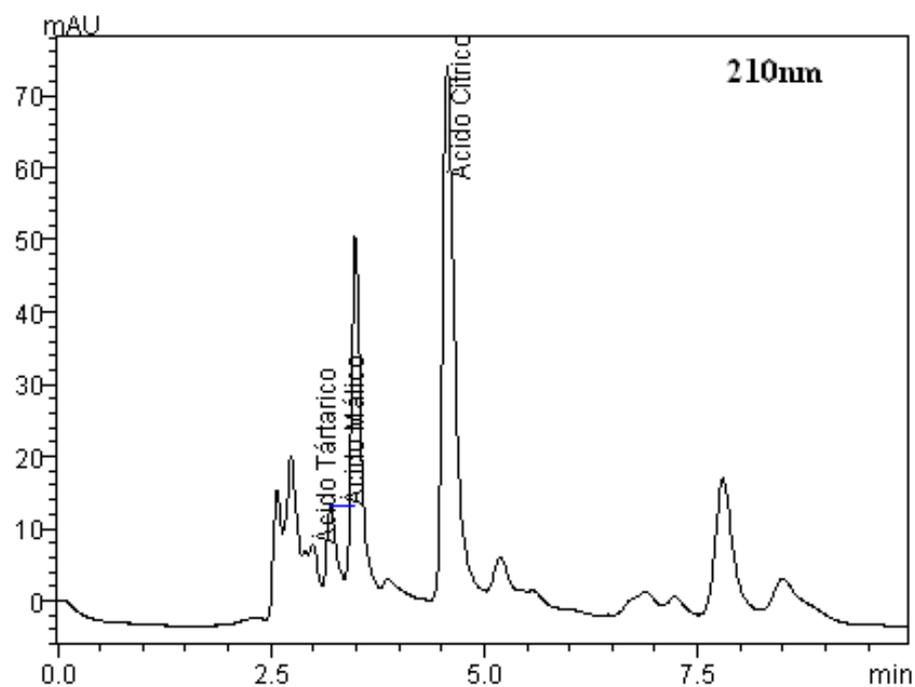


Figura 19: Cromatograma de identificação dos ácidos orgânicos (tártarico, málico e cítrico) por CLAE (210 nm) presentes na PP (polpa pasteurizada).

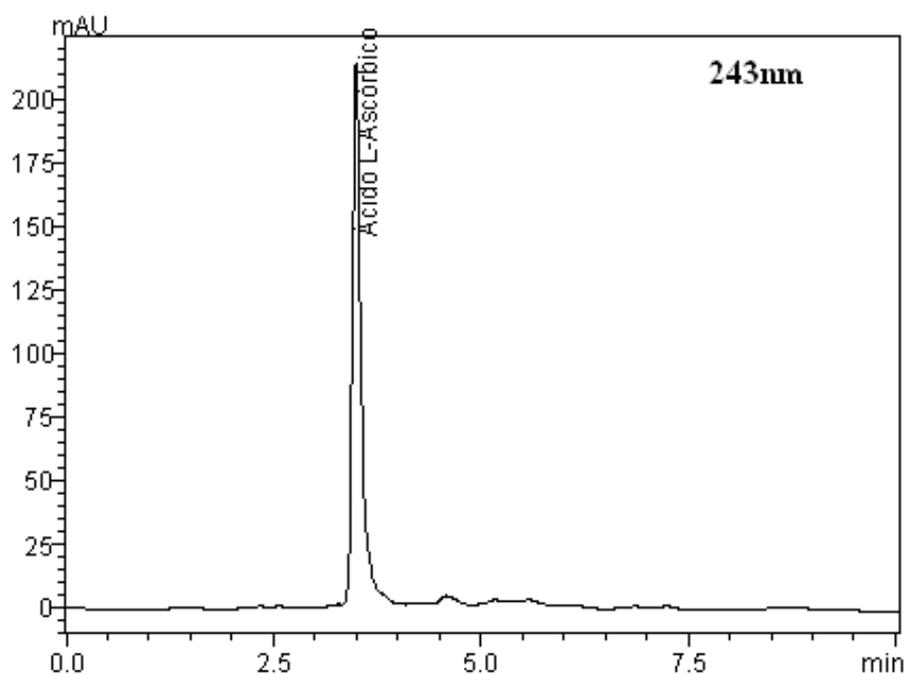


Figura 20: Cromatograma de identificação do ácido orgânico L-ascórbico por CLAE (243 nm) presente na PP (polpa pasteurizada).

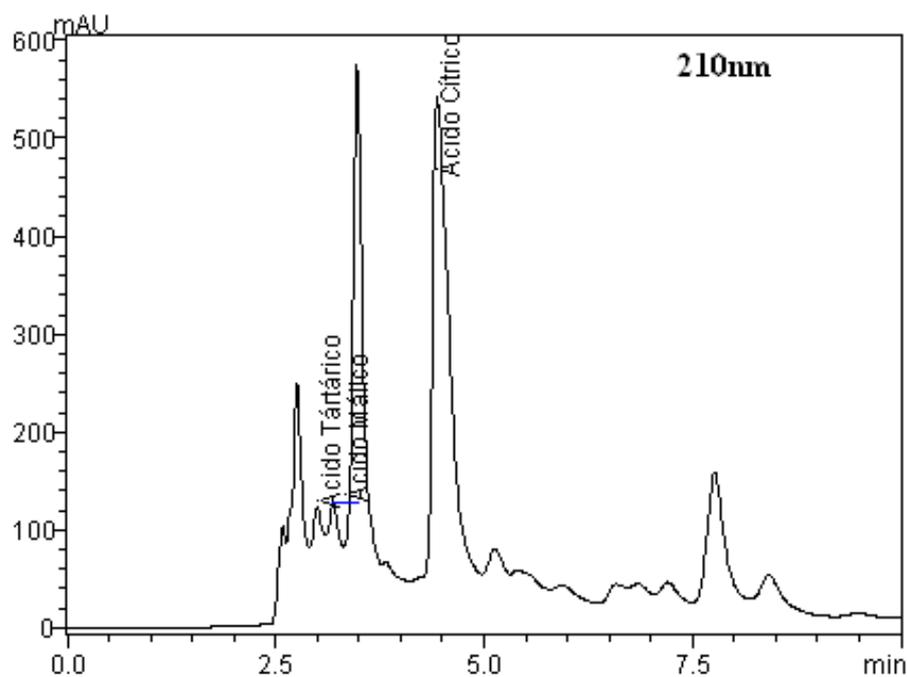


Figura 21: Cromatograma de identificação dos ácidos orgânicos (tártarico, málico e cítrico) por CLAE (210 nm) presentes na PPP (pó liofilizado da polpa pasteurizada).

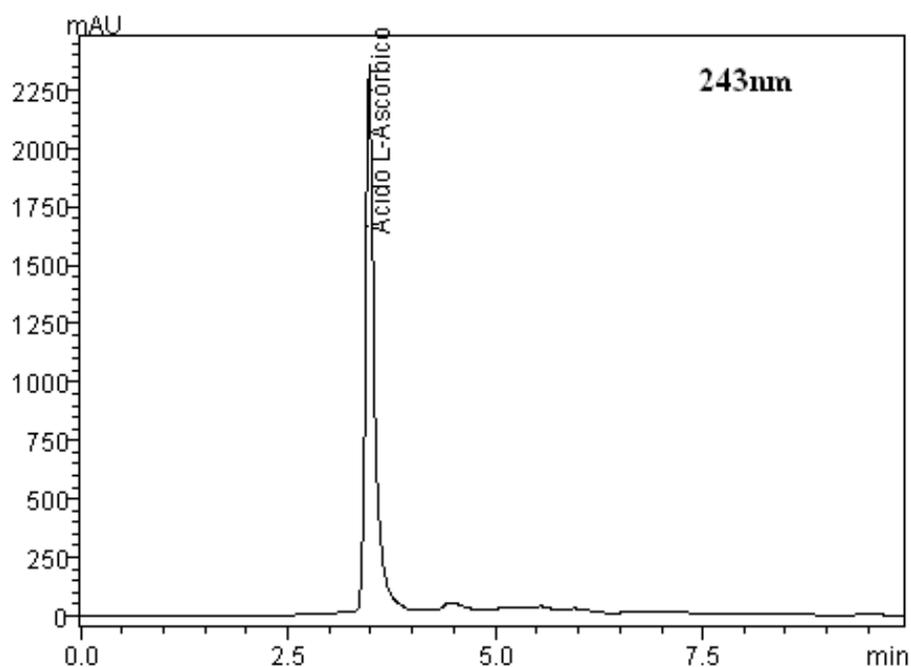


Figura 22: Cromatograma de identificação do ácido orgânico L-ascórbico por CLAE (243 nm) presente na PPP (pó liofilizado da polpa pasteurizada).

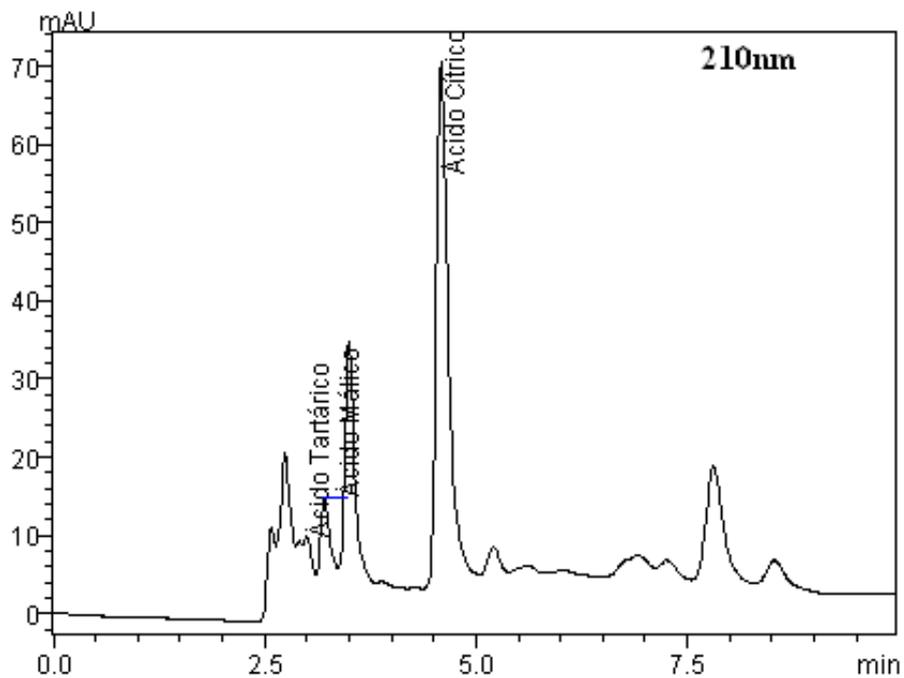


Figura 23: Cromatograma de identificação dos ácidos orgânicos (tártarico, málico e cítrico) por CLAE (210 nm) presentes na PPR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada).

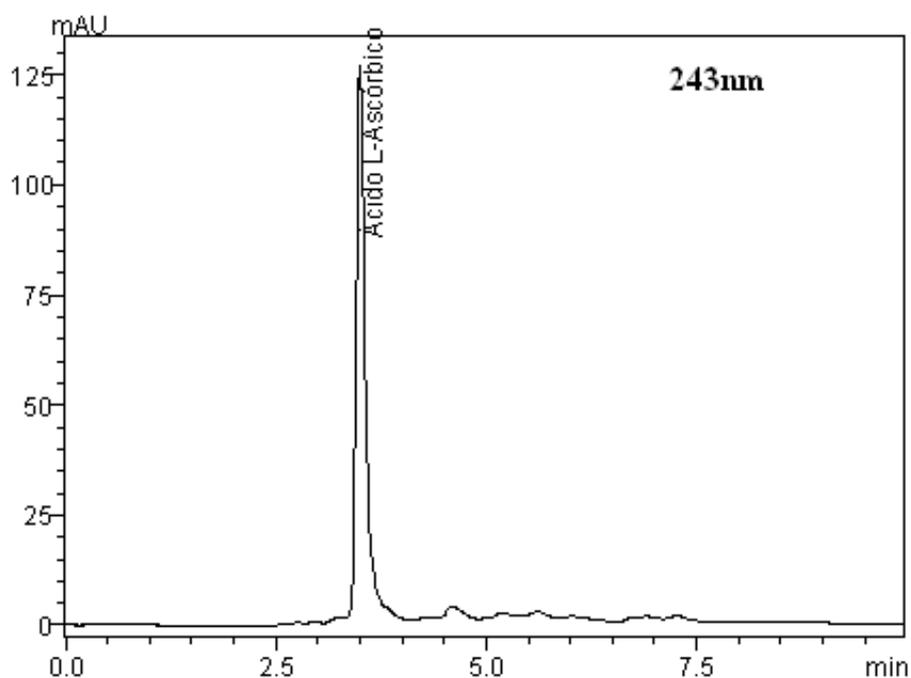


Figura 24: Cromatograma de identificação do ácido orgânico L-ascórbico por CLAE (243 nm) presente na PPR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada).

5.3.2. Carotenoides

Tabela 05: Carotenoides (β -caroteno) quantificados por CLAE, nas polpas de mangaba *in natura*, pasteurizada e em pó seco e reidratado.

Produtos	β -caroteno (g/100g de amostra) TR = 9,7 min
PIN	0,0625 \pm 0,0014 ^b
PP	0,0380 \pm 0,0006 ^c
PINP	0,0769 \pm 0,0089 ^a
PPP	0,0589 \pm 0,0069 ^b
PINR	0,0240 \pm 0,0016 ^{cd}
PPR	0,0167 \pm 0,0003 ^d

* PIN (Polpa *in natura*); PINR (Polpa reidratada do pó liofilizado da polpa *in natura*); PINP (Pó liofilizado da polpa *in natura*); PP (Polpa pasteurizada); PPR (Polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada); PPP (Pó liofilizado da polpa pasteurizada).

* Média \pm desvio padrão. Letras iguais não diferem estatisticamente ($p > 0,005$).

Todos os resultados obtidos neste estudo, nas amostras de polpa de mangaba *in natura* e pasteurizada e seus produtos, obtiveram concentrações maiores de β -caroteno que as concentrações quantificadas em outros estudos como os reportados por Cardoso (2011) analisando araticum (0,0020 g/100g), cagaita (0,0004 g/100g), jatobá (0,0004 g/100g), mangaba (0,0006 g/100g) e pequi (0,0042 g/100g). Oliveira *et. al.* (2011) também quantificaram concentrações menores que as da goiaba (0,000366 g/100g), mamão formosa (0,000548 g/100g) e manga Tommy (0,001557 g/100g). E Sentanin & Amaya, (2007), quantificaram no mamão formosa 0,0001 g/100g e no pêssego diamante 0,00004 g/100g de β -caroteno, confirmando o mesmo comportamento, de que a mangaba possui teores maiores que os quantificados nestas frutas, cagaita, jatobá, pequi, goiaba, mamão formosa, manga Tommy e pêssego. As amostras não apresentaram diferença significativa quando comparadas com suas respectivas formas *in natura* e pasteurizadas, ou seja, entre PIN e PP, PINP e PPP, PINR e PPR.

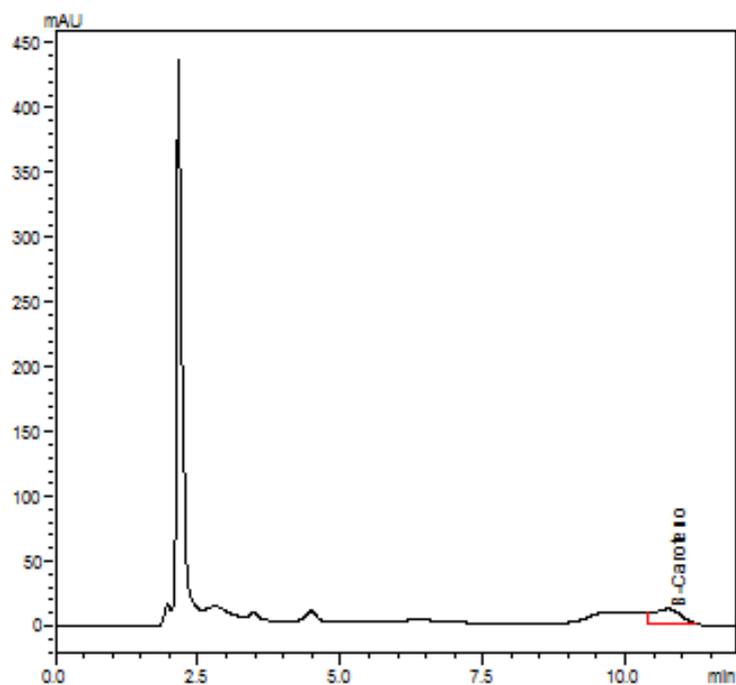


Figura 25: Cromatograma à 450 nm, de identificação, por CLAE, do β -caroteno presente na PIN (polpa *in natura*).

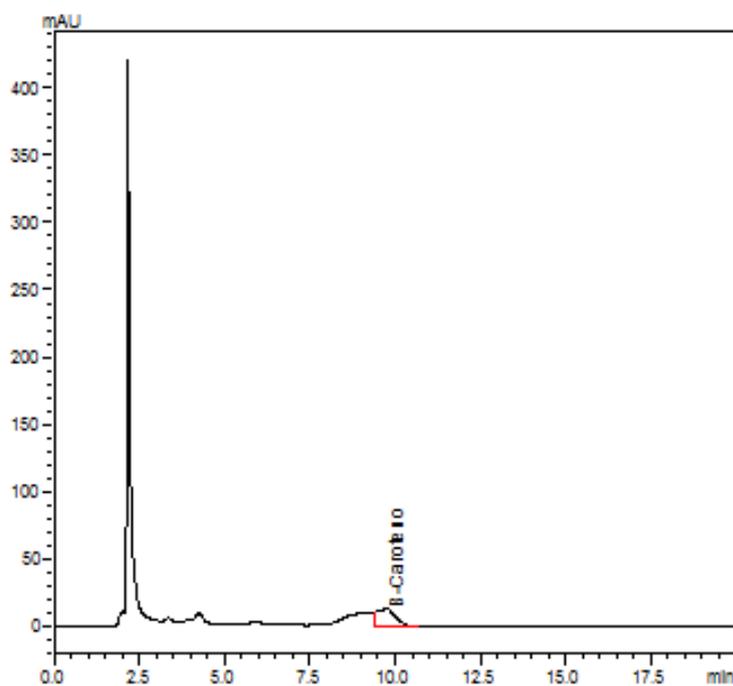


Figura 26: Cromatograma de identificação do β -caroteno por CLAE (450 nm) presente na PINP (pó liofilizado da polpa *in natura*).

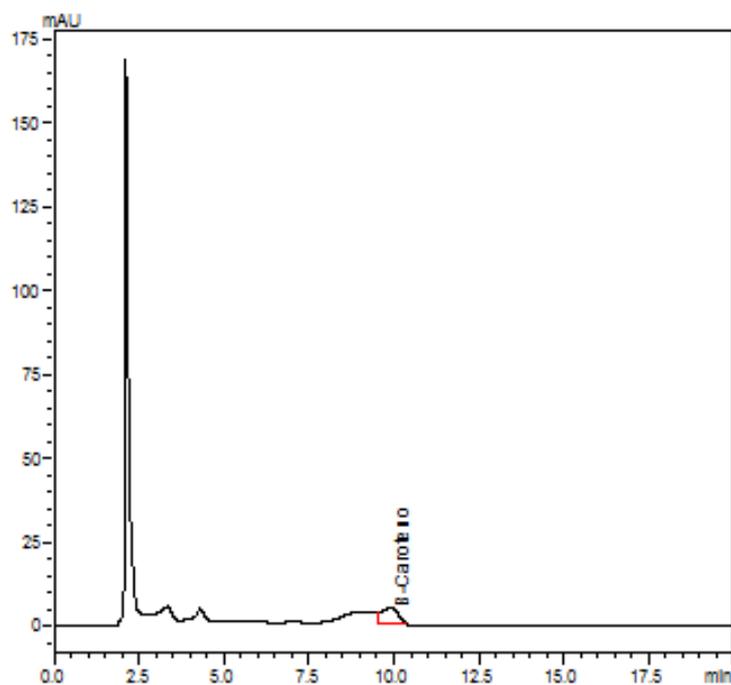


Figura 27: Cromatograma de identificação do β -caroteno por CLAE (450 nm) presente na PINR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa *in natura*).

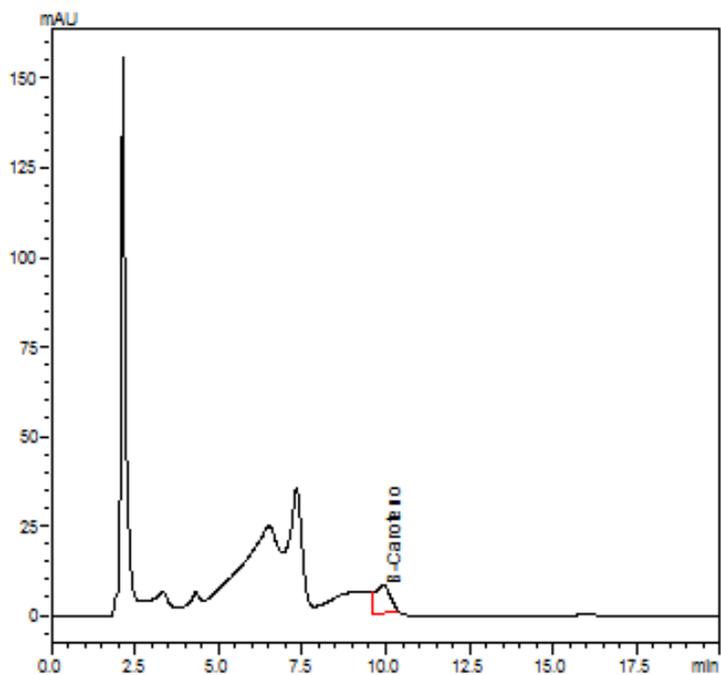


Figura 28: Cromatograma de identificação do β -caroteno por CLAE (450 nm) presente na PP (polpa pasteurizada).

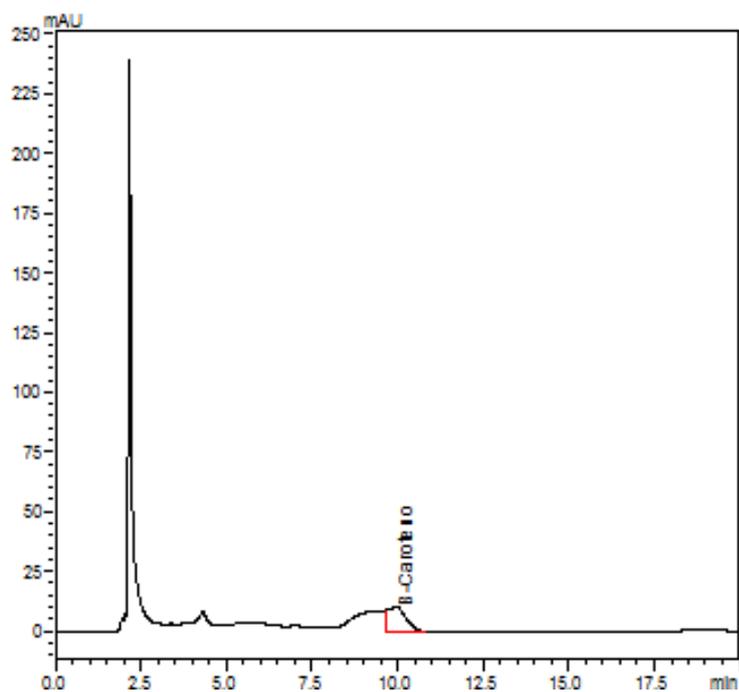


Figura 29: Cromatograma de identificação do β -caroteno por CLAE (450 nm) presente na PPP (pó liofilizado da polpa pasteurizada).

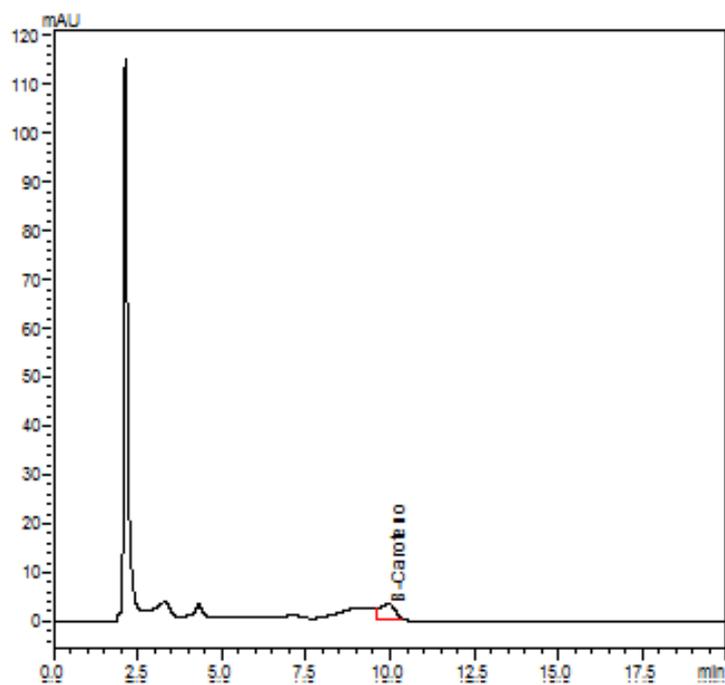


Figura 30: Cromatograma de identificação do β -caroteno por CLAE (450 nm) presente na PPR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada).

5.3.3. Compostos fenólicos

Tabela 06: Compostos fenólicos quantificados por CLAE, nas polpas de mangaba *in natura*, pasteurizada e em pó seco e reidratado.

Produtos	Ácido Clorogênico (g/100g de amostra) TR = 2,5 min	Rutina (g/100g de amostra) TR = 4,9 min	Quercetina (g/100g de amostra) TR = 7,8 min
PIN	0,007 ± 0,00004 ^d	0,052 ± 0,0001 ^e	0,090 ± 0,026 ^c
PP	0,012 ± 0,00000 ^c	0,050 ± 0,0002 ^f	0,092 ± 0,002 ^c
PINP	0,111 ± 0,00024 ^a	0,072 ± 0,0005 ^a	0,164 ± 0,004 ^b
PPP	0,068 ± 0,00011 ^b	0,069 ± 0,0001 ^b	0,452 ± 0,013 ^a
PINR	0,003 ± 0,00004 ^e	0,056 ± 0,0001 ^c	0,066 ± 0,001 ^c
PPR	0,012 ± 0,00000 ^c	0,053 ± 0,0000 ^d	0,101 ± 0,007 ^c

* PIN (Polpa *in natura*); PINR (Polpa reidratada do pó liofilizado da polpa *in natura*); PINP (Pó liofilizado da polpa *in natura*); PP (Polpa pasteurizada); PPR (Polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada); PPP (Pó liofilizado da polpa pasteurizada).

* Média ± desvio padrão. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p > 0,005$).

As concentrações dos compostos fenólicos identificados e quantificados por CLAE nas amostras das polpas de mangaba neste estudo foram em sua maioria maiores que as concentrações de ácido clorogênico e quercetina quantificadas por Gonçalves (2008), encontrando 0,0094g/100g de quercetina na polpa pasteurizada de umbu, 0,0019 g/100g na polpa pasteurizada de coquinho, enquanto na PP analisada neste trabalho a concentração de quercetina foi de 0,092 g/100g. Com relação à concentração do ácido clorogênico, Gonçalves (2008), quantificou 0,0002 g/100 na polpa pasteurizada de umbu, para a mangaba aqui foi quantificada uma concentração de 0,012 g/100g na PP. Gonçalves (2008), analisando polpa *in natura* de buriti quantificou 0,009 g/100g de ácido clorogênico e 0,0006 g/100g de quercetina e na polpa *in natura* de araçá, quantificou de quercetina 0,04 g/100g, sendo estes valores também menores que as concentrações aqui quantificadas na PIN de 0,007 g/100g de ácido clorogênico e 0,090 g/100g de quercetina.

As concentrações dos ácidos orgânicos não diferiram apenas entre as amostras PIN e PP e PINR e PPR para a quercetina, neste ácido orgânico os maiores teores foram todos nas amostras obtidas da polpa pasteurizada, na rutina os maiores teores foram nas amostras obtidas da polpa *in natura*, e para o ácido clorogênico foram nas amostras PIN, PINP e PPR, quando comparados com seus respectivos pares PP, PPP e PINR.

Rampazzo *et. al.* (2012), identificaram rutina e quercetina em polpas *in natura* de amora e framboesa. Na amora quantificou-se 0,005g/100g de rutina e 0,00014 g/100g de quercetina e na framboesa foram quantificadas concentrações de rutina de 0,01 g/100g e de quercetina 0,0002 g/100g, sendo estes valores também inferiores às concentrações aqui quantificadas na PIN de 0,052 g/100g de rutina e 0,090 g/100g de quercetina. Siguemoto (2013) identificou e quantificou rutina e quercetina em polpa *in natura* de fruto de murici, obtendo concentrações maiores 0,13 g/100g e 0,25 g/100g, para rutina e quercetina, respectivamente aos aqui quantificados na PIN.

A mangaba apresenta-se como uma fruta com concentrações maiores de compostos fenólicos, como rutina, quercetina e ácido clorogênico, quando comparado a concentrações quantificadas em frutas como, amora, framboesa, buriti, araçá, umbu e concentrações inferiores às quantificadas em murici, baseado nos estudos aqui referenciados.

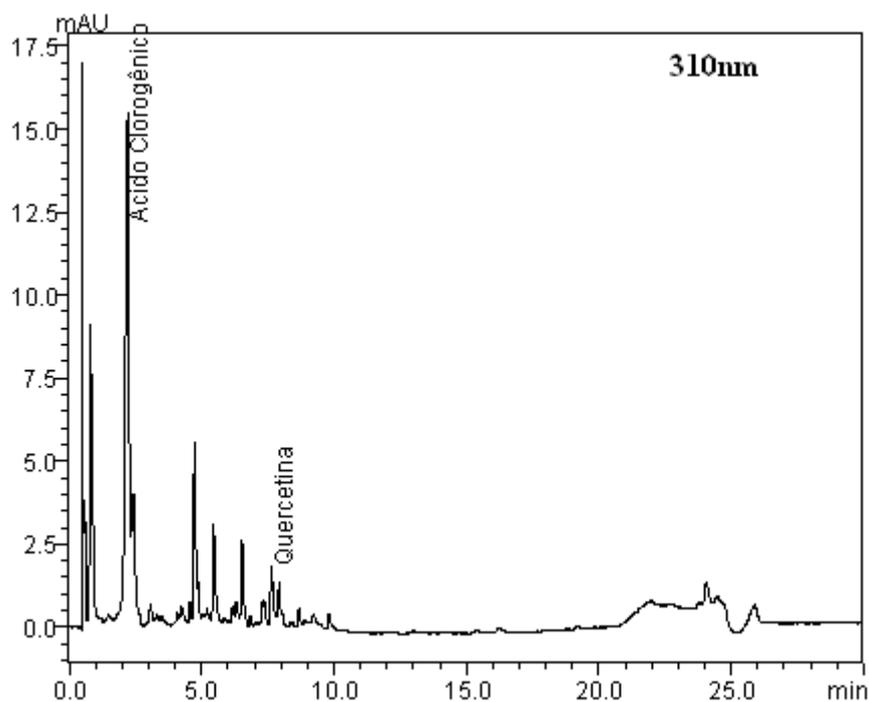


Figura 31: Cromatograma de identificação dos ácidos fenólicos (ácido clorogênico e quercetina) por CLAE (310 nm) presente na PIN (polpa *in natura*).

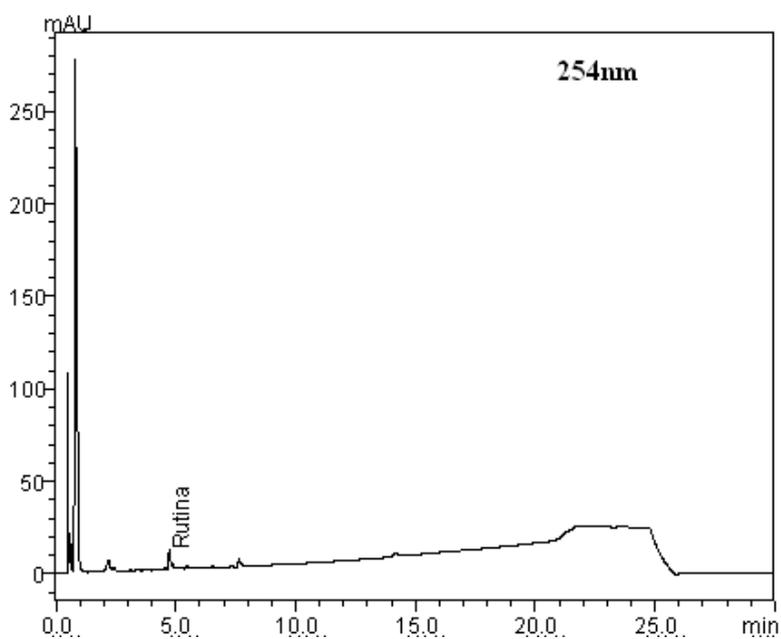


Figura 32: Cromatograma à 254 nm, de identificação, por CLAE, do ácido fenólico (rutina) presente na PIN (polpa *in natura*).

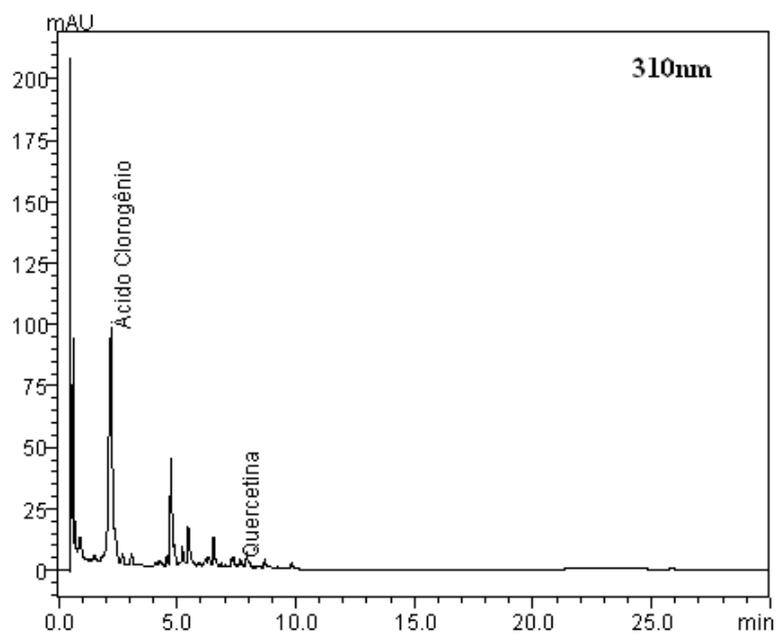


Figura 33: Cromatograma de identificação dos ácidos fenólicos (ácido clorogênico e quercetina) por CLAE (310 nm) presente na PINP (pó liofilizado da polpa *in natura*).

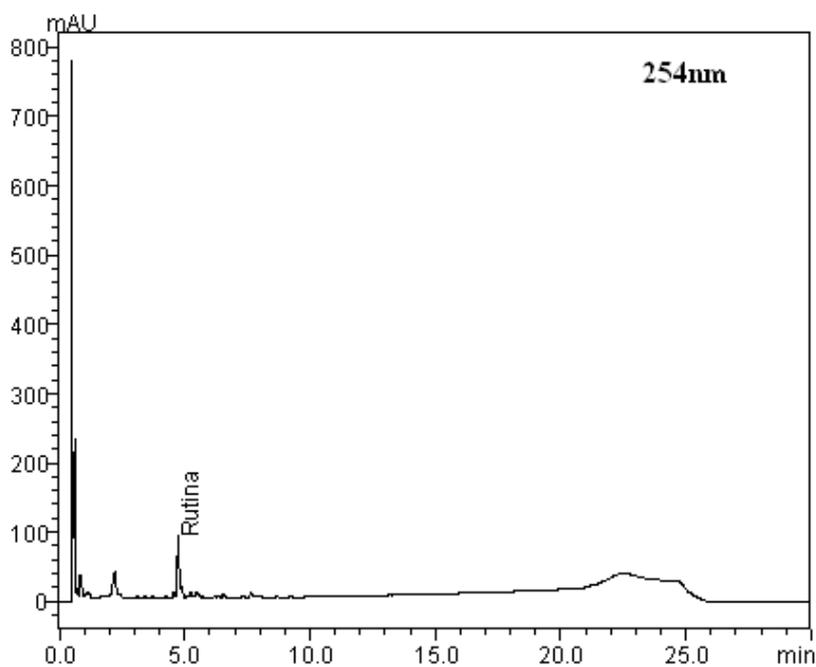


Figura 34: Cromatograma de identificação do ácido fenólico (rutina) por CLAE (254 nm) presente na PINP (pó liofilizado da polpa *in natura*).

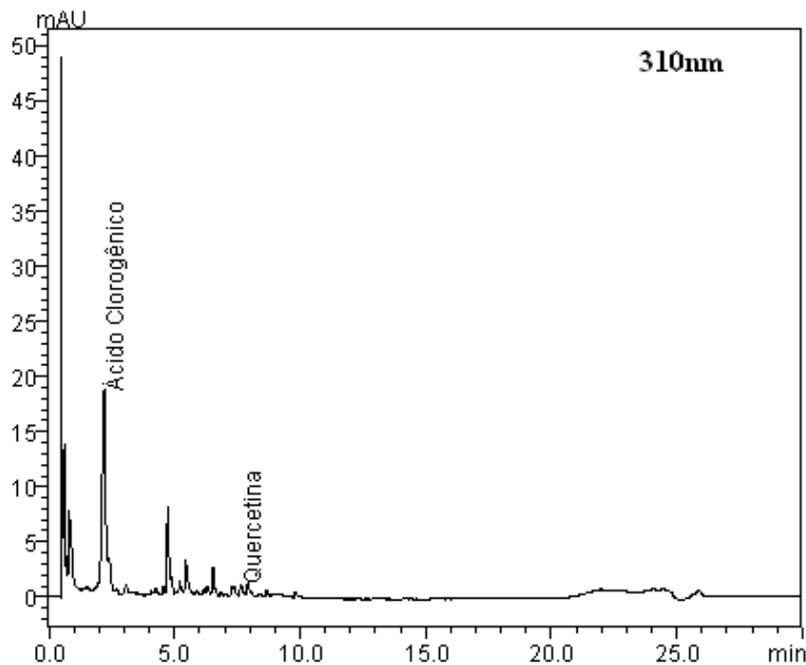


Figura 35: Cromatograma de identificação dos ácidos fenólicos (ácido clorogênico e quercetina) por CLAE (310 nm) presente PINR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa *in natura*).

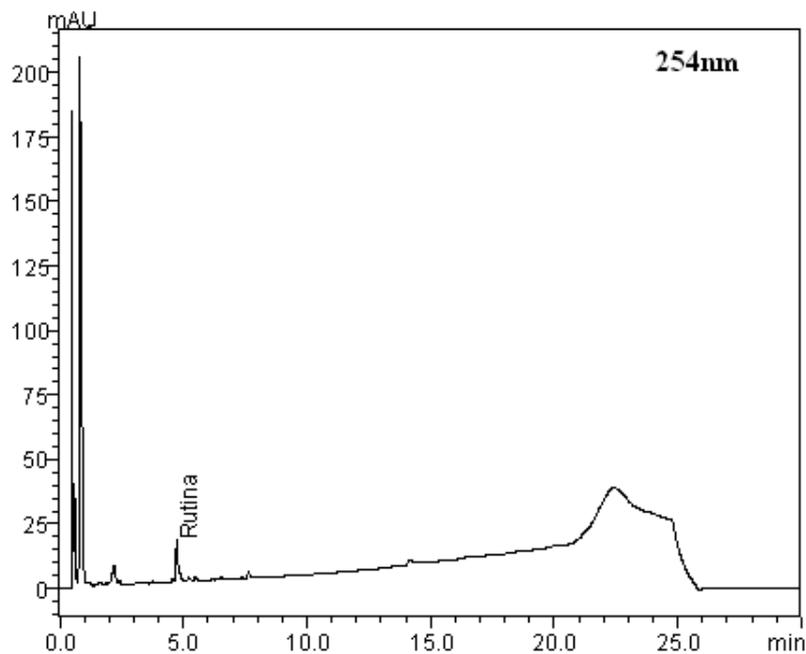


Figura 36: Cromatograma de identificação do ácido fenólico (rutina) por CLAE (254 nm) presente na PINR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa *in natura*).

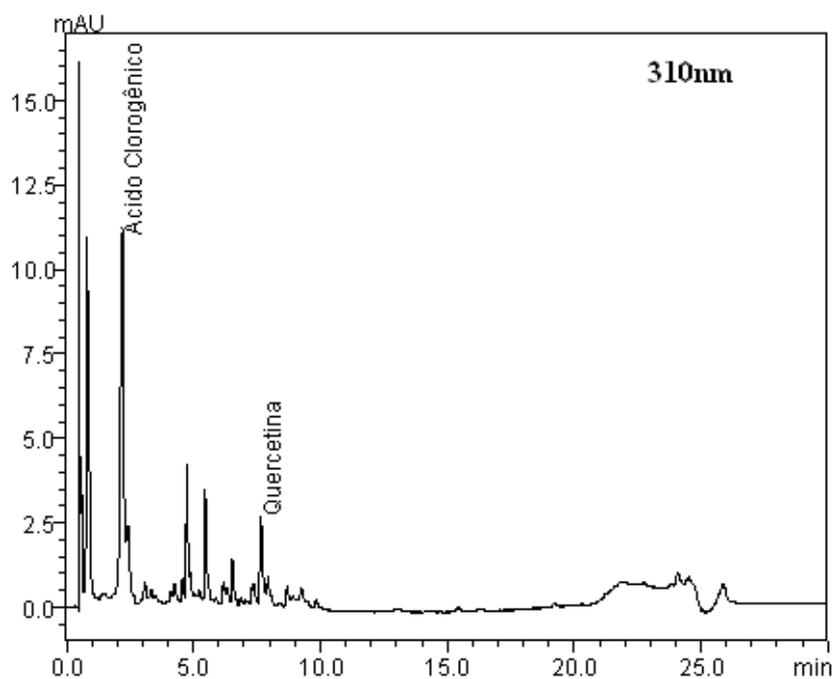


Figura 37: Cromatograma de identificação dos ácidos fenólicos (ácido clorogênico e quercetina) por CLAE (310 nm) presente na PP (polpa paturizada).

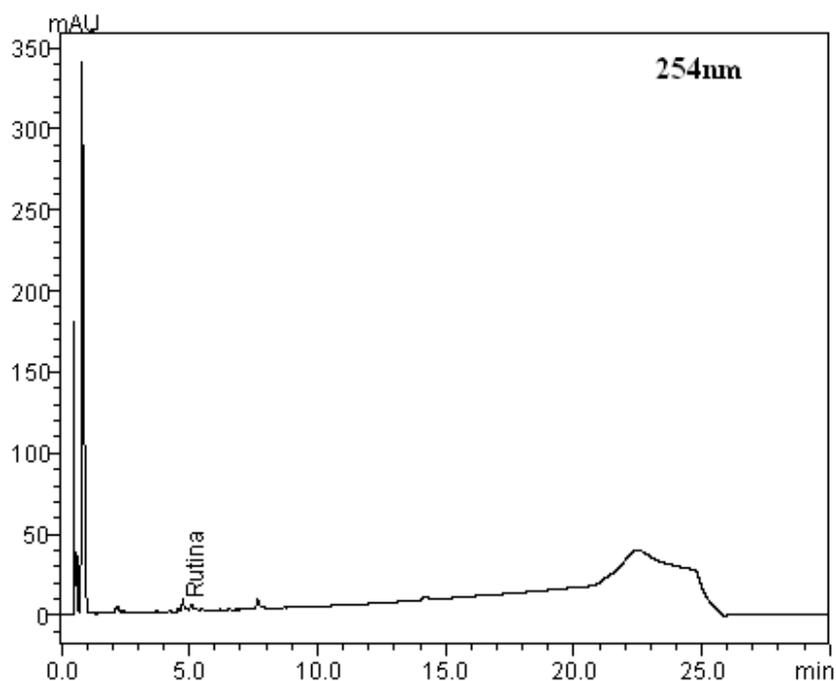


Figura 38: Cromatograma de identificação do ácido fenólico (rutina) por CLAE (254 nm) presente na PP (polpa paturizada).

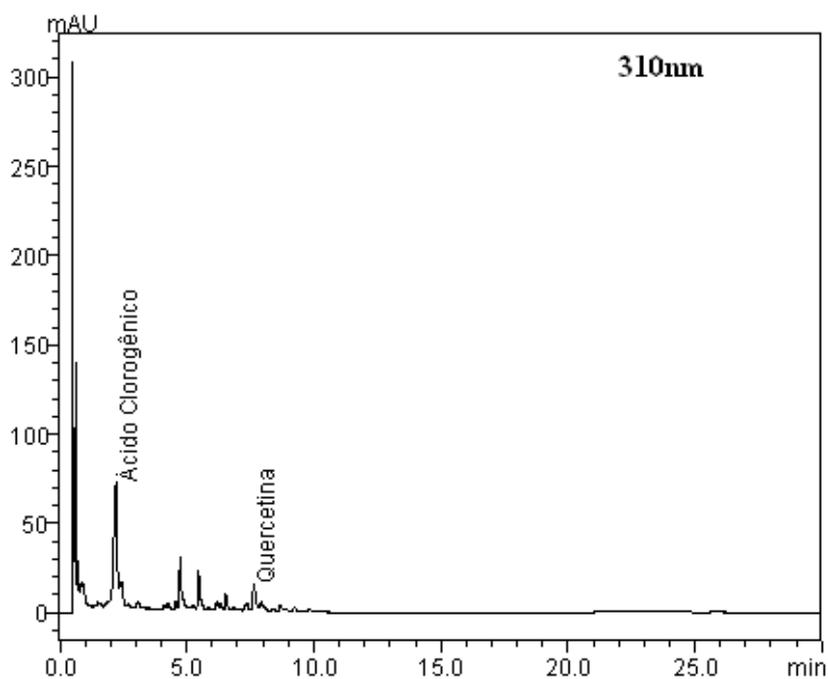


Figura 39: Cromatograma de identificação dos ácidos fenólicos (ácido clorogênico e quercetina) por CLAE (310 nm) presente na PPP (pó liofilizado da polpa pasteurizada).

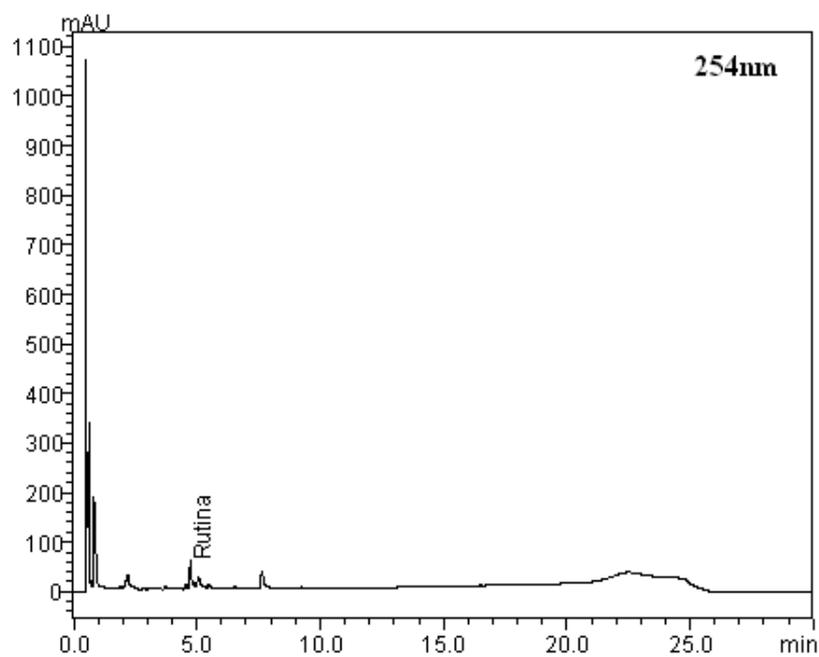


Figura 40: Cromatograma de identificação do ácido fenólico (rutina) por CLAE (254 nm) presente na PPP (pó liofilizado da polpa pasteurizada).

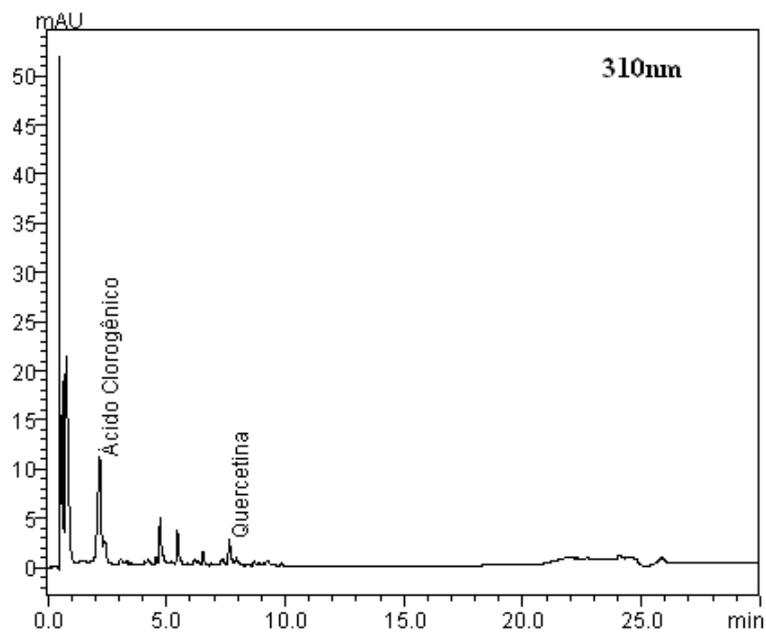


Figura 41: Cromatograma de identificação dos ácidos fenólicos (ácido clorogênico e quercetina) por CLAE (310 nm) presente na PPR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa paturizada).

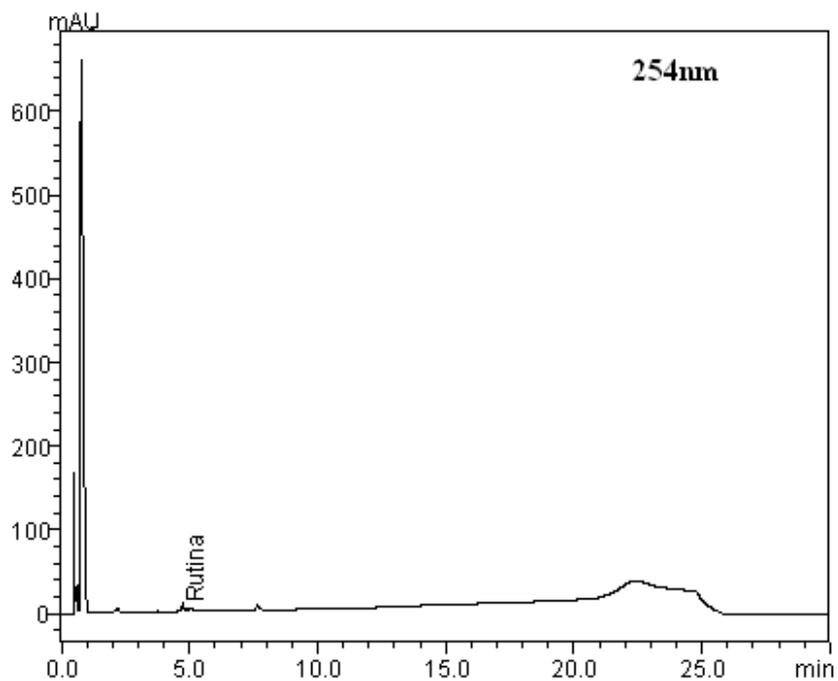


Figura 42: Cromatograma de identificação do ácido fenólico (rutina) por CLAE (254 nm) presente na PPR (polpa reidratada do pó liofilizado da polpa paturizada).

5.4. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Tabela 07: Atividade antioxidante de polpas de mangaba *in natura*, pasteurizada e em pó seco e reidratado.

Produto	DPPH (EC ₅₀ mg/L)	ABTS (uM TROLOX/g de fruta)	FRAP (uM sulfato ferroso/g de fruta)
PIN	2214 ± 155 ^{ab}	3,28x10 ⁵ ± 7,64x10 ⁴ c	1,08x10 ⁶ ± 2,16x10 ⁵ c
PP	1223 ± 110 ^c	4,61x10 ⁵ ± 4,66x10 ⁴ c	1,06x10 ⁶ ± 6,74x10 ⁴ c
PINP	185 ± 2 ^d	5,28x10 ⁶ ± 8,67x10 ⁵ a	9,91x10 ⁶ ± 1,55x10 ⁶ b
PPP	235 ± 21 ^d	2,25x10 ⁶ ± 4,39x10 ⁵ b	1,48x10 ⁷ ± 3,32x10 ⁶ a
PINR	2552 ± 438 ^a	4,49x10 ⁵ ± 6,14x10 ⁴ c	1,23x10 ⁶ ± 4,07x10 ⁵ c
PPR	1748 ± 70 ^{bc}	5,39x10 ⁵ ± 2,83x10 ⁴ c	1,24x10 ⁶ ± 2,15x10 ⁵ c

* PIN (Polpa *in natura*); PINR (Polpa reidratada do pó liofilizado da polpa *in natura*); PINP (Pó liofilizado da polpa *in natura*); PP (Polpa pasteurizada); PPR (Polpa reidratada do pó liofilizado da polpa pasteurizada); PPP (Pó liofilizado da polpa pasteurizada).

* Média ± desvio padrão. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente (p>0,005).

A atividade antioxidante da mangaba pela captura do radical DPPH, apresentou maiores teores nos produtos obtidos a partir da polpa da fruta *in natura*, com exceção dos pós liofilizados, nos quais o teor foi maior no produto obtido a partir da polpa pasteurizada industrialmente. Através da captura do radical ABTS a atividade antioxidante, apresentou comportamento inverso ao do radical DPPH, sendo maior nos produtos obtidos a partir da polpa pasteurizada industrialmente e nos pós liofilizados a atividade foi maior nos produtos obtidos a partir da polpa da fruta *in natura*. O método de redução do ferro (FRAP), com dados expostos na tabela 12, apresentou nos produtos de pó liofilizado uma maior atividade antioxidante na PPP (1,48x10⁷ uM sulfato ferroso/g de fruta), enquanto na PINP esta atividade foi de 9,91 x10⁶ uM sulfato ferroso/g de fruta. Nos demais produtos a atividade antioxidante foi praticamente igual entre os seus correspondentes da polpa da fruta *in natura* e da polpa pasteurizada industrializada.

Martinez *et. al.* (2012), analisando polpas de goiaba, manga e maracujá, quantificaram a manga com a maior atividade antioxidante para ABTS, DPPH e FRAP, sendo 38,0 $\mu\text{mol trolox/g}$; 47,1 $\mu\text{mol trolox/g}$ e 19,1 $\mu\text{mol trolox/g}$, respectivamente e o maracujá com a menor atividade antioxidante dentre as três frutas por eles estudadas, sendo de 5,5 $\mu\text{mol trolox/g}$; 5,1 $\mu\text{mol trolox/g}$; 6,9 $\mu\text{mol trolox/g}$, respectivamente para o ABTS, DPPH e FRAP. Almeida *et. al.* (2011), analisaram a capacidade antioxidante de algumas frutas, dentre elas ciruela, graviola e umbu, quantificando teores de ABTS e DPPH, sendo 6,25 $\mu\text{M trolox/g}$ e 1,50 $\mu\text{M trolox/g}$ para a ciruela, respectivamente. 6,09 $\mu\text{M trolox/g}$ e 1,36 $\mu\text{M trolox/g}$ para a graviola, respectivamente e 1,07 e $\mu\text{M trolox/g}$ 0,70 $\mu\text{M trolox/g}$ para o umbu, respectivamente. Cajá, acerola e jaboricaba foram algumas das frutas analisadas por Rufino *et. al.* (2010), quanto a atividade antioxidante baseada nos radicais DPPH, ABTS e pela redução do Ferro (FRAP). Para a fruta *in natura*, no cajá foi quantificado teores de 9397 g/g DPPH , 7,8 $\mu\text{mol trolox/g}$ e 11,8 $\mu\text{mol Fe}_2\text{SO}_4/\text{g}$ para DPPH, ABTS e FRAP, respectivamente. Na acerola os teores diferiram muito do cajá, sendo para o DPPH 670 g/g DPPH , para o ABTS 96,6 $\mu\text{mol trolox/g}$ e para o FRAP 148 $\mu\text{mol Fe}_2\text{SO}_4/\text{g}$. Entretanto a atividade antioxidante do umbu é mais próximo ao quantificado no cajá, sendo 7074 g/gDPPH no umbu, 6,3 $\mu\text{mol trolox/g}$ de ABTS e 17,2 $\mu\text{mol Fe}_2\text{SO}_4/\text{g}$ de FRAP.

As polpas de mangaba aqui analisadas apresentaram atividade antioxidante maiores que as reportadas por outros autores consultados, com relação aos radicais DPPH e ABTS e pela redução do ferro, FRAP. Os valores encontrados com relação ao radical DPPH diferiram significativamente para os pares de amostras PIN e PP, e PINR e PPR, sendo que nas amostras obtidas das polpas *in natura* estes valores foram maiores que nos seus correspondentes da amostra de polpa pasteurizada. As amostras do pó liofilizado *in natura* e pasteurizada não diferiram significativamente entre si. O comportamento foi inverso com relação ao radical ABTS, havendo diferença significativamente apenas entre o par de amostras PINP e PPP, sendo que os maiores teores de atividade antioxidante pela captura do radical ABTS foram quantificados nas amostras pasteurizadas, PP e PPR, entre seus pares PIN e PINR, respectivamente. Comportamento semelhante observado para a atividade antioxidante pela redução do ferro, onde houve diferença significativa apenas entre as amostras PINP e PPP, sendo que as amostras PPP e PPR apresentaram maiores teores que suas respectivas formas obtidas da polpa *in natura*.

6. CONCLUSÕES

Obteve-se a polpa dos frutos da mangaba *in natura*, através de processo de despolpamento mecânico, enquanto as polpas de mangaba pasteurizadas já foram adquiridas prontas, pasteurizadas, de uma indústria de polpas de frutas da cidade de Aracaju – Se. Os pós das polpas de mangaba *in natura* e pasteurizada foram obtidos por processo de liofilização.

Com relação às características físico químicas das amostras, confirmou-se a acidez característica da mangaba, através dos valores obtido de pH e de acidez total titulável e o leve sabor adocicado, pelo teor de sólidos solúveis totais.

Dentre os compostos bioativos analisados, comprovou-se, por colorimetria, o alto teor de vitamina C da mangaba, já relatado por outros autores. Foram identificados e quantificados por CLAE os ácidos orgânicos L-ascórbico, cítrico, D-málico e D-tartárico, sendo que as maiores concentrações encontradas em todos os produtos foram do ácido cítrico. O teor de β -caroteno na mangaba foi determinado por espectrometria, com maior concentração na PINR, e quantificado por CLAE apresentando maior teor na PINP. Fenólicos totais e flavonoides, determinados por espectrometria, foram maiores nos produtos obtidos a partir da polpa da fruta *in natura*. Por CLAE, identificou-se e quantificou-se os compostos fenólicos: ácido clorogênico e rutina, com maiores teores na PINP e quercetina com maior teor na PPP.

A atividade antioxidante das amostras das polpas de mangaba foi analisada através dos radicais DPPH, ABTS e pela redução do ferro, sendo os maiores teores encontrados respectivamente nas amostras PINR, PINP e PPP.

As concentrações de vitamina C, fenólicos e flavonoide totais, rutina quercetina, ác. clorogênico e atividade antioxidante foram maiores na mangaba, quando comparado as outras frutas consultadas.

Os pós liofilizados tiveram maiores concentrações de vitamina C, β -caroteno (por CLAE), flavonoides, compostos fenólicos (por CLAE) e ácidos orgânicos quantificados por CLAE, e as atividades antioxidantes ABTS e FRAP.

Maiores concentrações de carotenoides totais, β -caroteno, licopeno, fenólicos totais, atividade antioxidante DPPH foram detectadas nas polpas reidratadas do pó liofilizado As amostras obtidas da polpa *in natura* nas três formas analisadas (PIN, PINP e PINR) apresentaram as maiores concentrações de carotenoides totais, beta caroteno, fenólicos totais, flavonoides, ácido D-málico, rutina.

7. REFERÊNCIAS

ABE, L. T.; MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. **Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca L.* e *Vitis vinifera L.*** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, volume 27, número 2, página 394-400, 2007.

AHN, M. R, KUMAZAWA, S., USUI, Y., NAKAMURA, J., **Antioxidant activity and constituents of propolis collected in various areas of China.** *Food chemistry* 101 (2007) 1383-1392.

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

ALMEIDA, C. B., MANICA, R. B., FRANCO, J. J., PEGORARO, C., FACHINELLO, J. C., SILVA, J. A. **Comparação do teor de carotenóides em frutos nativos de regiões tropicais e temperadas; XVIII CIC – XI ENPOS;** Universidade Federal de Pelotas; Pelotas - RS, 2009.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUZA, P. H. M. de; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G.M.; MAGALHÃES, C. E. de C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. de. **Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil,** *Food Research International* 44 (2011) 2155–2159.

ARAÚJO, J. M. A., **Química de Alimentos: Teoria e Prática.** 2ª edição, Viçosa: Editora UFV – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

A. O. A. C. (Associaton of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis.** 14. ed. Arlington: A. O. A. C., 1984. 1141p.

BARROS, L., PEREIRA, C., FERREIRA, I. C. F. R., **Análise cromatográfica de ácidos orgânicos em cogumelos silvestres comestíveis do Nordeste de Portugal: validação de uma técnica de UFLC-PDA.** 11º Encontro Nacional de Química de Alimentos. Bragança – Portugal, 2012.

BECHO, J. R. M., MACHADO, H., GUERRA, M. O.. **Rutin – structure, metabolism and pharmacological potency.** Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora – MG, v. 1, n. 1, p. 21 - 25, 2009.

BEER, D. **Antioxidant activity of South African red and White Cultivar Wines: Free Radical Scavenging.** Journal of Agriculture and Food Chemistry, v. 51, p. 902-909, 2003.

BIANCHI, M. de L. P., ANTUNES, L. M. G., **Free Radicals and the Main Dietary Antioxidants.** Rev. Nutr., Campinas, 12(2): 123-130, maio/ago., 1999.

BONI, A., PUGLIESE, C., CLÁUDIO, C. C., PATIN, R. V., OLIVEIRA, F. L. C., **Antioxidant vitamins and prevention of atherosclerosis in childhood,** Revista Paulista de Pediatria, 28(4), 373-80, São Paulo-SP, 2010.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Portaria nº- 33, de 13 de janeiro de 1998. Adota valores como níveis de IDR para as vitaminas, minerais e proteínas.** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/058b25804745873290fed43fbc4c6735/PORTARIA_33_1998.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 30 jun. 2013.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **RDC nº- 27, de 6 de agosto de 2010. Regulamento Técnico que estabelece as categorias de alimentos e embalagens isentos de registro sanitário e as categorias de alimentos e embalagens com obrigatoriedade de registro sanitário.** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/815ada0047458a7293e3d73fbc4c6735/RESOLUCAO_27_2010.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 30 jun. 2013.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde**

alegadas em rotulagem de alimentos. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/815ada0047458a7293e3d73fbc4c6735/RESOLUCAO_18_1999.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 30 jun. 2013.

CARDOSO, L. M. Dissertação (mestrado) - **Araticum, cagaita, jatobá, mangaba e pequi do cerrado de Minas Gerais: ocorrências e conteúdo de carotenoides e vitaminas.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2011.

CARDOSO, P. C., TOMAZINI, A. P. B., STRINGHETA, P. C., RIBEIRO, S. M.R., PINHEIRO-SANT'ANA, H. M., **Vitamin C and carotenoids in organic and conventional fruits grown in Brazil.** Food Chemistry 126 (2011) 411–416.

CARDOSO, L. M., REIS, B. L., OLIVEIRA, D. S., PINHEIRO-SANT'ANA, H. M., **Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) from the Brazilian Cerrado: nutritional value, carotenoids and antioxidant vitamins.** Fruits, 2013, vol. 69, p. 89–99.

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

CIOLA, R., **Fundamentos da Cromatografia a Líquido de Alto Desempenho: CLAE.** Editora: Edgard Blucher, São Paulo-SP, 2003.

CLERICI, M. T. P. S; SILVA, L. B. C.. **Nutritional bioactive compounds and technological aspects of minor fruits grown in Brazil.** Food Research International 44 (2011) 1658–1670.

COHEN, K. O., SANO, S. M.. **Parâmetros físico-químicos dos frutos de mangabeira.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 272 – Embrapa Cerrados, Planaltina – DF, 2010.

COLLINS, C. H., BRAGA, G. L., BONATO, P. S., **Fundamentos de Cromatografia**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2006.

COSTA, N. M. B., ROSA, C. de O.. **Alimentos Funcionais: Benefícios para a Saúde**. Viçosa – MG, 2008.

DAMODARAN, S., PARKIN, K. L., FENNEMA, O. R., **Química de Alimentos de Fennema**. Artmed, 4ª edição, Porto Alegre – RS, 2010.

DELMAS, D.; JANNIN, B.; LATRUFFE, N. **Resveratrol: Preventing properties against vascular alterations and ageing**. Mol. Nutr. Food Res., v. 49, p. 377-395, 2005.

FERREIRA, E. G., MARINHO, S. J. O, **Produção de frutos da mangabeira para consumo *in natura* e industrialização**. Tecnologia & Ciência Agropecuária, João pessoa, v.1, p.9-14, set. 2007.

FIORUCCI, A. R., SOARES, M. H. F. B., CAVALHEIRO, E. T. G., **Ácidos orgânicos: dos primórdios da química experimental à sua presença em nosso cotidiano**. Química nova na escola, nº 15, Maio 2002.

GARAMBONE, E., ROSA G.. **Possíveis benefícios do ácido clorogênico à saúde**. Alim. Nutr., Araraquara v.18, n.2, p. 229-235, abr./jun. 2007.

GAVA, A. J, SILVA, C. A. B., FRIAS, J. R. G., **Tecnologia de Alimentos – Princípios e Aplicações**. Editora Nobel, 511 p., São Paulo – SP, 2008.

GONÇALVES, A. E. S. S.. **Avaliação da capacidade antioxidante de frutas e polpas de frutas nativas e determinação dos teores de flavonoides e vitamina C**. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos – Área de Bromatologia. São Paulo – SP, 2008.

GUSMAN, J., MALONNE, H., ATASSI, G.. **A reapraisal of the potential chemopreventive and chemotherapeutic properties of resveratrol.** *Carcinogenesis*, v. 22, n. 8, p. 1111-1117, 2001.

HOSSAIN, M. A., RAHMAN, S. M. M.; **Fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante de frutas tropicais abacaxi** - Instituto de Pesquisa de Biotecnologia, Universiti Malaysia Sabah, Sabah – Malásia; Departamento de Química da Universidade de Dhaka, Dhaka – Bangladesh; 2010.

IBGE, **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Tabelas de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil.** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro – RJ, 2011.

JACQUES, A. C., PERTUZATTI, P. B., BARCIA, M. T., ZAMBIAZI, R. C., **Scientific note: bioactive compounds in small fruits cultivated in the southern region of Brazil.** *Brazilian Journal Food of Technology*, v. 12, n. 2, p. 123-127, abr/jun. 2009.

KWAK, N., JUKES, D. J. **Functional foods. Part 2: the impact on current regulatory terminology.** *Food Control*. v. 12, p. 109-117, 2001.

LICHTENTHALER, H. K. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of phoyosynthetic biomembranes.** *Methods in enzymology*, San Diego, v. 148, p. 362-385, 1987.

MAIA, G. A.; SOUZA, P. H. M. de; LIMA, A. da S.. **Processamento de Sucos de Frutas Tropicais.** Fortaleza: Editora UFC, 2007.

MARQUES, L. G., **Liofilização de Frutas Tropicais.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos – SP, 2008.

MARTÍNEZ, R., TORRES, P., MENESES, M. A., FIGUEROA, J. G., PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A., VIUDA-MARTOS, M.. **Chemical, technological and in vitro**

antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. Food Chemistry 135 (2012) 1520–1526.

MARTINEZ, J. A. B., RAMOS, S. G., MEIRELLES, M. S., VERCEZE, A. V., ARANTES, M. R., VANNUCCHI, H.. **Efeitos da quercetina na lesão pulmonar induzida por bleomicina: um estudo preliminar.** J Bras Pneumol. 2008; 34(7): 445-452.

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

MEDA, A., LAMIEN, C. E., ROMITO, M., MILLOGO, J., NACOUJMA, O. G.. **Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity.** Food chemistry 92 (2005) 571-577.

MORAES, F. P., COLLA, L. M.. **Alimentos Funcionais e Nutracêuticos: Definições, Legislações e Benefícios à Saúde.** Universidade de passo Fundo, Revista Eletrônica de Farmácia, Universidade Federal de Góias – Goiania – Go, Vol 3(2), 109-122, 2006.

MOURA, F. T. **Fisiologia da maturação e conservação pós-colheita de mangaba (*Hancornia speciosa gomes*).** 112f, 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia) pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, 2005.

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

OLIVEIRA, D. S., AQUINO, P. P., RIBEIRO, S. M. R., PROENÇA, R. P. C., PINHEIRO-SANT'ANA, H. M., **Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e**

atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. Acta Scientiarum. Health Sciences Maringá, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.

OLIVEIRA, G. R., SANTOS, J. T. S., CAMPOS, A. F. P., NUNES, T. P., RUSSO, S. L., OLIVEIRA JÚNIOR, A. M., **Prospecção tecnológica: Processo de liofilização na indústria de alimentos.** Geintec, Vol.3, n.1, p.92-102, São Cristóvão – SE, 2012.

PERREIRA, M. C., **Avaliação de compostos bioativos em frutos nativos do Rio Grande do Sul.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 2011.

PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; CONSTANT, P. B. L. **Dietary antioxidants: chemical and biological importance.** Nutrire, São Paulo - SP, v. 34, n. 3, p. 231-247, dez. 2009.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.. **Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays.** Food Research International, v.39, p.791-800, 2006.

RAGAZZI, E., VERONESE, G.. **Quantitative analysis of phenolic compounds after thin-layer chromatographic separation.** Journal of chromatography, 77 (1973) 369-375.

RAMALHO, S.A., NARAIN, N., **Determinação de fenólicos e flavonóides por UFLC. (Trabalho ainda não publicado).** Laboratório de análise de flavor - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – Se, 2014.

RAMPAZZO, V., TAKIKAWA, A. Y., HAMINIUK, C. W. I.. **Quantificação de compostos fenólicos em frutas vermelhas (*Fragaria vesca*, *Rubus idaeus*, *Morus nigra*).** Seminário de Extensão e Inovação, 2012, Curitiba – Pr, pag. 1-7.

RIBEIRO, E. P., SERAVALLI, E. A. G., **Química de Alimentos**. Instituto Mauá de Tecnologia, Editora: Edgard Blucher, São Paulo – SP, 2004.

ROCHA, M. S.. Dissertação (mestrado). **Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante (*in vitro*) de Frutos do Cerrado Piauiense**. Universidade Federal do Piauí - Teresina – PI – 2011.

ROSS, J.A.; KASUM, C.M. **Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety**. Annual Review of Nutrition, Palo Alto, n.22, p.19-34, 2002.

ROTILI, M. C. C., CELANT, V. M., VORPAGEL, J. A., BARP, F. K., SALIBE, A. B., BRAGA, G. C.. **Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.34, n.1, p. 227-240, jan./fev.2013.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., MORAIS, S. M., SAMPAIO, C. G., PEREZ-JIMENEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D., **Comunicado técnico on line 125 - Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP)**. Embrapa, Fortaleza-Ce, 2006, p.1-4.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., MORAIS, S. M., SAMPAIO, C. G., PEREZ-JIMENEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D., **Comunicado técnico on line 127 - Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo captura do radical livre DPPH**. Embrapa, Fortaleza-Ce, 2007, p.1-4.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., MORAIS, S. M., SAMPAIO, C. G., PEREZ-JIMENEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D., **Comunicado técnico on line 128 - Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo captura do radical livre ABTS**. Embrapa, Fortaleza-Ce, 2007, p.1-4.

RUFINO, M. S. M.. Tese (Doutorado) **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. 237 f. Mossoró – RN, 2008.

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

RUFINO, M. S. M., FERNANDES, F. A. N., ALVES, R. E., BRITO, E. S., **Free radical-scavenging behaviour of some north-east Brazilian fruits in a DPPH system.** Food Chemistry 114 (2009) 693–695.

SANTOS, A. R. F. dos; SILVA, A. V. C da; GOES, I. B.; SOUZA, E. M. de; MUNIZ, E. N.; NARAIN, N. **Situação atual e perspectivas para o cultivo da mangaba no estado de Sergipe;** 30ª Reunião Nordestina de Botânica. Crato: Universidade Regional do Cariri, 2007.

SANTOS, A. F., SILVA, S. M., MENDONÇA, R. M. N., ALVES, R. E. **Conservação pós-colheita de mangaba em função da maturação, atmosfera e temperatura de armazenamento.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 29(1): 85-91, jan.-mar. 2009.

SANTOS, J. T. S., COSTA, F. S. C., SOARES, D. S. C., CAMPOS, A. F. P., CARNELOSSI, M. A. G., NUNES, T. P., JÚNIOR, A. M. O.. **Avaliação de mangaba liofilizada através de parâmetros físico-químicos.** Scientia plena vol. 8, num. 3, 2012.

SANTOS, J. S., SANTOS, M. L. P., AZEVEDO, A. S.. **Validação de um método para determinação simultânea de quatro ácidos orgânicos por cromatografia líquida de alta eficiência em polpas de frutas congeladas.** *Quim. Nova*, Vol. 37, No. 3, 540-544, 2014.

SANTOS, M. S., TELES, J. S., SANTOS, R. M., GERVASIO, A. P. G.. **Determinação de ácidos orgânicos em sucos de frutas tropicais por Eletroforese Capilar de Zona.** Scientia plena, VOL. 9, NUM. 7, 2013.

SCHERER, R., RYBKA, A. C. P., GODOY, H. T.. **Determinação simultânea dos ácidos orgânicos tartárico, málico, ascórbico e cítrico em polpas de acerola, açaí e caju e avaliação da estabilidade em sucos de caju.** Química nova, vol. 31, Nº 5, 1137-1140, 2008.

SHAMI, N. J. I. E., MOREIRA, E. A. M., **Licopeno como agente antioxidante.** Rev. Nutr. 17(2), p. 227-236, abr./jun., Campinas – SP, 2004.

SENTANIN, M. A., AMAYA, D. B. R.. **Carotenoid levels in papaya and peach determined by high performance liquid chromatography.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(1): 13-19, jan.-mar. 2007.

SIGUEMOTO, E. S.. Dissertação (mestrado) – **Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (*Byrsonima crassiflora*) e da moringa (*Moringa oleifera*).** Universidade de São Paulo. São Paulo – SP, 2013.

SILVA, A. N. C. da, SILVA, A. C. M. S., **Qualidade da polpa congelada de mangaba, comercializada em Aracaju, Sergipe.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 70, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju- SE, dez. 2012, p. 1-16.

SILVA, M. R., LACERDA, D. B. C. L., SANTOS, G. G., MARTINS, D. M. de O.. **Caracterização química dos frutos nativos do cerrado.** Ciênc. Rural, Santa Maria, v.38, n.6, p.1790-1793, set, 2008.

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).** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 5, p. 1449-1454, set./out., 2007.

SOBRINHO, S. P., SILVA, S. J., MORAIS, P. B.. **Estudo dos frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa*) do cerrado.** UEG, Unidade universitária de Porangatu, 2004.

WAITZBERG, D. L. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**. 3a ed. São Paulo: Atheneu; 2000. p. 1495-509.

WONDRACEK, D. C., FALEIRO, F. G., JUNQUEIRA, N. T. V., SANO, S. M., VIEIRA, R. F., SILVA, D. B. da, COSTA, T. da S. A. **Análise quantitativa e qualitativa de carotenoides em acesso de maracujás do cerrado**. II Simpósio internacional de savanas tropicais. Brasília-DF, 2008.

ZENEON, O., PASCUET, N. S., TIGLEA P. **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos** -- Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 2008, p.1-6.

ANEXO A – CURVAS DE CALIBRÇÃO

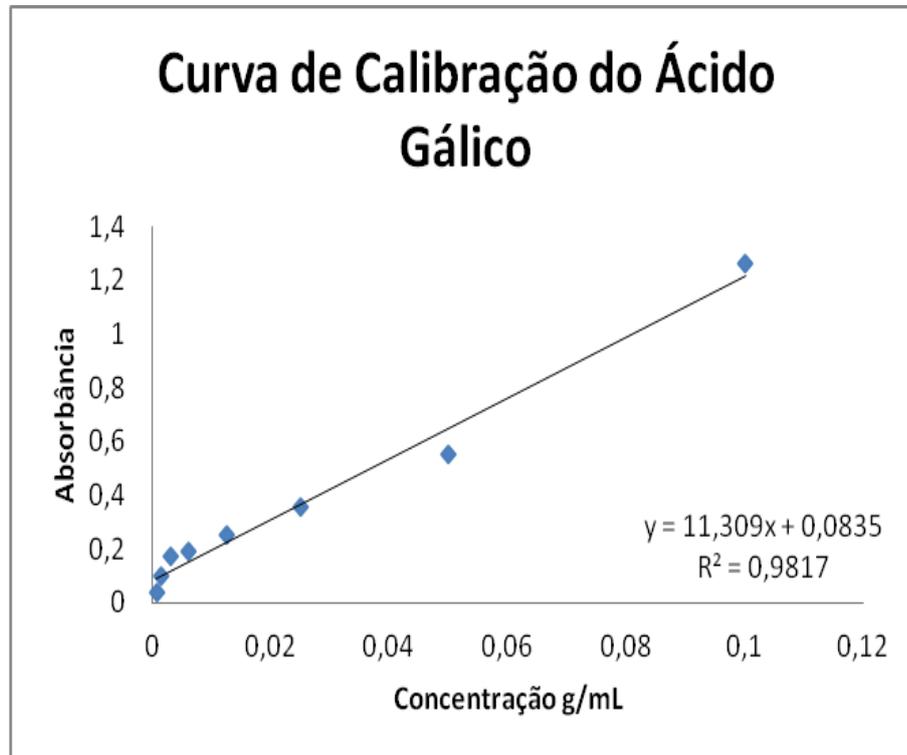


Figura 43: Curva de calibrao do cido glico.

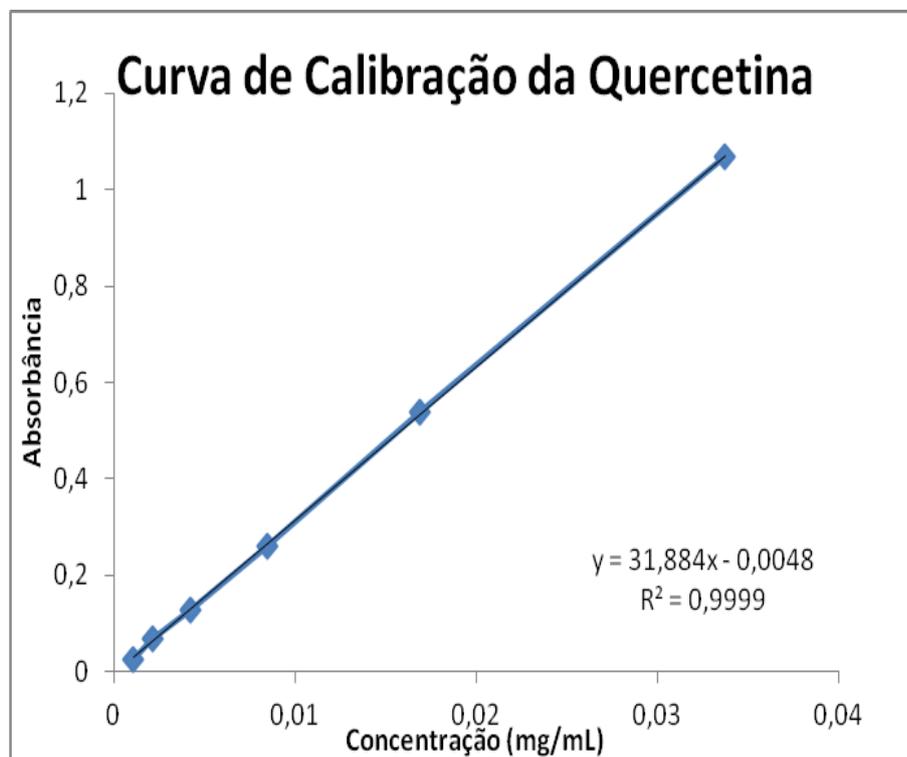


Figura 44: Curva de calibrao da quercetina.

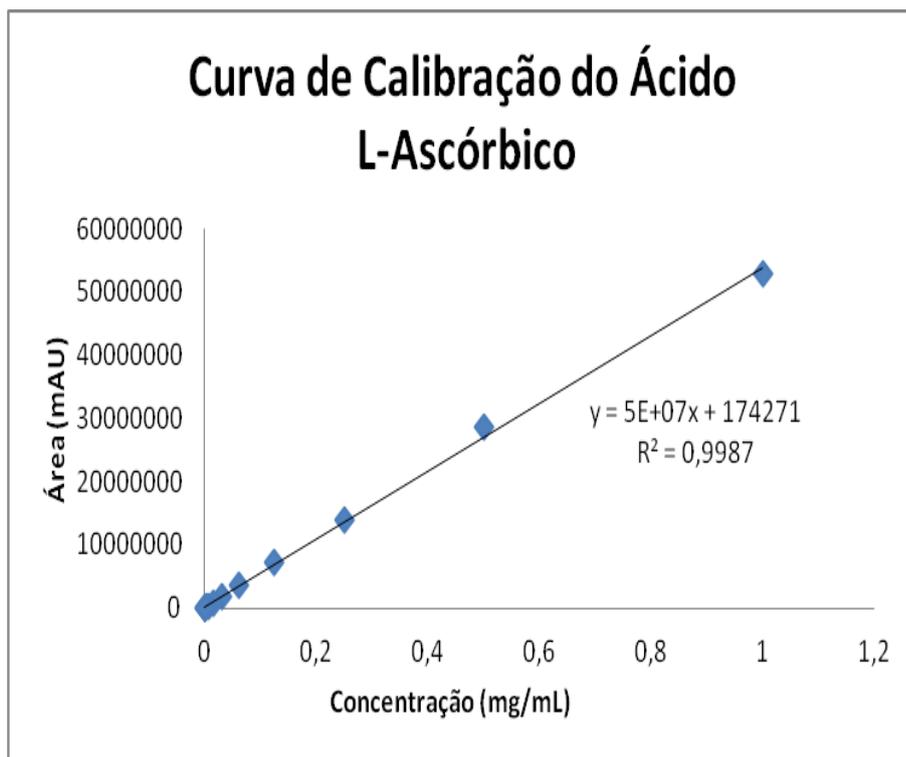


Figura 45: Curva de calibração do ácido L-ascórbico.

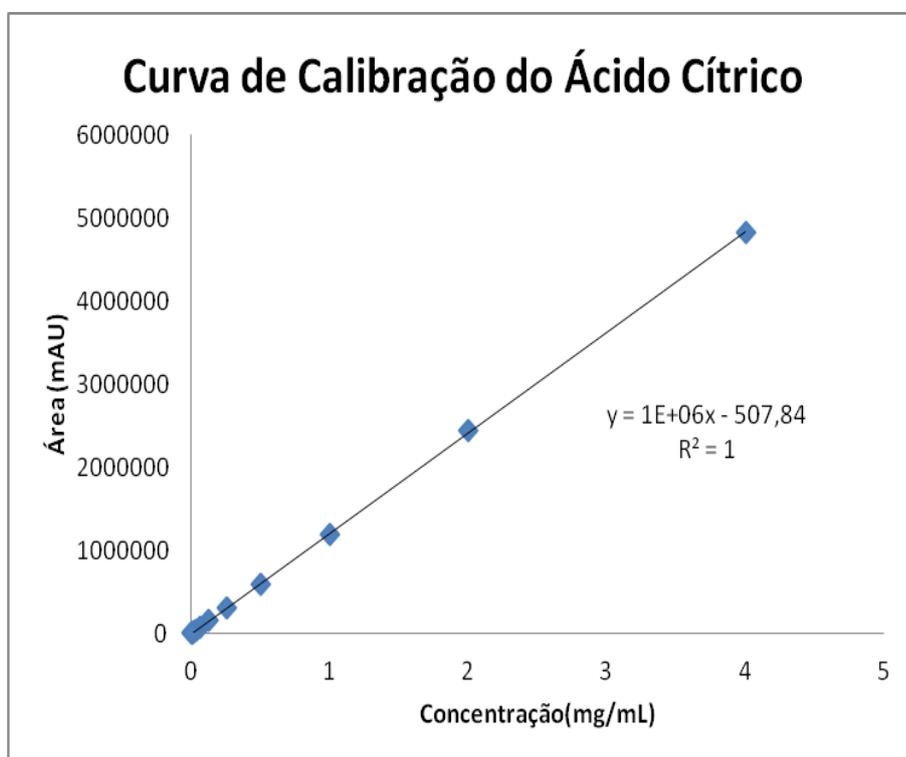


Figura 46: Curva de calibração do ácido cítrico.

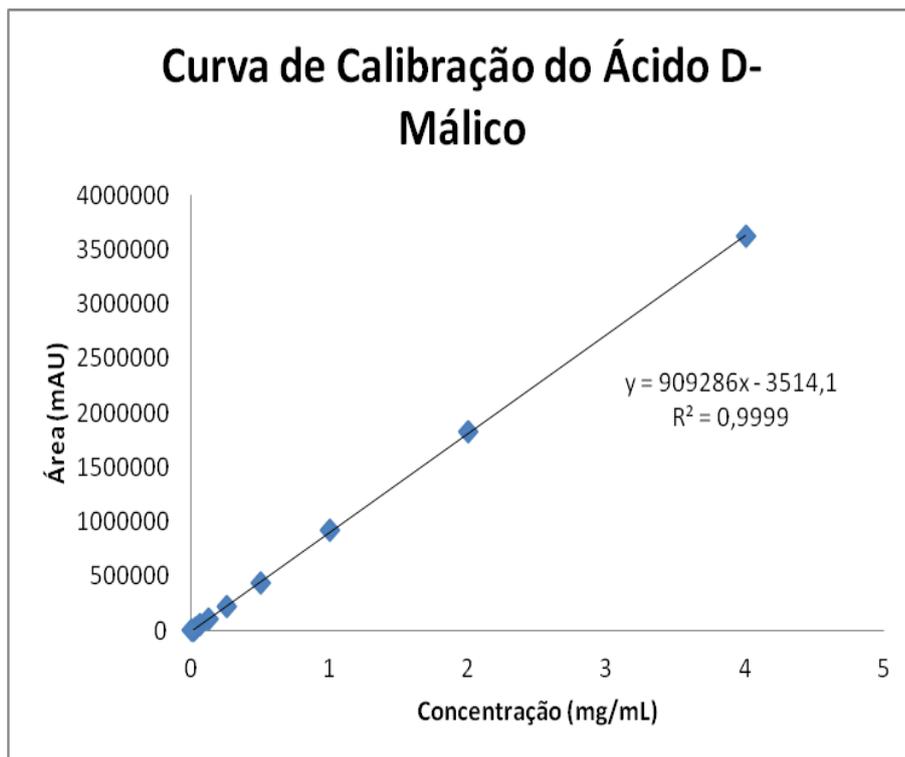


Figura 47: Curva de calibração do ácido D-málico.

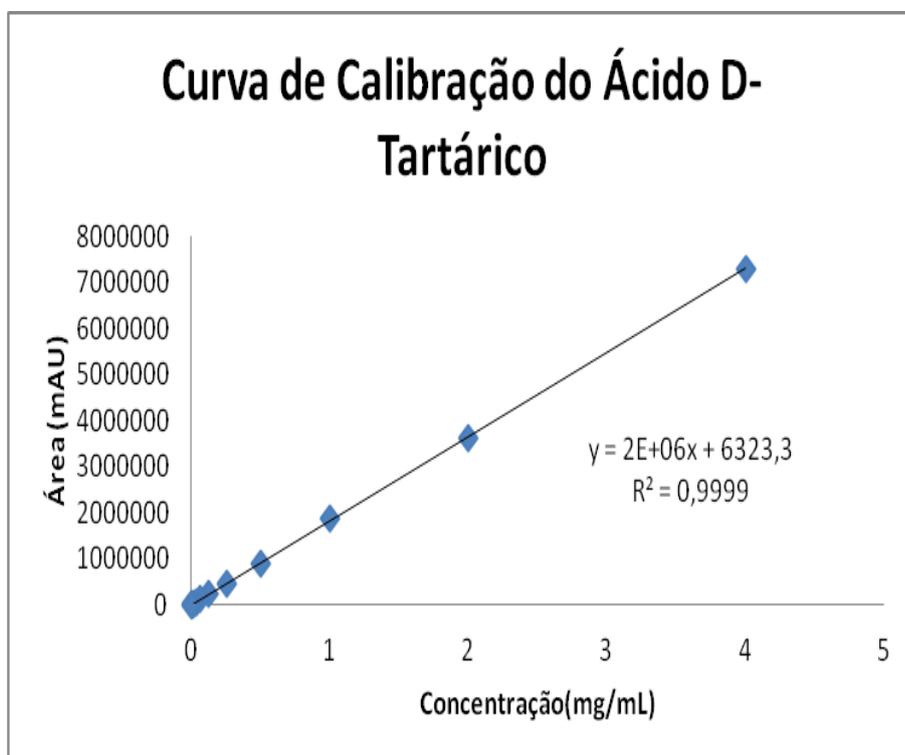


Figura 48: Curva de calibração do ácido D-tartárico.

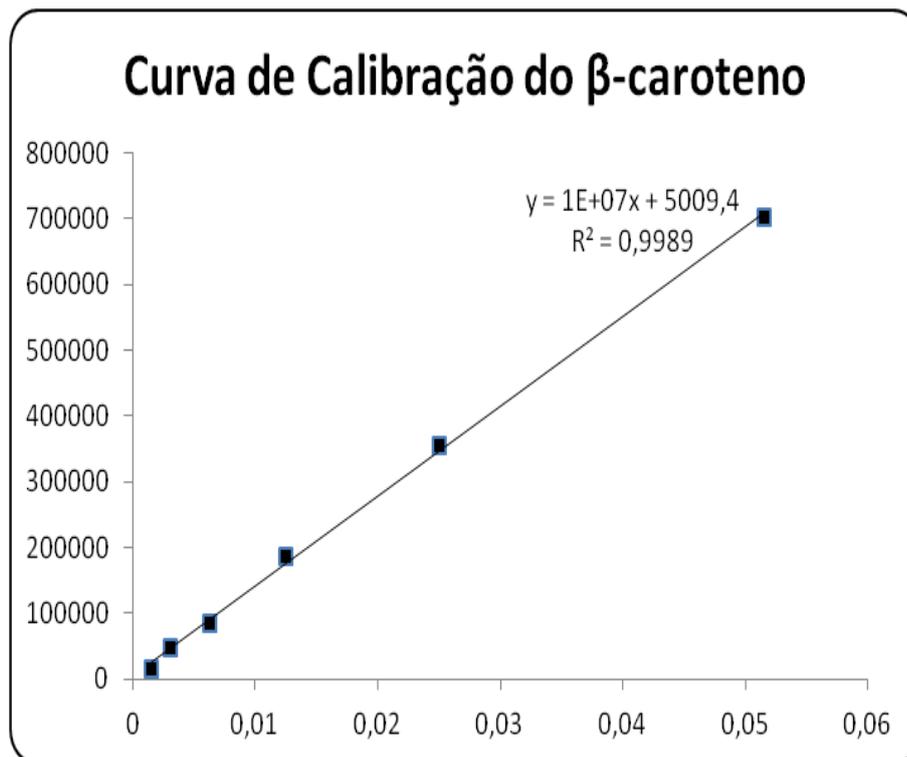


Figura 49: Curva de calibração do β -caroteno.

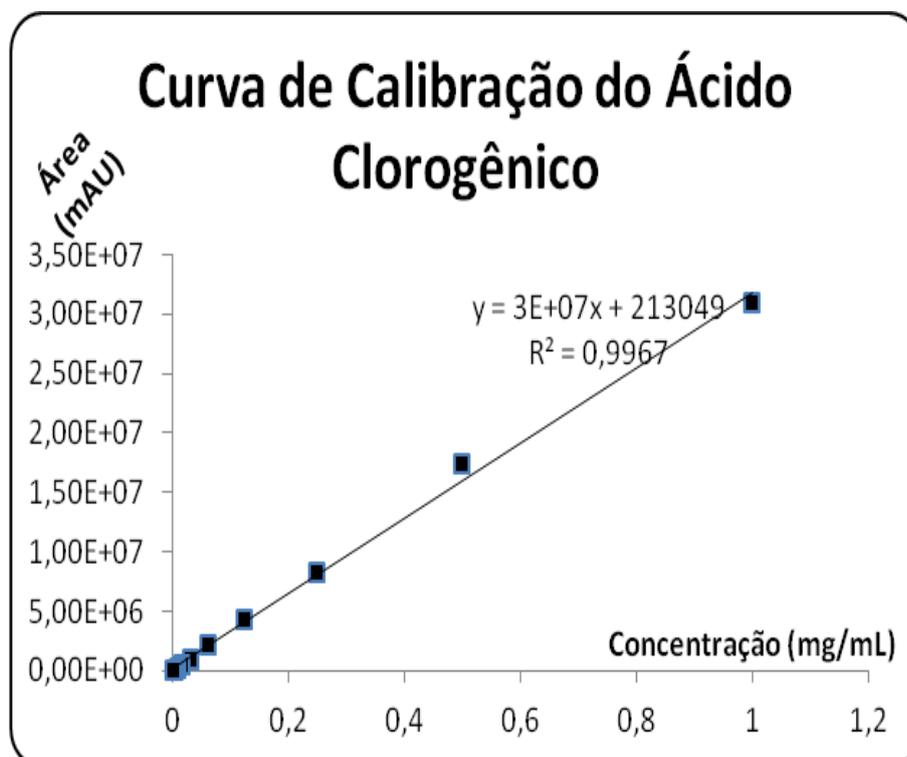


Figura 50: Curva de calibração do ácido clorogênico.

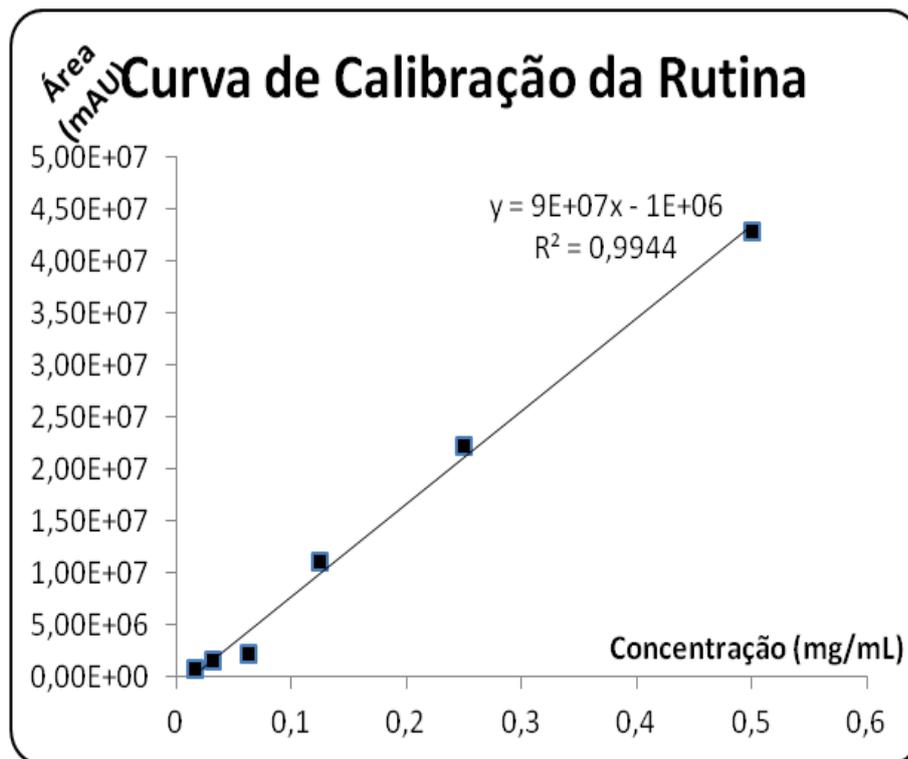


Figura 51: Curva de calibração da rutina.

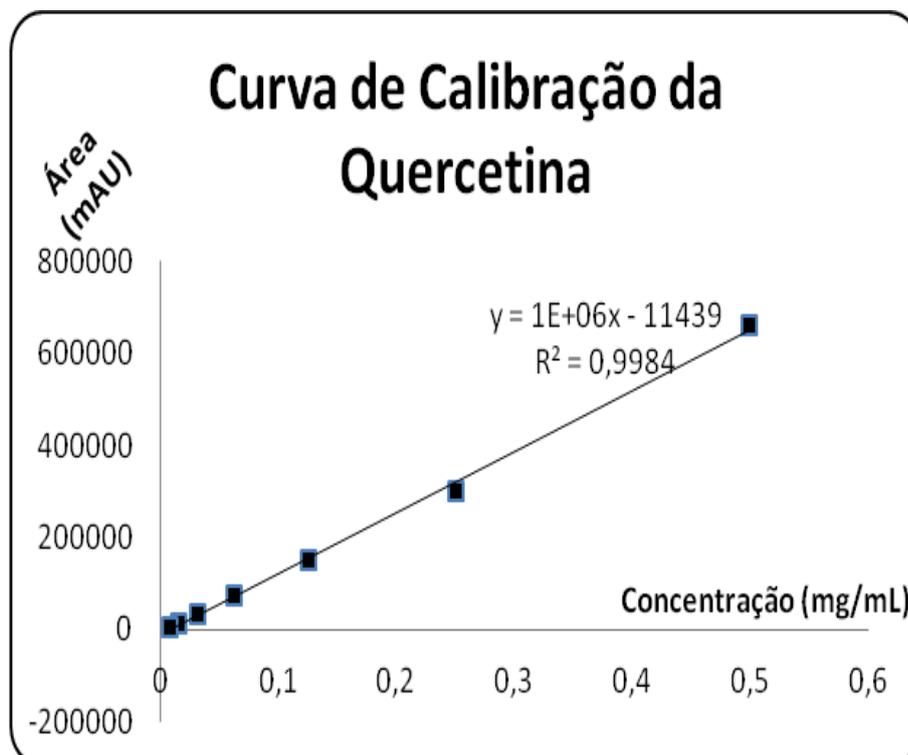


Figura 52: Curva de calibração da quercetina.

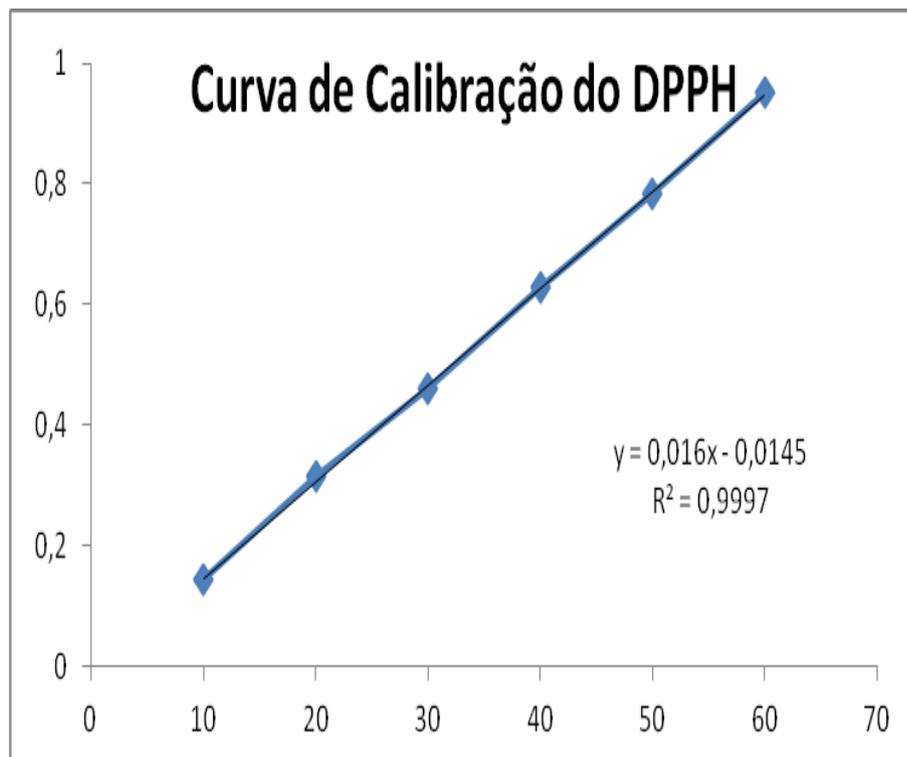


Figura 53: Curva de calibração do DPPH.

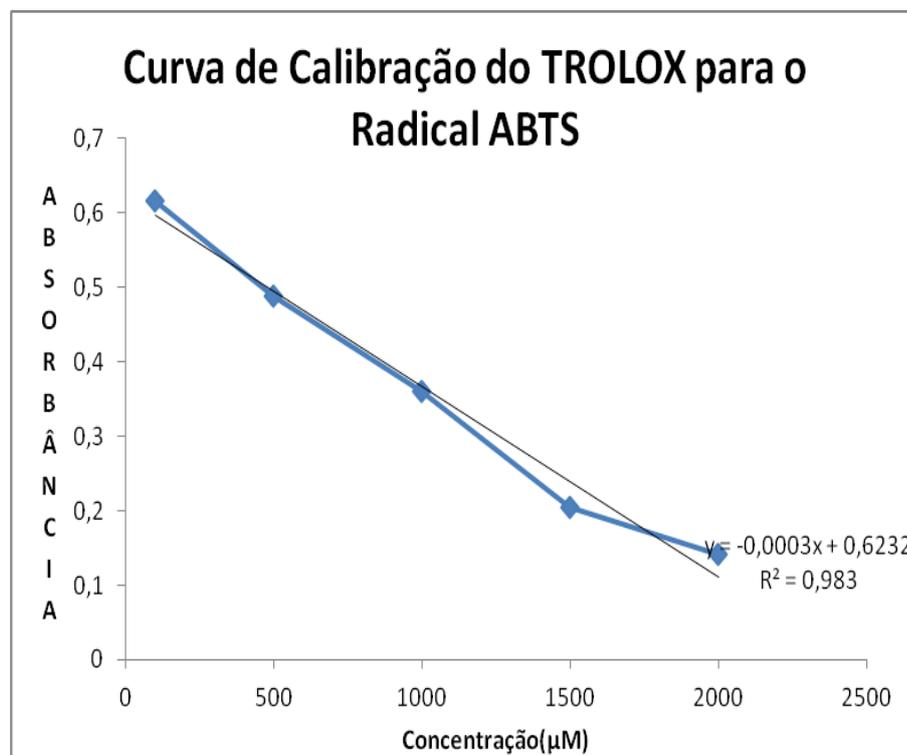


Figura 54: Curva de calibração do TROLOX para o radical ABTS.

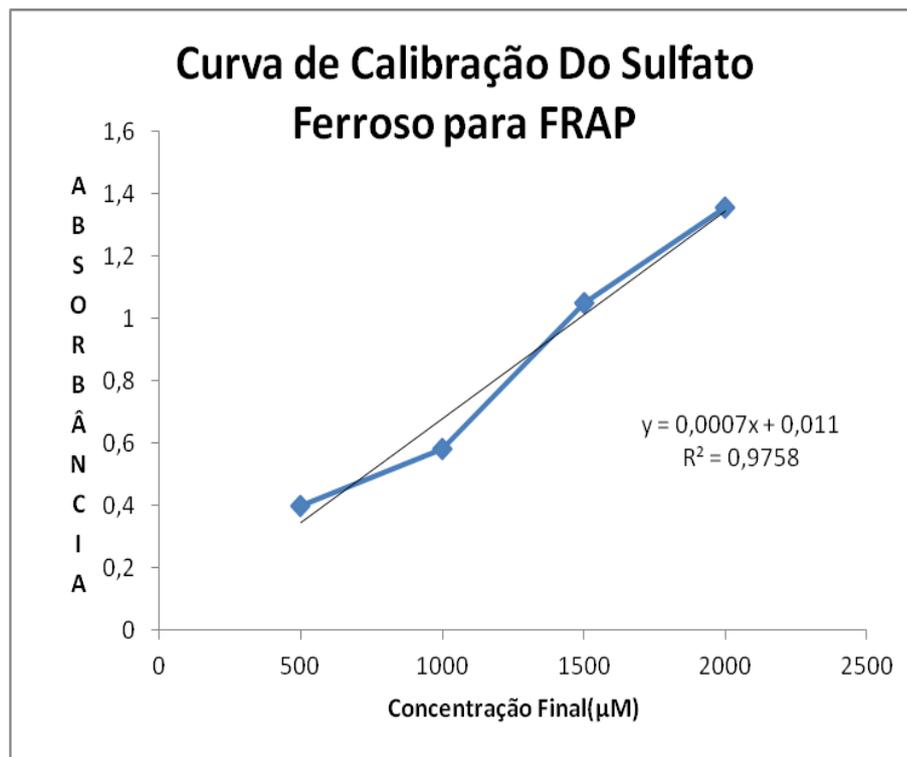


Figura 55: Curva de calibração do Sulfato ferroso para FRAP.

ANEXO B – ESPECTROS PADRÕES

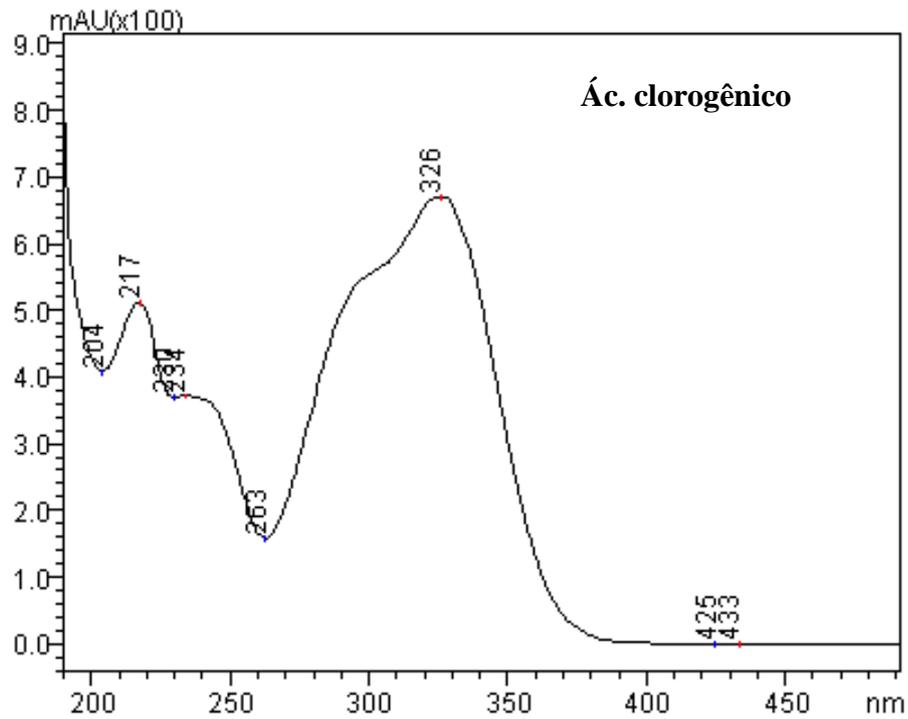


Figura 56: Espectro padrão do ácido clorogênico.

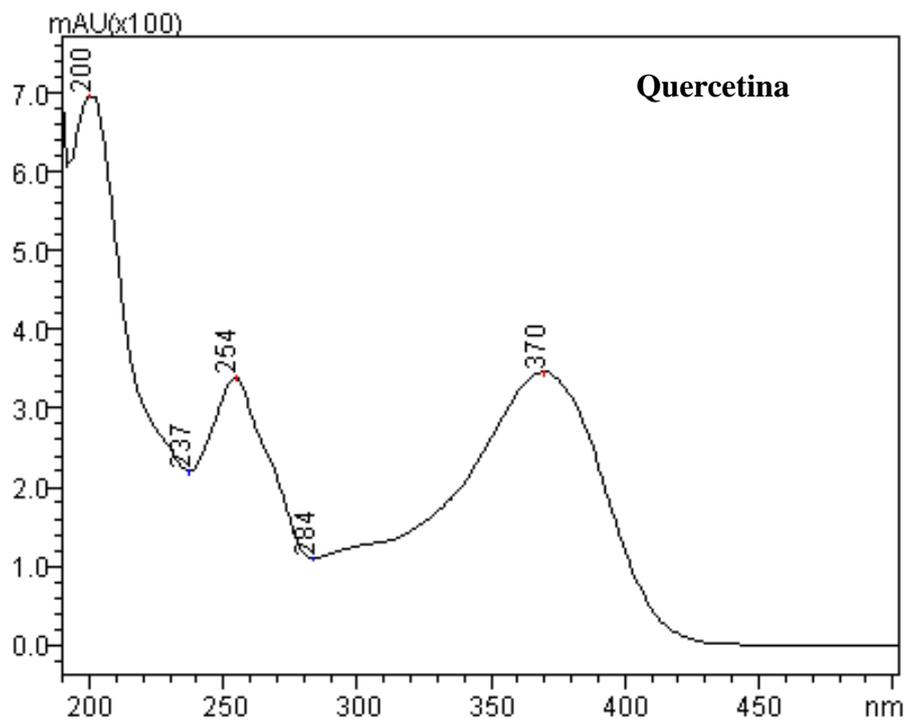


Figura 57: Espectro padrão da quercetina.

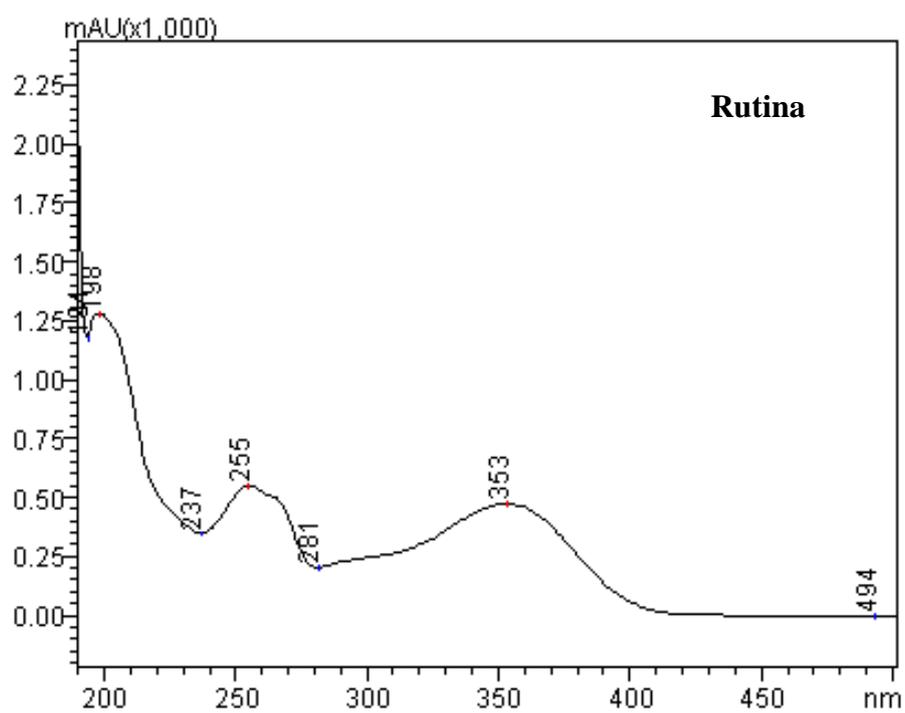


Figura 58: Espectro padrão da rutina.

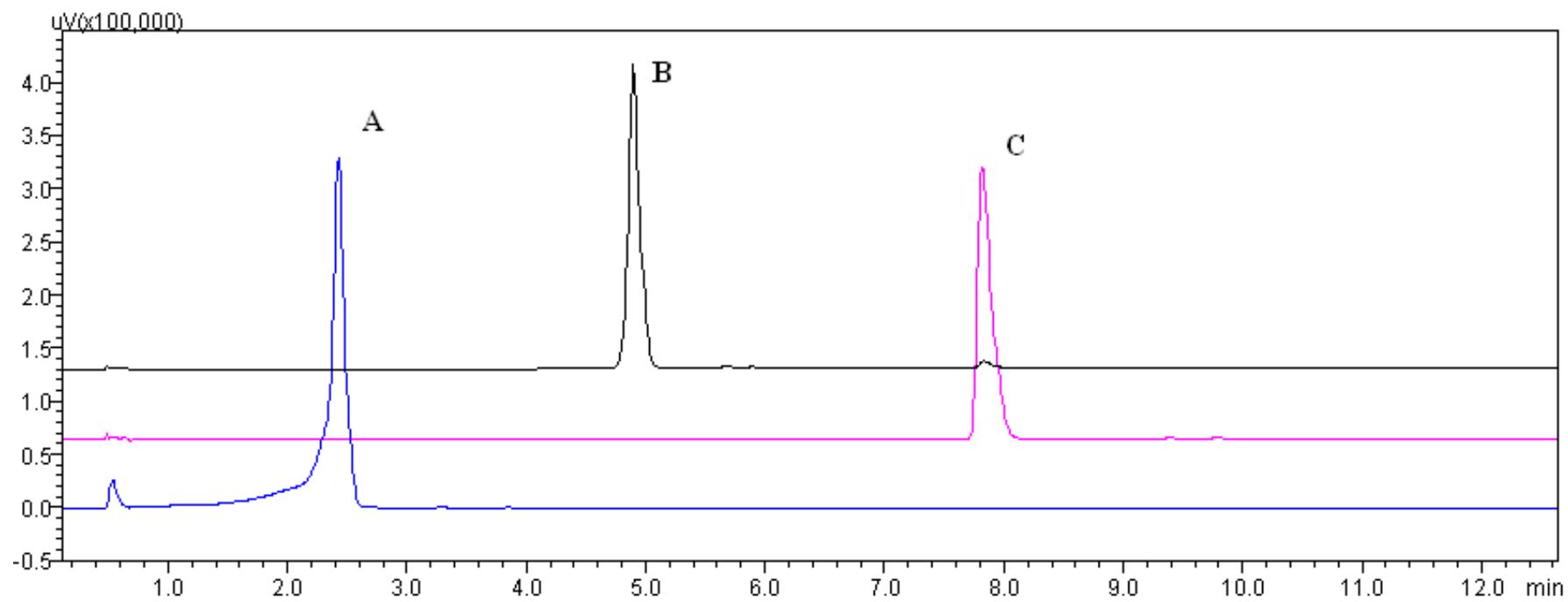


Figura 59: Espectro da sobreposição dos padrões (A- ác. clorogênico, B- rutina, C – quercetina).