



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

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL NUTRICIONAL E FUNCIONAL DE RESÍDUOS DO**  
**MORANGO (*Fragaria* sp) E DO CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*)**

**ERLANIA DO CARMO FREITAS**

**ITAPETINGA-BA**  
**2014**

**ERLÂNIA DO CARMO FREITAS**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL NUTRICIONAL E FUNCIONAL DE RESÍDUOS DO  
MORANGO (*Fragaria* sp) E DO CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), como parte integrante das exigências do programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências de Alimentos, área de concentração em Ciência de Alimentos, para obtenção do título “Mestre”.

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

**ITAPETINGA-BA  
2014**

634.7  
F936a

Freitas, Erlânia do Carmo.

Avaliação do potencial nutricional e funcional de resíduos do morango (*Fragaria sp*) e do cupuaçu (*Theobromagrandiflorum*). / Erlânia do Carmo Freitas. - Itapetinga: UESB, 2014.

101f.

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB – Campus de Itapetinga como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, área de concentração em Ciência de Alimentos, para obtenção do título de Mestre. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Marcondes Viana da Silva.

1. Morango e Cupuaçu - Resíduo agroindustrial – Composição química. 2. Morango e Cupuaçu - Atividade antioxidante. 3. Morango e Cupuaçu – Fitoquímicos bioativos. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. II. Silva, Marcondes Viana da. III. Título.

CDD(21): 634.7

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Morango e Cupuaçu - Resíduo agroindustrial – Composição química
2. Morango e Cupuaçu - Atividade antioxidante
3. Morango e Cupuaçu – Fitoquímicos bioativos
4. Farinha de morango e cupuaçu - Nutrição



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



Campus de Itapetinga-BA

## DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

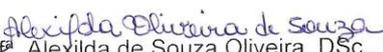
**Título:** "AVALIAÇÃO DO POTENCIAL NUTRICIONAL E FUNCIONAL DE RESÍDUOS DO MORANGO (*Fragaria* sp) E DO CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*)."

**Autor:** ERLÂNIA DO CARMO DE FREITAS

**Orientadora:** Prof<sup>o</sup>. MARCONDES VIANA, DSc., UESB

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS, pela Banca Examinadora.

  
Prof<sup>o</sup>. Marcondes Viana, DSc., UESB

  
Prof<sup>a</sup>. Alexilda de Souza Oliveira, DSc., UESB

  
Prof<sup>a</sup>. Milena Duarte Lima, DSc., UESB

Data da Realização: 27 de Fevereiro de 2014.

Dedico à minha querida avó Filismina do Carmo  
(*In memoriam*).

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo amor, sabedoria e esperança dada em todos os momentos de minha vida.

Agradeço ao meu orientador professor Marcondes Viana da Silva, pelo direcionamento, sabedoria, dedicação, paciência e pelo constante incentivo para a pesquisa.

Aos meus pais José Oliveira e Célia Freitas, aos meus irmãos e demais familiares pelo amor e reconhecimento.

Ao meu esposo Aquiles Amaral, pelo carinho, pela paciência e companheirismo.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, pela oportunidade de realização do curso, e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências de Alimentos pelos ensinamentos.

Aos técnicos e funcionários dos laboratórios da UESB.

Aos estagiários de iniciação científica do Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos - Necal Hanna Elisia e Romario Santana.

Agradeço pelo companheirismo e apoio do colega Ivan Sobrinho. Aos colegas Minervino Higino e Maria Helena Oliveira.

Agradeço aos meus coordenadores de trabalhos: Instituto de Nefrologia de Brumado - INEB, à Faculdade de Tecnologia e Ciências – FTC, que me concederam tempo para os estudos.

Enfim... A todos, os meus sinceros agradecimentos!!!!

“... Se clamares por discernimento e por entendimento alcançará a tua voz. Se o buscares como a prata e o procurares como tesouros escondidos, então entenderás o temor do Senhor e acharás o conhecimento de Deus. Porque o Senhor dá a sabedoria e dele procede ao entendimento. Ele reserva a sabedoria aos retos, portanto guarda-lhe e então entenderás a justiça, a equidade e todas as boas veredas, pois a sabedoria entrará no teu coração e o conhecimento será apazível a tua alma”.

Provérbios 2:3-8

(BÍBLIA SAGRADA)

FREITAS, Erlânia do Carmo, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Fevereiro de 2014.  
**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL NUTRICIONAL E FUNCIONAL DE RESÍDUOS DO MORANGO (*Fragaria sp*) E DO CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*).** Itapetinga, BA: UESB, 2014. 101 p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia de Alimentos – Ciência de Alimentos)\*.

## RESUMO

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, e, com essa posição no *ranking* mundial o setor industrial frutícola gera grande quantidade de resíduos orgânicos. Estudos apontam que os resíduos agroindustriais (cascas, bagaços e sementes) são boas fontes de nutrientes alimentares e de fitoquímicos bioativos, incluindo neste último, dentre outros, os compostos fenólicos e carotenoides. Objetivou-se com o presente estudo determinar a composição centesimal, físico-química, mineral e o *screening* dos fitoquímicos bioativos dos resíduos desidratados de morango e cupuaçu provenientes de indústrias processadoras de polpas de frutas. Os resíduos das frutas foram submetidos ao processo de secagem em estufa para a obtenção da farinha. Observou-se que as farinhas de morango e cupuaçu apresentaram atividade de água inferior a 0,6 sendo consideradas estáveis pela legislação brasileira. A farinha dos resíduos de morango possui altos teores de fibra alimentar ( $70,55 \text{ g.100g}^{-1}$ ) e lipídios ( $20,90 \text{ g.100g}^{-1}$ ). Dentre os minerais presentes nessa farinha, destacou-se o zinco ( $6,48 \text{ mg.100g}^{-1}$ ). A farinha de morango apresentou altos teores de compostos fenólicos ( $616,78 \text{ mg de GAE.100g}^{-1}$ ). A farinha dos resíduos do cupuaçu apresentou considerável teor de fibras ( $52,15 \text{ g.100g}^{-1}$ ), açúcares totais (14,85%), lipídios ( $22,96 \text{ g.100g}^{-1}$ ) e de minerais, com destaque para o cobre ( $324,00 \text{ } \mu\text{g.100g}^{-1}$ ). Os extratos hidroetanólicos (80:20, v.v<sup>-1</sup>) das farinhas de morango e cupuaçu demonstraram capacidade de reduzir o ferro. A farinha de morango apresentou maior atividade antioxidante pelo método DPPH, enquanto a farinha de cupuaçu apresentou maior atividade antioxidante pelo método ABTS. As atividades antioxidantes das farinhas de morango e de cupuaçu apresentaram correlação positiva com o conteúdo de fenólicos totais. Estes resultados apontam que as farinhas de resíduos de morango e de cupuaçu apresentam potencial de aproveitamento nos diversos segmentos da indústria alimentícia.

**Palavras-chave:** composição química, atividade antioxidante; fitoquímicos bioativos, resíduo agroindustrial, farinhas.

---

\*Orientador: Marcondes Viana das Silva, D.Sc., UESB

FREITAS, Erlânia do Carmo, State University of Southwest Bahia, February 2014. **NUTRITIONAL EVALUATION OF POTENTIAL FUNCTIONAL AND WASTE OF STRAWBERRY** (*Fragaria* sp) AND **CUPUAÇU** (*Theobroma grandiflorum*). Itapetinga, BA: UESB, 2014. 101 p. (Dissertation - Masters Degree in Food Engineering – Food Science).\*

### ABSTRACT

Brazil is the third largest fruit producer in the world, and with this position in the world ranking the fruit industry generates large quantities of organic waste. Studies show that organic residues (husks, bagasse and seeds) are good sources of dietary nutrients and bioactive phytochemicals, including, among others, in the latter phenolic compounds and carotenoids. The objective of this study was to determine the proximate, physico-chemical, mineral and phytochemical screening of biotivos of dehydrated strawberry and waste from processing industries cupuaçu fruit pulp composition. The residue fruits were subjected to the drying process in oven to obtain the flour. It was observed that the flour strawberry and cupuaçu showed activity of less than 0.6 are considered stable water by Brazilian law. The flour waste strawberry has high levels of dietary fiber (70,55 g.100g<sup>-1</sup>) and lipids ( 20,90 g.100g<sup>-1</sup>). Among the minerals found in this meal, the highlight was the zinc (6.48 mg. 100g<sup>-1</sup>). Strawberry flour showed high levels of phenolics (616.78 mg. GAE. 100g<sup>-1</sup>). The flour waste cupuassu showed considerable fiber content (52.15 g. 100g<sup>-1</sup>), total sugar (14.85%), lipid (22.96 g. 100g<sup>-1</sup>) and minerals, especially the copper (324.00 µg. 100g<sup>-1</sup>). The hydroethanolic extract ( 80:20, vv<sup>-1</sup>) of flour, strawberry and cupuaçu demonstrated ability to reduce iron. The flour strawberry showed higher antioxidant activity by DPPH method while the flour cupuassu showed higher antioxidant activity by the ABTS method. The antioxidant activities of flour strawberry and cupuaçu were positively correlated with the total phenolic content . These results indicate that the flour residue strawberry and cupuaçu have potential use in various segments of the food industry.

**Keywords:** chemical composition, antioxidant activity; bioactive phytochemicals, agro industrial residue, flour.

---

\*Advisor: Marcondes Viana das Silva, D.Sc., UESB

## LISTA DE TABELAS

		Página
<b>Tabela 1</b>	Metas de ingestão diária alguns de minerais para individuo de 19 a 31 anos	30
<b>Tabela 2</b>	Ingestão Diária recomendada para adultos RDC 269/2005	30
<b>Tabela 3</b>	Composição nutricional do morango por 100 gramas de parte comestível	43
<b>Tabela 4</b>	Composição nutricional do cupuaçu por 100 gramas de parte comestível	46
<b>Tabela 5</b>	Rendimento total das farinhas dos resíduos	61
<b>Tabela 6</b>	Composição centesimal das farinhas dos resíduos dos frutos do cupuaçu e do morango	62
<b>Tabela 7</b>	Teores de fibras solúveis, insolúveis e totais das farinhas dos resíduos do cupuaçu e do morango.	66
<b>Tabela 8</b>	Determinação da atividade de água para as farinhas de cupuaçu e morango	67
<b>Tabela 9</b>	Determinação do pH das farinhas de cupuaçu e morango	68
<b>Tabela 10</b>	Determinação de Acidez Titulável Total - ATT das farinhas de cupuaçu e morango	69
<b>Tabela 11</b>	Açúcares redutores, não-redutores e totais das farinhas dos resíduos de cupuaçu e morango	70
<b>Tabela 12</b>	Composição mineral das farinhas dos resíduos de cupuaçu e morango	71
<b>Tabela 13</b>	Teores de compostos fenólicos em resíduos de cupuaçu e morango	76
<b>Tabela 14</b>	Teores de flavonóides totais nas farinhas dos resíduos de cupuaçu e morango	77
<b>Tabela 15</b>	Teores de taninos condensados (métodos vanilina e butanol ácido) e taninos hidrolisados	78
<b>Tabela 16</b>	Teores de carotenoides totais e vitamina A como equivalente de retinol (RAE)	79
<b>Tabela 17</b>	Capacidade antioxidante pelo ensaio do DPPH	81
<b>Tabela 18</b>	Capacidade antioxidante para os extratos hidroetanolicos dos resíduos de cupuaçu e morango apresentados EC <sub>50</sub>	82
<b>Tabela 19</b>	Valores de atividade antioxidante pelo ensaio ABTS <sup>o+</sup>	83
<b>Tabela 20</b>	Valores da capacidade antioxidante pelo método do poder redutor	84

## LISTA DE FIGURAS

		Página
<b>Figura 1</b>	Destino das Exportações Brasileiras de Frutas Frescas em 2011	19
<b>Figura 2</b>	Estrutura de algumas fibras	27
<b>Figura 3</b>	Fluxograma das principais causas e consequências da ação dos radicais livres	32
<b>Figura 4</b>	Mecanismo de ataque de EROs	33
<b>Figura 5</b>	Principais classes de fitoquímicos	34
<b>Figura 6</b>	Estrutura química de alguns compostos fenólicos	36
<b>Figura 7</b>	Estrutura química de alguns flavonoides	37
<b>Figura 8</b>	Estruturas de alguns taninos hidrolisáveis	38
<b>Figura 9</b>	Estrutura química dos principais carotenóides encontrados em alimentos	40
<b>Figura 10</b>	Anatomia do morango	41
<b>Figura 11</b>	Morango ( <i>Fragaria sp</i> )	42
<b>Figura 12</b>	Cupuaçu ( <i>Theobroma grandiflorum</i> )	45
<b>Figura 13</b>	Reação entre o radical livre DPPH e um antioxidante	47
<b>Figura 14</b>	Redução do ABTS por um antioxidante e sua formação pelo perssulfato de potássio	47
<b>Figura 15</b>	Redução do íon ferricianeto em ferrocianeto férrico (Azul da Prússia)	48
<b>Figura 16</b>	Fluxograma de obtenção e preparo das amostras	50
<b>Figura 17</b>	Farinhas dos resíduos do cupuaçu e morango	51
<b>Figura 18</b>	Correlação entre os teores de fenólicos totais versus atividade antioxidante através do EC <sub>50</sub> dos extratos hidroetanolicos de resíduos do morango	85
<b>Figura 19</b>	Correlação entre os teores de fenólicos totais versus atividade antioxidante através do EC <sub>50</sub> dos extratos hidroetanolicos de resíduos do cupuaçu	86

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ABTS</b>	2,2'-azinobis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)
<b>AI</b>	Adequate Intake
<b>ANVISA</b>	Associação Oficial de Química Analítica
<b>AOAC</b>	Associação Oficial de Química Analítica
<b>BHA</b>	Butil-hidroxi-anisol
<b>BHT</b>	Butil-Hidroxi-Tolueno
<b>CAT</b>	Catalase
<b>DNS</b>	Ácido Dinitrosalicílico
<b>DPPH</b>	2,2-difenil-1-picril-hidrazila
<b>DRI</b>	Ingestão Dietética de Referência
<b>EC<sub>50</sub></b>	Concentração Eficazem 50%
<b>EROS</b>	Espécies reativas de oxigênio
<b>GPx</b>	Glutathione Peroxidases
<b>IOM</b>	Institute of Medicine Food and Nutrition Board
<b>LDL</b>	Lipoproteína de baixa densidade
<b>NECAL</b>	Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos
<b>RAE</b>	Equivalente de Atividade de Retinol
<b>RDC</b>	Resolução da Diretoria Colegiada
<b>RE</b>	Equivalente de Retinol
<b>RIF</b>	Resíduo da Indústria Frutícola
<b>ROS</b>	Espécie reativa de oxigênio
<b>SOD</b>	Superóxido Dismutase
<b>TACO</b>	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
<b>TH</b>	Taninos Hidrolisáveis
<b>UL</b>	Limite de Ingestão Tolerável
<b>USDA</b>	Departamento de Agricultura dos EUA Serviço de Pesquisa Agrícola
<b>VBP</b>	Valor Bruto de Produção
<b>VEAC</b>	Capacidade Antioxidante Equivalente a Vitamina C

## SUMÁRIO

RESUMO .....	7
ABSTRACT .....	8
LISTA DE TABELAS .....	9
LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE ABREVIATURAS .....	11
1.0 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....	16
2.0 OBJETIVOS .....	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
3.0 REVISÃO DA LITERATURA.....	18
3.1 Agroindústria e fruticultura.....	18
3.2 Mercado de polpas de frutas na Bahia.....	20
3.3 Resíduos da agroindústria e fruticultura.....	20
3.4 Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	22
3.5 Farinhas: algumas considerações .....	22
3.6 Alimentos funcionais: aspectos gerais .....	23
3.6.1 Fibra alimentar.....	26
3.7 Minerais.....	28
3.8 Radicais livres e os sistemas de defesa no organismo humano.....	30
3.9 Fitoquímicos bioativos .....	33
3.9.1 Compostos fenólicos.....	35
3.9.2 Flavonoides.....	36
3.10 Taninos hidrolisáveis e condensados .....	37
3.11 Carotenoides.....	39
3.12 Composição nutricional do Morango .....	40
3.13 Composição nutricional do Cupuaçu .....	44
3.14 Métodos para determinação da Capacidade antioxidante .....	46

4.0 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
4.1.1 Obtenção da matéria prima.....	49
4.1.2 Processamento das farinhas e acondicionamento.....	49
4.1.3 Rendimento das farinhas.....	51
4.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	51
4.2.1 Determinação da umidade.....	51
4.2.2 Determinação de proteínas totais.....	52
4.2.3 Determinação de lipídios totais.....	52
4.2.4 Determinação de carboidratos totais.....	52
4.2.5 Determinação de cinzas totais.....	52
4.2.6 Determinação do poder calorífico.....	52
4.2.7 Determinação de fibra alimentar solúvel e insolúvel.....	53
4.2.8 Determinação de Minerais.....	53
4.3 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS .....	53
4.3.1 Atividade de Água ( $a_w$ ) ..	53
4.3.2 Determinação do pH.....	54
4.3.3 Acidez Titulável Total.....	54
4.3.4 Açúcares redutores, não redutores e totais .....	54
4.4 DETERMINAÇÕES BIOQUÍMICAS: SCREENING DE FITOQUÍMICOS .....	55
4.4.1 Obtenção dos extratos.....	55
4.4.2 Determinação de compostos fenólicos totais.....	55
4.4.3 Determinação de flavonoides totais.....	55
4.4.4 Determinação de taninos.....	56
4.4.5 Taninos hidrolisáveis (TH).....	56
4.4.6 Determinação de taninos condensados - Método do butanol acidificado.....	56
4.4.7 Determinação de taninos condensados - Método da vanilina.....	57
4.4.8 Determinação de carotenoides totais.....	57
4.5. SCREENING DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE .....	58
4.5.1 Determinação da atividade antioxidante pelo método do DPPH <sup>•+</sup> .....	58

4.5.2 Atividade antioxidante pelo método do radical ABTS.....	59
4.5.3 Poder redutor.....	60
5.0 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	60
6.0 RESULTADOS E DISCUSSAO.....	61
6.1 Rendimento das farinhas .....	61
6.2 Composição centesimal das farinhas dos resíduos.....	61
6.2.1 Determinação de umidade.....	63
6.2.2 Determinação de Proteínas.....	63
6.2.3 Determinação de Lipídios.....	64
6.2.4 Determinação de Carboidratos.....	64
6.2.5 Determinação de Cinzas.....	65
6.2.6 Determinação do poder calorífico.....	65
6.2.7 Determinação de Fibra alimentar (FA).....	66
6.3 Caracterização físico-química.....	67
6.3.1 Determinação da atividade de água ( $a_w$ ).....	67
6.3.2 Determinação do pH.....	68
6.3.3 Determinação da Acidez Titulável Total – ATT.....	68
6.3.4 Determinação de açúcares redutores, não redutores e totais.....	69
6.5 Análises de Minerais.....	71
6.5.1 Cálcio.....	73
6.5.2 Magnésio.....	73
6.5.3 Manganês.....	74
6.5.4 Zinco.....	74
6.5.5 Cobre.....	74
6.5.6 Sódio.....	75
6.5.7 Potássio.....	75
6.6 SCREENING DOS FITOQUIMICOS BIOATIVOS.....	76
6.6.1 Determinação de compostos fenólicos.....	76
6.6.2 Determinação de Flavonoides totais.....	77

6.6.3	Determinação de taninos condensados, hidrolisados e totais.....	78
6.6.4	Determinação de carotenoides totais.....	79
6.7	Determinação da capacidade antioxidante.....	80
6.7.1	Determinação da capacidade antioxidante pelo ensaio do 2,2-difenil-1-picril-hidrazil – DPPH.....	81
6.7.2	Cálculo da Concentração Efetiva de extrato EC <sub>50</sub> .....	82
6.7.3	Determinação da capacidade antioxidante pelo ensaio do radical 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico -ABTS <sup>++</sup> .....	83
6.7.4	Determinação do Poder redutor.....	84
6.7.5	Correlação entre compostos fenólicos e atividade antioxidante.....	85
	CONCLUSÕES.....	87
	REFERÊNCIAS.....	88

## 1.0 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A agricultura brasileira apresentou expressivo crescimento nas últimas décadas, destacando-se no *ranking* mundial como o terceiro maior produtor de frutas tropicais (BRASILIAN FRUIT, 2013). Dentre os estados brasileiros, a Bahia em 2009, destacou-se em primeiro lugar no *ranking* nacional dos estados que mais exportou frutas, e em 2010 e 2011, manteve-se no terceiro lugar (SEAGRI, 2011).

A diversidade de espécies frutíferas com sabor característico e amplo potencial nutricional para o consumo in natura e processado o que confere um valor econômico diferenciado. As frutas destacam-se ainda pelo seu conteúdo de metabólitos primários (carboidratos, lipídios, proteínas e fibra dietética) que podem atuar no combate à desnutrição, além dos metabólitos secundários, com destaque para os antioxidantes fenólicos, que por sua vez, estão relacionados à prevenção de doenças crônicas degenerativas (MONTEIRO et al, 2000; HINNEBURG et al, 2006).

Neste contexto também é crescente a comercialização de produtos derivados de frutas. Os resíduos dessas atividades podem resultar na contaminação ambiental, notadamente dos recursos hídricos e do solo. Ademais, o acúmulo destes constitui substrato para proliferação de vetores transmissores de doenças quando não devidamente tratados (SOUSA, 2011; IPEA, 2012).

Diversos estudos têm apontado que as cascas, bagaços e sementes de frutas são boas fontes de nutrientes alimentares e de fitoquímicos bioativos, incluindo neste último os compostos fenólicos, carotenoides e dentre outros. Estes subprodutos são fontes promissoras de ingrediente alimentício alternativo nos diversos ramos da indústria alimentar, farmacêutica e dentre outras (SIDDHURAJU, 2007; OLIVEIRA et al, 2009; SOUSA, et al, 2011).

O aproveitamento destes subprodutos na forma de farinha constitui uma proposição viável para o aproveitamento integral das frutas além de contribuir para a preservação do meio ambiente, considerando que estes resíduos são potenciais fontes de nutrientes e ingredientes funcionais com ampla aplicabilidade tecnológica. Justificando assim, a importância do conhecimento da composição nutricional e funcional destes resíduos. Considerando ainda que o seu aproveitamento ainda seja pouco explorado, permitindo assim sua adequada aplicação industrial.

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar o potencial nutricional e funcional das farinhas de resíduos de morango e cupuaçu provenientes da indústria processadora de polpas de frutas.

### **2.2 Objetivos específicos**

- i. Processar farinhas a partir dos resíduos desidratados de morango e do cupuaçu;
- ii. Determinar a composição centesimal das farinhas dos resíduos desidratados de morango e de cupuaçu;
- iii. Avaliar a composição físico-química das farinhas dos resíduos desidratados de morango e de cupuaçu;
- iv. Determinar a composição mineral das farinhas dos resíduos desidratados de morango e de cupuaçu;
- v. Avaliar o *screening* dos fitoquímicos bioativos dos resíduos desidratados de morango e cupuaçu.

### **3.0 REVISÃO DA LITERATURA**

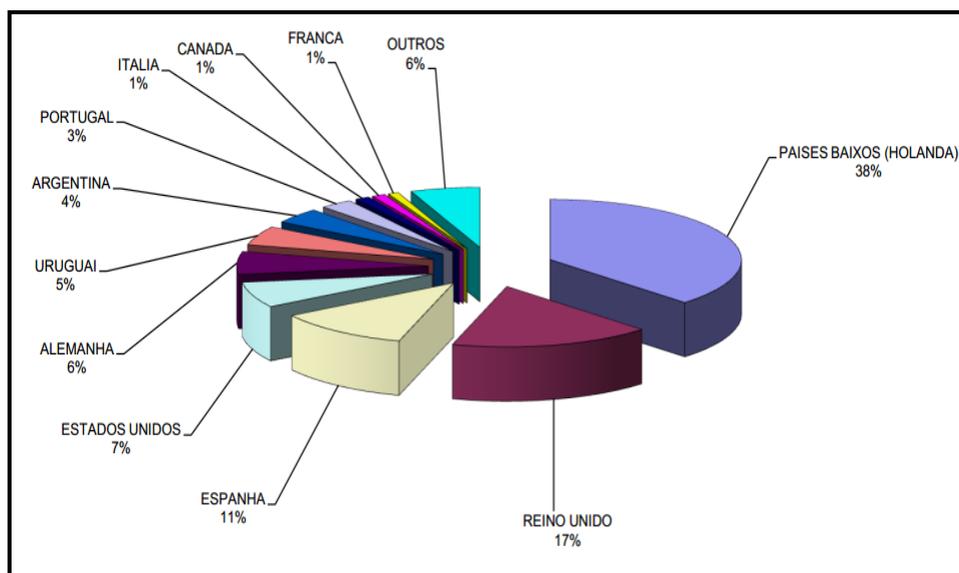
#### **3.1 Agroindústria e fruticultura**

A modernização da agricultura brasileira fez com que a produção de alimentos crescesse gerando o aumento da produção dos sistemas agrícolas. Diante disto surgiu um novo segmento industrial, responsável pelo processamento da produção primária de alimentos, a chamada agroindústria, que constitui um dos principais segmentos da economia brasileira, com importância tanto no abastecimento interno como na exportação (IPEA, 2012). Dados estatísticos mostram que a história recente da agricultura brasileira se traduz em benefícios ao país, com geração de empregos, maior contribuição ao desenvolvimento, mais alimentos e riqueza.

O fascínio que o homem tem pelas frutas foi descrito pela primeira vez pelos antigos escribas religiosos e continua ao longo de toda a história, incorporando as mais diversas formas de simbolismo, ligados ao prazer, beleza e principalmente à saúde. As frutas são fontes ricas de vitaminas, minerais e fibras, nutrientes essenciais na dieta humana. O Brasil possui grande diversidade de frutas tropicais, com variação de cores, tamanhos, sabores e principalmente composição nutricional (OLIVEIRA, 2002).

O Brasil se destaca no cenário mundial como produtor e exportador de produtos agrícolas, destacando-se a indústria frutícola. Segundo Costa (2007), o Brasil é produtor de espécies nativas do mundo, possuindo importantes centros de diversidade genética tanto de plantas nativas como de cultivadas entrando em destaque a produção de frutas.

Segundo dados da Brazilian Fruit (2011), o destino das exportações brasileiras de frutas frescas inclui vários países, conforme Figura 1.



**Figura 1-**Destino das Exportações Brasileiras de Frutas Frescas em 2011.

**Fonte:** BRAZILIAN FRUIT-2011.

No Brasil, foi produzido mais de 40 bilhões de toneladas das 22 espécies de frutas, o que gerou uma receita de US\$ 20,6 bilhões no ano de 2010. A receita é 16,47% a mais que o arrecadado em 2009 (SEBRAE, 2010). E em fevereiro de 2013 as exportações de frutas frescas apresentaram alta de 36,27% em valor (US\$) e 23,53% em relação ao Peso Líquido (kg), comparado a fevereiro de 2012. No mesmo período, as importações cresceram 8,62% em valor (US\$) e diminuiram 5,97% em relação ao Peso Líquido (kg). A Balança Comercial no mês de Fevereiro de 2013 apresentou evolução positiva de 93,38% em relação a Fevereiro de 2012 (SEBRAE, 2013).

A fruticultura baiana ganha destaque nos últimos anos gerando uma economia bastante relevante. A Bahia em 2009 esteve em primeiro lugar no *ranking* nacional dos estados que mais exporta frutas, e em 2010 e 2011 manteve-se no terceiro lugar. Com produção diversificada, dinâmica e competitiva, a fruticultura ocupa posição de destaque no agronegócio baiano. Com superfície cultivada de 335 mil hectares, dos quais 109 milhões irrigados, a fruticultura atingiu o volume produzido de 5,11 milhões de toneladas em 2010, gerando Valor Bruto de Produção (VBP) de R\$ 3,06 bilhões.

Este segmento é considerado uma das atividades agropecuária que mais emprega, envolvendo cerca de um milhão de pessoas, demandando mão-de-obra intensiva e qualificada, gerando oportunidades de ocupação em todo o interior do estado (SEAGRI, 2010). Dentre as frutas que o estado mais exporta entram em destaque: a banana, o coco, o cacau, o mamão, a

manga, o maracujá, a graviola, a pinha, a laranja, a melancia, o melão, o limão, entre outras (IBRAF, 2011).

### **3.2 Mercado de polpas de frutas na Bahia**

É crescente a demanda de mercado pela produção de polpas de frutas congeladas. Esse aumento se deve à simplicidade dos processos de produção, aliada aos aspectos de praticidade do consumidor final. O uso de polpas de frutas congeladas é considerado uma alternativa saudável frente ao grande consumo de refrigerantes e sucos industrializados. Contudo existem normas de adequação e padrões de qualidade para sua produção (EMBRAPA, 2009).

A Bahia processa em média 21 diferentes tipos de frutas para o comércio de industrialização de polpa de frutas congeladas. Essa atividade foi iniciada com a polpa de cacau, incorporando posteriormente outros sabores. Com o crescimento do mercado de polpas surge a necessidade de estudar outros segmentos da cadeia produtiva que são importantes para o bom desempenho melhorando a qualidade do produto (EMBRAPA, 2009).

A Bahia é suficiente em matéria prima para produção de polpas de frutas congeladas buscando em outros estados 19,6% do total de frutas que processa. Dentro deste percentual dentre as frutas que são compradas fora se destacam: o morango, a seriguela, o abacaxi, o caju e o melão. Pesquisas mostram que as empresas de pequeno porte que processam polpas chegam a fazer a seleção das frutas de forma manual ou artesanal por não possuir recursos e equipamentos sofisticados, podendo comprometer a qualidade sensorial das polpas, o que acarretaria diminuição da qualidade, e conseqüentemente, a rejeição do consumidor (KHAN et al, 2003).

### **3.3 Resíduos da agroindústria e fruticultura**

Grande empecilho na agroindústria e na fruticultura é a pouca preocupação desses setores em relação ao destino dos resíduos gerados. Os resíduos dessas atividades são impactantes ao meio ambiente, caso não sejam devidamente tratados. Os impactos ambientais associados aos resíduos decorrem da alta geração, em termos quantitativos, da contaminação e do desperdício. Reduzir, reciclar ou aproveitar os resíduos gerados com o objetivo de recuperar matéria e energia objetiva, fundamentalmente, preservar os recursos naturais e, principalmente, diminuir o desperdício (SOUSA, 2011; IPEA, 2012).

A América Latina produz mais de 500 milhões de toneladas de resíduos, sendo o Brasil responsável por mais da metade desta produção. Isto demonstra que o crescimento dos resíduos oriundos das atividades agrícolas é proporcional ao crescimento do agronegócio (EMBRAPA, 2009).

Existem diferenças conceituais entre resíduo e subproduto e as características que os distinguem. Ambos são substâncias ou materiais gerados secundariamente em um processo de produção. Os resíduos e subprodutos agroindustriais são os materiais secundários gerados no processo de industrialização de produtos agrícolas. O que distingue resíduo de subproduto é a existência ou não de um mercado definido para a sua comercialização.

Assim sendo, os produtos secundários de um processo agroindustrial que são demandados pelo mercado e que apresentam um valor de comercialização definido são chamados de subprodutos e aqueles que não têm potencial mercadológico ou cujo potencial não é efetivamente explorado são chamados de resíduos (CATANEO, 2008). Contudo, a matéria prima utilizada para execução do presente trabalho é um resíduo da indústria de polpas de frutas congeladas e este termo resíduo será mantido neste trabalho.

Um grande entrave que desacelera o desenvolvimento da indústria de processamento mínimo de frutas e hortaliças em diversas partes do mundo está associado à significativa quantidade de resíduos que são gerados pela atividade. Apesar do número crescente em produção de frutas e hortaliças, cerca de 20 a 30% não chega até a mesa do consumidor, o que está intimamente associado à falta de tecnologia apropriada. A busca de alternativas para utilização da matéria orgânica gerada vem chamando a atenção de alguns centros de pesquisa (DAMIANI et al, 2009; ALCANTARA et al, 2013).

Djilas et al, (2009) defende o aproveitamento dos resíduos da fruticultura, citando que estes subprodutos podem representar uma importante fonte de carboidratos, sais minerais, ácidos orgânicos, fibra dietética, e compostos bioativos, tais como compostos fenólicos como os flavonóides e taninos. Muitos dos compostos fenólicos têm mostrado fortes propriedades antioxidantes.

O nível socioeconômico de um país reflete significativamente quando a questão é gerenciamento de resíduos orgânicos. Estudos mostram que as estimativas de desperdício de alimentos possuem relação direta com o grau de perceptibilidade dos produtos, nível de desenvolvimento dos países e sua capacidade de infraestrutura em toda a cadeia produtiva (PARFITT et al, 2010; FAGUNDES et al, 2012).

Alguns trabalhos têm sido direcionados para estudar o aproveitamento de resíduos do processamento do umbu, da goiaba, do maracujá e da acerola, a partir de farinhas de resíduos desidratados incorporados na fabricação de biscoitos, o que obteve boa aceitabilidade entre consumidores (ABUD e NARAIN, 2009).

### **3.4 Política Nacional de Resíduos Sólidos**

Com o crescimento da geração de resíduos sólidos surge no Brasil uma legislação que melhor direciona o descarte seguro destes produtos. A Lei Nº 12.305/ 2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, as responsabilidades dos geradores e do poder público e os instrumentos econômicos aplicáveis.

De acordo com a Lei, os resíduos da produção animal e os resíduos da agroindústria são classificados quanto à sua origem, como resíduos agrossilvopastoris, incluindo os relacionados a insumos. A lei tem como principais princípios a prevenção e a precaução; o desenvolvimento sustentável e a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade. Possui como objetivos: a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços, entre outros.

Embora esta lei disponha o Brasil no patamar de igualdade com os principais países desenvolvidos, os recursos necessários para aproveitamento dos resíduos para contribuir diretamente com a economia do país e minimizar os impactos ambientais é pouco visível. Alguns estudos mostram que para a utilização consciente destes insumos são necessários altos investimentos econômicos, deixando o Brasil atrás de grandes referências mundiais no aproveitamento de resíduos.

### **3.5 Farinhas: algumas considerações**

Existem vários estudos com farinhas de frutas desidratadas. A ideia de produzir esses tipos de farinhas, já vem sendo citada por estudiosos das diversas áreas do conhecimento, entrando em destaque a área de engenharia de alimentos. Vários autores usam estes produtos

para compor alimentos da panificação e confeitaria em substituição total ou parcial da farinha do trigo. Dentre as frutas mais utilizadas para produção de farinhas alimentícias destacam-se: a banana verde (FASOLIN et al, 2007), a goiaba, o maracujá, o umbu, a acerola (ABUD e NARAIN, 2009), entre outras (UCHOA et al, 2009; KOPPER et al, 2009; RIBEIRO e FINZER, 2010).

No Brasil têm surgido alguns programas de produção de alimentos formulados com farinhas de frutas, de cereais, de leguminosas, entre outros produtos naturais, visando substituir ou reduzir, a proteína de origem animal da dieta, por proteínas de origem vegetal, uma vez que estas apresentam custos mais reduzidos além de serem menos gordurosos e menos calóricos. Os derivados protéicos da soja e do milho têm sido muito usados na suplementação de dietas ou em substituição parcial da farinha de trigo, para a obtenção de produtos como pão, biscoito e macarrão (FASOLIN et al, 2007).

No Brasil, para produção de farinhas é necessário seguir a legislação vigente. De acordo com a RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005, farinhas “são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e/ou, outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos”.

Para se produzir farinha através de resíduos de frutas é necessário ter alguns cuidados com a conservação e higienização destes produtos. Os resíduos são extremamente propensos à deterioração microbiana, sendo que o processo de secagem se faz necessário, imediatamente após coleta da matéria prima. Estudos mostram que custos com secagem, armazenamento e transporte de resíduos de frutas, são grandes limitadores do seu processamento pelo alto adicional econômico. Contudo, boa parte dos resíduos agroindustriais, muitas vezes, é utilizada como alimento para animais ou fertilizantes (DJILAS et al, 2009).

### **3.6 Alimentos funcionais: aspectos gerais**

A sociedade moderna tem se tornado cada vez mais complexa, modificando os padrões de vida, em destaque os hábitos alimentares. O estado nutricional pode ser mostrado de forma clara pelas tendências desfavoráveis da alimentação, com o consumo de alimentos excessivamente refinados, ricos em gorduras, açúcares e sal, além da diminuição do consumo de fibras alimentares. Este perfil alimentar da sociedade moderna tem originado elevadas

incidências de doenças crônicas não transmissíveis, dentre elas, as doenças cardiovasculares, obesidade, diabetes, hipertensão e o câncer, doenças consideradas como mal do século (MORAES e COLLA, 2006).

Existe um acentuado interesse mundial para melhorar a qualidade nutricional da população e reduzir os gastos com saúde por meio da prevenção de doenças crônicas, da melhoria da qualidade e da expectativa de vida ativa. Logo, entra em jogo o papel da boa alimentação na prevenção de doenças, destacando-se os alimentos funcionais (MENRAD, 2003).

O termo “Alimentos Funcionais” foi introduzido no Japão, em meados de 1980, através de programas do governo para estimular a boa alimentação e saúde. É conhecido no mercado japonês como “Alimentos para uso específico para a saúde - *Foods for Specified Health Use* – FOSHU” (GRAJEK et al, 2005).

Alimento funcional pode ser definido como um alimento ou ingrediente que, além de proporcionar as funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos, fisiológicos, podendo também ter efeitos benéficos à saúde. Devem ser seguros para consumo sem supervisão médica. Compreende algumas espécies de origem animal e vegetal que possuem compostos fisiologicamente ativos (DOLINSKY, 2009). Segundo Cândido (2005), alimento funcional é todo o alimento ou bebida que, quando consumidos na alimentação cotidiana, podem trazer benefícios fisiológicos específicos, graças à presença de ingredientes fisiologicamente saudáveis.

A legislação brasileira através das Portarias nº 18 e nº19, não definem alimento funcional, define as suas alegações com propriedades funcionais e propriedades de saúde, e estabelece diretrizes para sua utilização, através de registro, não sendo permitidas alegações que façam referência à cura de doenças (ANVISA, 1999).

Os japoneses foram os pioneiros na formulação do processo de regulamentação específica para este tipo de alimento. Trata-se de alimentos processados, similares em aparência aos alimentos convencionais, usados como parte de uma dieta normal e que demonstraram benefícios fisiológicos e/ou reduziram o risco de doenças crônicas, além de suas funções básicas nutricionais. O governo do Japão objetivou a inclusão desses alimentos na dieta da população visando à redução dos gastos com saúde pública. Hoje é relevante a elevada expectativa de vida naquele país.

Os alimentos funcionais devem apresentar propriedades benéficas, além das nutricionais básicas, sendo apresentados na forma de alimentos comuns. São consumidos em dietas convencionais, mas demonstram capacidade de regular as funções corporais de forma a auxiliar na proteção contra as doenças já citadas. Estes alimentos devem possuir componentes essenciais a saúde em doses variadas como vitaminas, minerais, enzimas, fibras, compostos bioativos ou princípios ativos capazes de prevenir e reduzir inúmeras doenças que vão desde a constipação intestinal, osteoporose e até câncer (MORAES e COLLA, 2006).

Os alimentos funcionais são classificados em três grupos, sendo eles: alimentos com propriedades imunomodulatórias, aqueles que melhoram a imunidade celular contra diferentes antígenos; alimentos com atividade antioxidante, que protege o organismo contra a oxidação provocada pelos radicais livres; e alimentos ricos em ácidos graxos poliinsaturados (ômega 3 e 6), com grande objetivo de prevenir doenças cardiovasculares (STURMER, 2002).

Cuppari (2005), afirma que são vários os alimentos que a mídia cita como alimentos funcionais, porém não possui estudos científicos que comprove seus efeitos na saúde. É necessário que o consumidor tenha conhecimento se realmente houve estudos que alegue as propriedades funcionais destes alimentos.

Para apresentar alegações funcionais, os alimentos devem ser obrigatoriamente registrados junto ao órgão competente de suas propriedades funcionais. Alimentos consumidos em forma de cápsulas, comprimidos ou outras formas farmacêuticas, e que não apresentem alegação de propriedade funcional ou de saúde cientificamente comprovada devem trazer no rótulo a afirmação “O Ministério da Saúde adverte: Não existem evidências científicas comprovadas de que este alimento previna, trate ou cure doenças” (BRASIL, 1999).

As alegações devem ainda, estar em consonância com as diretrizes da política pública de saúde. Não basta ao alimento apenas possuir na sua estrutura, compostos bioativos, fibras entre outros, para serem considerados alimentos funcionais. São necessários critérios de aprovação que variam de acordo com a regulamentação de cada país ou de blocos econômicos (MENRAD, 2003).

Dolinsky (2009) cita alguns alimentos com propriedades funcionais nos quais já houve estudos que comprovaram seus benefícios na saúde. Dentre eles destacam-se: o alecrim, famosa especiaria, possui propriedades antimicrobianas e antioxidantes; o alho, largamente utilizado na gastronomia popular, possui compostos sulfurados, possui propriedade

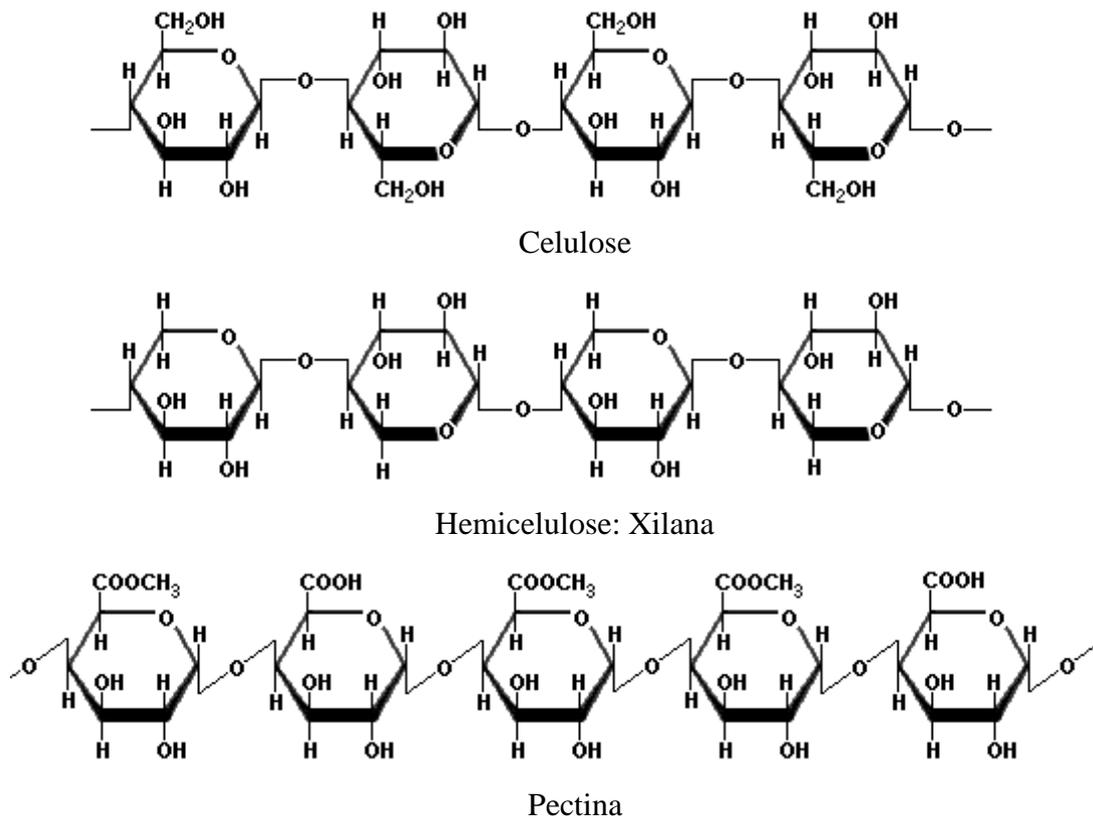
bactericida, inibe a peroxidação lipídica que ajuda no controle séricos de colesterol, possui ação anticarcinogênica, controla a pressão arterial; a aveia, rica em aminoácidos essenciais, minerais, rica em fibras como a beta-glucanas, que controla níveis de colesterol e glicose sérica; o cacau, rico em flavonóides que possui ação antioxidante, ricos em proteínas e minerais; o chá verde, rico em polifenóis, em destaque as catecolaminas que previne inúmeras doenças; a linhaça, rica em ômega 3, muito indicado para pessoas que possuem alergias ao ômega 3 de peixes, também é rica em fibras, entre outras.

Dolinsky (2009), ainda cita o tomate, a soja, a uva, os vinhos, o orégano, e algumas frutas cítricas, todos estes, com propriedades funcionais já estudadas e comprovadas seus efeitos benéficos ao organismo.

### **3.6.1 Fibra alimentar**

A fibra dietética ou alimentar é uma substância indisponível como fonte de energia, pois não é passível de hidrólise pelas enzimas do intestino humano e que pode ser fermentada por algumas bactérias, característica que estimula seu consumo visto que não aumenta o peso corporal e possui bom poder de saciedade. É constituída de polímeros de carboidratos com dez ou mais unidades monoméricas (PIMENTEL et al, 2005; MENEZES et al, 2013). Algumas estruturas estão ilustradas na Figura 2.

A RDC nº 40/2001, define fibra alimentar como “qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano” (BRASIL, 2001). As fibras são carboidratos, classificadas como polissacarídeos estruturais, sendo elas: celulose, hemiceluloses, pectinas, gomas, mucilages, que estão relacionadas á estrutura da parede celular e polissacarídeos não estruturais, em destaque a lignina (MORAES e COLLA, 2006).



**Figura 2-** Estrutura de algumas fibras.  
**Fonte:** SCIENTIFIC PSYCHIC, 2014.

Também podem ser classificadas de acordo com sua solubilidade como: solúveis e insolúveis. As solúveis são as pectinas e hemiceluloses que tendem a formar um gel em contato com a água, aumentando a viscosidade dos alimentos parcialmente digeridos pelo estômago. Estas fibras diminuem a absorção de sais biliares, possuindo boa atividade hipocolesterolêmica. As fibras insolúveis permanecem intactas através de todo trato gastrointestinal e compreendem as ligninas, celulosas e algumas hemiceluloses. As insolúveis possuem inúmeras funções entrando em destaque a formação do bolo fecal estimulando a motilidade intestinal, muito utilizada para tratamento da obstipação intestinal (FRANCO, 2007; DOLINSKY, 2009).

De acordo com Anjo (2004), os efeitos do uso das fibras são a redução dos níveis de colesterol sanguíneo e a diminuição dos riscos de desenvolvimento de câncer, decorrentes de três fatores: capacidade de retenção de substâncias tóxicas ingeridas ou produzidas no trato gastrointestinal durante processos digestivos; redução do tempo do trânsito intestinal, promovendo uma rápida eliminação do bolo fecal, com redução do tempo de contato do

tecido intestinal com substâncias mutagênicas e carcinogênicas e formação de substâncias protetoras pela fermentação bacteriana dos compostos de alimentação.

Nas últimas décadas, em virtude da mudança do perfil cultural e sócio econômico da população, a ingestão de frutas e hortaliças e, conseqüentemente, de fibras e vitaminas decresceu. O efeito das fibras na alimentação humana tem recebido especial atenção de nutricionistas e cientistas de alimentos nas últimas décadas, devido à relação existente entre seu baixo consumo e doenças e agravos não transmissíveis.

O consumo diário ideal de fibras varia de acordo com a idade e com o sexo. Conforme a DRI- Dietary Reference Intake (IOM, 2005), o consumo diário de fibra ideal com AI- Adequate Intake é de 38 g/dia para homens adultos e 25 g/dia para mulheres, variando em média de 20 g a 30 g de fibras/dia.

Alguns estudos que produziram farinhas provenientes de cascas e de resíduos de frutas tropicais tais como goiaba, acerola, umbu e maracujá encontraram quantidades significativas de fibras totais nessas farinhas, agregando valor a estes resíduos (FASOLIN, 2007; ABUD e NARAIN, 2009).

Para que um alimento seja considerado como fonte de fibra alimentar este deve conter no mínimo 3 g de fibras/100g (sólidos). Apresentando em sua composição no mínimo 6 g de fibras 100<sup>-1</sup>g (sólidos), o produto já é considerado rico em teor de fibras (BRASIL, 1998). A ANVISA também preconiza que um produto pronto para consumo deve fornecer, no mínimo, 3g de fibras, se o alimento for sólido, ou 1,5g de fibras, se o alimento for líquido.

### **3.7 Minerais**

A maioria da população pensa que os minerais e as vitaminas possuem a mesma definição e função, entretanto, eles diferem entre si. Tanto os minerais como vitaminas são micronutrientes importantes encontrados em alimentos, diferenciando-se pelo fato de que as vitaminas são substâncias orgânicas e os minerais são substâncias inorgânicas (COZZOLINO, 2012).

Os minerais são considerados micronutrientes por não fornecer calorias ou energia ao corpo humano. São divididos em macrominerais e microminerais. Os macrominerais são aqueles que o homem deve ingerir ao menos 100 mg.dia<sup>-1</sup> e os microminerais são aqueles que devem ser ingeridos ao menos 15 mg<sup>-1</sup>.dia. Os macrominerais mais conhecidos são: cálcio, fósforo, potássio, sódio, magnésio, enxofre e cloro. Os microminerais ou oligoelementos mais

conhecidos são: ferro, zinco, iodo, selênio, manganês, flúor, molibdênio, cobre, cromo, colbato e boro (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2011).

A DRI preconiza quantidades ideais de consumo diário de nutrientes como vitaminas e minerais, que devem ser consumidas diariamente para atender às necessidades nutricionais de indivíduos saudáveis em todas as fases da vida.

Os elementos minerais são largamente distribuídos na natureza e possuem importantes funções no organismo humano. Cerca de 4% da composição do corpo humano é composto por minerais, destacando-se o cálcio, (1,5%) e o fósforo, (1%), cabendo o restante aos demais minerais como magnésio, manganês, potássio, zinco, cobre, entre outros. Os minerais estão presentes no corpo humano tanto na forma sólida, nos dentes, ossos, assim como nos tecidos moles e músculos, atuando como cofatores em diversos processos enzimáticos e sob a forma mais solúvel na manutenção da homeostase. Estudos com cascas de frutas revelam alto potencial nutricional destacando teores altos de minerais (GONDIM et al, 2005).

O homem, em suas condições fisiológicas normais, excreta diariamente cerca de 20 g a 30 g de minerais, o que demanda reposição imediata, por meio da alimentação, para regulação do equilíbrio orgânico. Os minerais possuem importância fisiológica também na contratilidade muscular, função dos nervos, coagulação sanguínea, transporte de oxigênio, entre outros (FRANCO, 2007). Os minerais são encontrados tanto em alimentos de origem vegetal como animal. Os alimentos industrializados possuem quantidades baixas de minerais, com exceção do sódio.

Estudos revelam que alguns minerais como cálcio, ferro, magnésio e zinco continuam sendo consumidos em menor quantidade pela maioria das pessoas. Com a intervenção do Estado através da fortificação de alguns alimentos, como alguns cereais e a farinha de trigo, melhorou a ingestão de ferro da população, mas não dos demais minerais citados, não atingindo a média das DRI (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2011).

Há várias publicações de autores que analisaram teores de minerais em cascas e resíduos de frutas tais como a manga, maracujá, abacaxi, banana, mamão entre outras, e que encontraram quantidades consideráveis, sugerindo a reutilização destes resíduos como fontes alternativas de alimento ou como ingredientes para obtenção de preparações processadas (GONDIM et al, 2005; FELIPE et al, 2006).

A DRI preconiza o consumo diário ideal de minerais para que um indivíduo saudável não venha a ter carências no decorrer de sua vida. Na Tabela 1, estão algumas referências

preconizadas para consumo diário de minerais para um indivíduo saudável de 19 a 31 anos, do sexo masculino.

**Tabela 1-** Metas de ingestão diária alguns de minerais para indivíduo de 19 a 31 anos

<b>Minerais</b>	<b>DRI</b>
Cálcio	1000 mg.100 <sup>-1</sup> dia
Cobre	900 µg. 100 <sup>-1</sup> dia
Magnésio	400 mg.100 <sup>-1</sup> dia
Manganês	2,3 mg.100 <sup>-1</sup> dia
Potássio	4,7 g.100 <sup>-1</sup> dia
Sódio	1,5 g.100 <sup>-1</sup> dia
Zinco	11 mg.100 <sup>-1</sup> dia

**Fonte:** Dietary Reference Intakes para Cálcio e Magnésio (1997), cobre, manganês e zinco (2001), sódio e potássio (2004).

A RDC 269/2005 também preconiza valores de Ingestão Diária Recomendada de vitaminas e minerais para adultos. Alguns valores estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2-** Ingestão Diária recomendada para adultos RDC 269/2005.

<b>Minerais</b>	<b>Ingestão Diária Recomendada</b>
Cálcio	1000 mg.100 <sup>-1</sup> g dia
Magnésio	260 mg.100 <sup>-1</sup> g dia
Zinco	7 mg.100 <sup>-1</sup> g dia
Fósforo	700 mg.100 <sup>-1</sup> g dia
Cobre	900 mg.100 <sup>-1</sup> g dia
Manganês	2,3 mg.100 <sup>-1</sup> g dia

**Fonte:** RDC 269/2005.

### 3.8 Radicais livres e os sistemas de defesa no organismo humano

Segundo Dolinsky (2009), as moléculas orgânicas e inorgânicas, assim como os átomos que contêm um ou mais elétrons não pareados, com existência independente, podem ser classificadas como radicais livres. Eles apresentam uma grande capacidade reativa, que pode ocorrer com qualquer composto que esteja próximo, captando um elétron dessas substâncias para sua estabilização e a partir disto, acontecem reações em cadeia, que culminam na lesão celular. Em razão desta característica, os radicais livres são denominados substâncias oxidantes. A presença dos radicais é crítica para a manutenção de muitas funções fisiológicas normais.

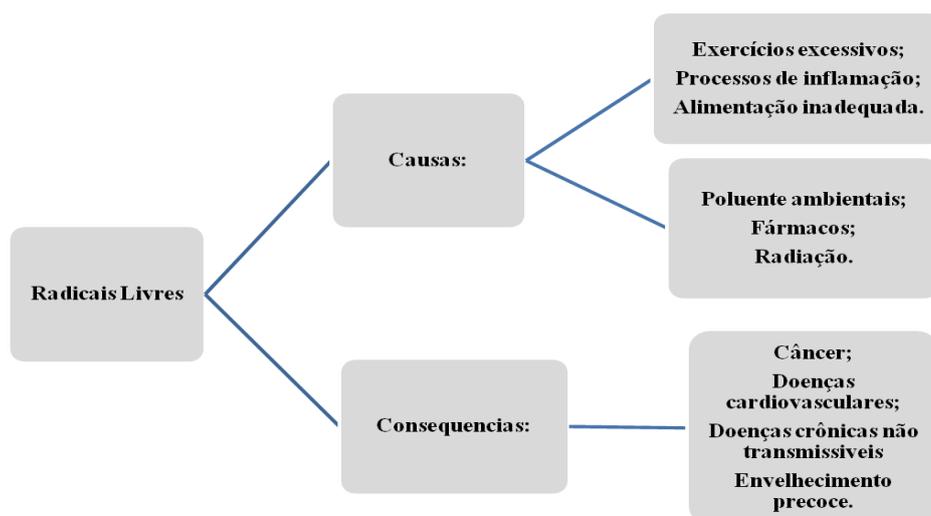
Em condições fisiológicas normais, os organismos aeróbicos metabolizam cerca de (85% a 90%) do oxigênio consumido na mitocôndria por meio da cadeia transportadora de elétrons. Os 10% a 15% restantes são utilizados por diversas enzimas oxidases e oxigenases e ainda por reações químicas de oxidação direta. No entanto cerca de 2% a 5% do oxigênio metabolizado nas mitocôndrias são desviados para outra via metabólica, e reduzidos de forma univalente dando origem aos radicais livres conhecidos como ROS- Espécies Reativas de Oxigênio (BARBOSA et al, 2010).

A formação de radicais livres está associada com o metabolismo normal de células aeróbicas. O consumo de oxigênio inerente à multiplicação celular leva à geração de uma série de radicais livres.

Os efeitos nocivos das reações induzidas pelos radicais livres capazes de lesar as estruturas dos sistemas biológicos são conhecidos como estresse oxidativo. A ocorrência do estresse oxidativo moderado é, frequentemente, acompanhadas do aumento das defesas antioxidantes enzimáticas, mas a produção de uma grande quantidade de radicais livres pode causar danos e morte celular (DOLINSKY, 2009).

A interação destas espécies com moléculas de natureza lipídica em excesso, produz novos radicais como os hidroperóxidos e peróxidos. Estes grupos de radicais podem interagir com os sistemas biológicos de formas citotóxicas, causando varias consequências, como o envelhecimento precoce e principalmente, a formação de doenças (MORAES e COLLA, 2006). Algumas causas e consequências biológicas da ação dos radicais livres estão apresentadas na Figura 3.

O organismo humano possui sistemas naturais de defesa contra os radicais livres, podendo impedir a oxidação celular, porém, não é o suficiente, fazendo com que o organismo exija o consumo de alimentos ricos em propriedades antioxidantes para evitar a morte celular. Antioxidante é qualquer substância que, presente em baixas concentrações quando comparada a do substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação deste substrato de maneira eficaz (BIANCHI, 1999). O sistema de defesa do organismo é ativado através das enzimas endógenas e substratos não enzimáticos exógenos. As endógenas são enzimas produzidas no organismo e as reações não enzimáticas oriundas dos alimentos.

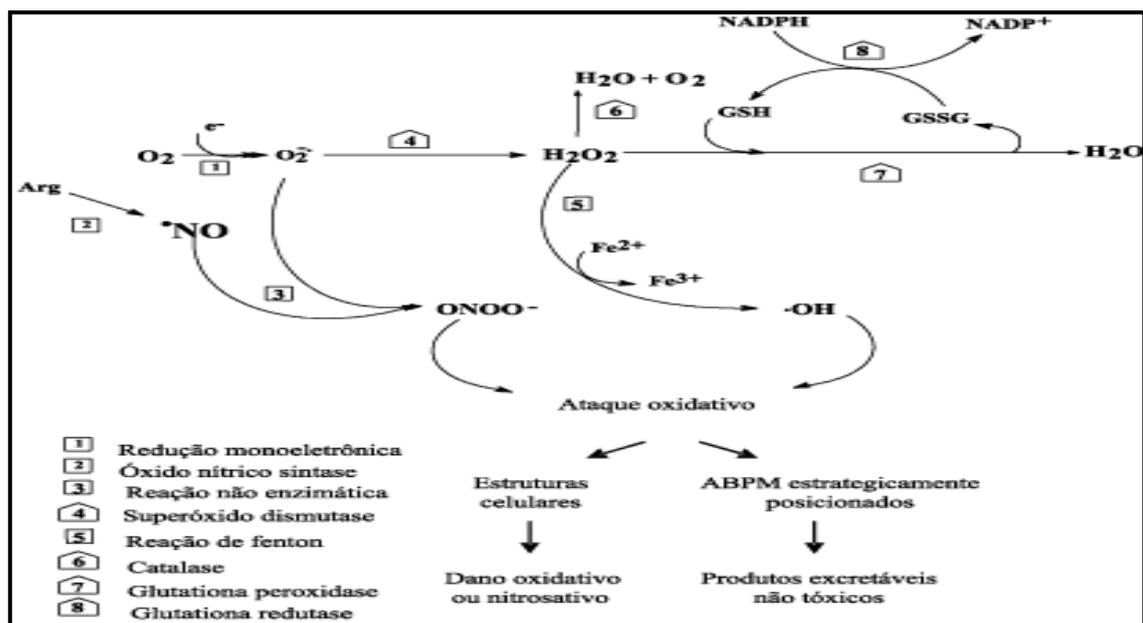


**Figura 3**-Fluxograma das principais causas e consequências da ação dos radicais livres  
**Fonte:** FERREIRA et al, (2007), adaptado.

O sistema de defesa enzimático inclui as enzimas Superóxido Dismutase (SOD), Catalase (CAT) e Glutathione Peroxidase (GPx), e outros substratos tais como: ácido úrico, tioredoxina, ácido lipoico, Coenzima Q10, entre outros, conforme mostra a Figura 4.

O sistema exógeno é acionado através de várias substâncias, sendo as mais conhecidas e estudadas: o ácido ascórbico,  $\alpha$ -tocoferol, os carotenoides, entre outros (BARBOSA et al, 2010). Estudos revelam que dietas ricas em antioxidantes naturais contribuem para prevenir a formação de radicais livres, protegendo o organismo de enfermidades cardiovasculares e de alguns tipos de câncer (KATSUBE et al, 2003).

Diante disto, o consumo de pequenas frutas, como mirtilo, amora, morango e framboesa possuem destaque especial. A atividade biológica das pequenas frutas é particularmente atribuída ao seu alto conteúdo de fitoquímicos como os flavonoides (antocianinas e flavonóis), taninos (proantocianidinas, elagitaninos e galotaninos), compostos fenólicos, carotenoides, entre outros (JACQUES, 2009).



**Figura 4** - Mecanismo de ataque de EROs partindo da redução monoelétrica de  $O_2$  e o sistema de defesa antioxidante. O símbolo  $\square$  refere-se ao mecanismo de produção de EROs e o símbolo  $\triangle$  as principais enzimas da defesa antioxidante.

**Fonte:** GANDRA et al, 2004.

### 3.9 Fitoquímicos bioativos

Fitoquímicos são substâncias químicas definidas como compostos bioativos presentes em produtos vegetais tais como plantas, frutas, legumes, grãos, entre outros, No entanto, seu consumo, em longo prazo, pode estar associada à redução do risco de contrair doenças crônicas, visto que, várias evidências sugerem os benefícios de fitoquímicos no controle do estresse oxidativo (LIU, 2004).

Os fitoquímicos mais conhecidos incluem carotenoides: ( $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno,  $\beta$ -criptoxantina, luteína, zeaxantina, astaxantina e licopeno), compostos fenólicos: ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos) flavonóides (flavonóis, flavonas, flavanóis, flavanonas, antocianidinas e isoflavonóides), cumarinas e taninos; alcalóides; compostos azotados (derivados da clorofila, aminoácidos e aminas) e compostos organossulfurados: (isotiocianatos, indoles, compostos de enxofre alílicos) apresentados na Figura 5 (FERREIRA et al, 2007).



**Figura 5-** Principais classes de fitoquímicos.

**Fonte:** FERREIRA et al, (2007).

A atividade antioxidante dos fitoquímicos se dá, principalmente, devido às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres, quelando o oxigênio ou decompondo peróxidos (FENNEMA, 2010).

O homem está constantemente exposto a uma variedade de agentes oxidantes, alguns dos quais são necessários para a vida. Estes agentes podem estar presentes no ar, nos alimentos, e na água, ou eles podem ser produzidos pela atividade metabólica dentro das células. O fator chave é manter um equilíbrio entre oxidantes e antioxidantes para manter as condições fisiológicas ideais. A superprodução de oxidantes pode causar um desequilíbrio, levando ao estresse oxidativo, especialmente no sistema imunológico, expondo o corpo a agressões bacterianas, virais, e infecções parasitárias (JACQUES, 2009).

O estresse oxidativo pode causar danos a grandes biomoléculas, tais como lipídios, proteínas, e DNA, resultando em um aumento do risco de câncer e doenças cardiovasculares. Para impedir ou diminuir o estresse oxidativo induzido pelos radicais livres, uma quantidade suficiente de antioxidantes precisa ser consumida diariamente. Frutas, legumes e cereais integrais contêm uma grande variedade de fitoquímicos, tais como os fenólicos e carotenóides, e pode ajudar a proteger os sistemas celulares dos danos oxidativos diminuindo o risco de doenças crônicas.

Evidências epidemiológicas sugerem que o consumo regular de frutas e vegetais pode reduzir o risco de câncer (KRIS-ETHERTON et al, 2002; SCHWARZ et. al, 2011).

Em alguns países desenvolvidos, como os Estados Unidos, o Canadá, o Reino Unido, a Alemanha, entre outros, surgiu o programa “Cinco por dia” ou “5 a *Day*”, desenvolvido como uma ferramenta, para aumentar sensibilização do público para os benefícios à saúde através do consumo de frutas e vegetais. Os indivíduos devem todos os dias, consumir pelo menos cinco porções de frutas, segundo recomendação da Organização Mundial de Saúde, totalizando pelo menos, 400g de vegetais por dia. Esses alimentos contêm quantidades significativas de fitoquímicos e podem fornecer benefícios desejáveis à saúde, além da nutrição básica para reduzir o risco de doenças crônicas (LIU, 2004).

### **3.9.1 Compostos fenólicos**

Os ácidos fenólicos pertencem a uma classe de metabólitos secundários, largamente distribuídos em plantas. São substâncias naturais amplamente distribuídas na natureza principalmente nos vegetais. São classificados como polifenóis com funções antioxidantes, e que também participam dos processos metabólicos responsáveis pela cor, adstringência e aroma em alimentos. Eles contêm pelo menos um anel aromático com um ou mais grupos hidroxila, juntamente com outros substituintes (SILVA e SILVA, 1999).

Os compostos fenólicos são inumeráveis. A partir de moléculas simples de fenol, podem se derivar substância com diferentes níveis de complexidade, que podem ser classificadas em vários tipos de famílias e grupos. Podem ser pigmentos que dão a aparência colorida aos alimentos ou substâncias sintetizadas como proteção frente às exigências ecológicas e fisiológicas, exemplos: agressores patógenos ataque de insetos, à radiação UV, entre outros (SILVA et al, 2010).

Grande parte dos polifenóis possui propriedades antioxidantes, anticarcinogênica e antiinflamatória. A atividade antioxidante dos fenólicos funciona como sequestradores de radicais e algumas vezes como quelantes de metais, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo.

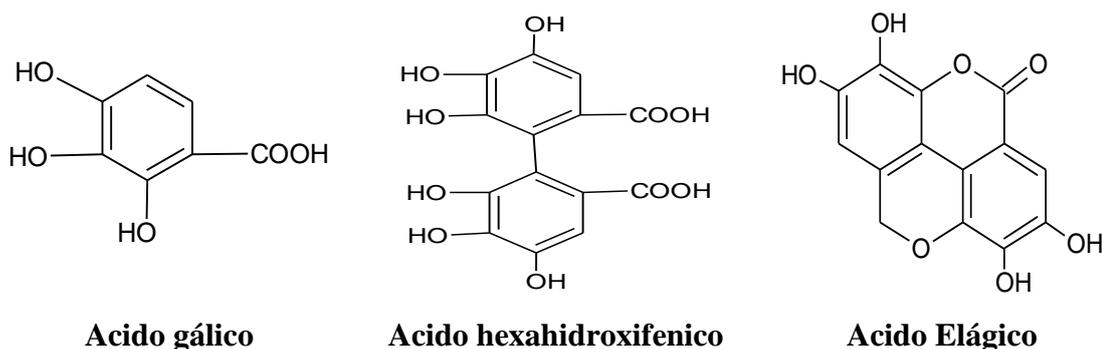
Existem evidências de que seu consumo regular reduza riscos de morte por doenças coronarianas (DOLINSKY, 2009). Os produtos intermediários, formados pela ação destes

antioxidantes, são relativamente estáveis devido à ressonância do anel aromático apresentada por estas substâncias (MORAES e COLLA, 2006).

Há vários critérios disponíveis para classificação de compostos fenólicos, porém, as formas mais utilizadas são: fenóis simples, fenóis compostos e os flavonoides, que se constituem na família mais vasta de compostos fenólicos. Eles são solúveis em água e em solventes polares, principalmente alcoóis (SILVA et al, 2010).

Segundo Khoddami et al, (2013) os alimentos vegetais são fontes de compostos fenólicos, que são moléculas que podem atuar como antioxidantes para prevenir doenças, reduzir a inflamações, diminuir a incidência de cânceres e diabetes, bem como reduzir as taxas de mutações em células humanas.

O consumo de produtos vegetais, tais como frutas e legumes, está associado à presença de compostos fenólicos. Algumas estruturas químicas de compostos fenólicos estão apresentadas na Figura 6.



**Figura 6** - Estrutura química de alguns compostos fenólicos.  
**Fonte:** ACD ChemSketch, 2013.

### 3.9.2 Flavonoides

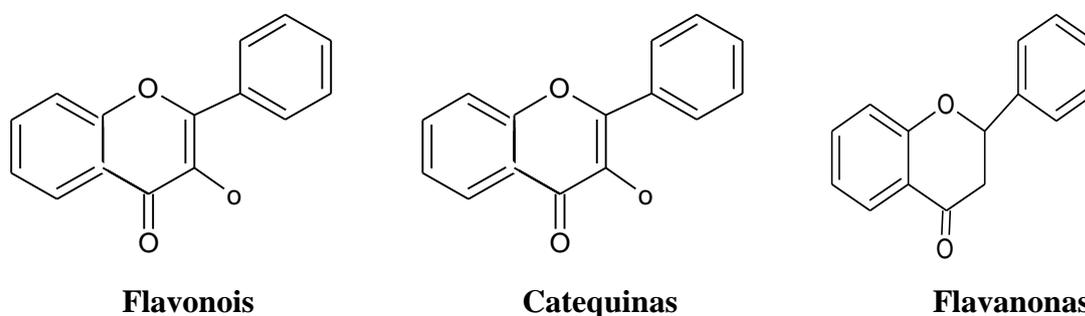
Flavonoides são pigmentos naturais que compõem uma ampla classe de substâncias de origem natural, cuja síntese não ocorre na espécie humana. São responsáveis, juntamente com os carotenóides e clorofilas, pelas colorações azul, roxo, amarelo, laranja e vermelhos nos vegetais. Entretanto, tais compostos possuem uma série de propriedades farmacológicas que os fazem atuarem, sobre os sistemas biológicos, como os antioxidantes (SIMÕES et al, 2007).

A atividade biológica dos flavonóides e de seus metabólitos depende da sua estrutura química e dos vários substituintes da molécula, uma vez que a estrutura básica pode sofrer uma série de modificações, tais como, glicosilação, esterificação, amidação, hidroxilação,

entre outras alterações que irão modular a polaridade, toxicidade e direcionamento intracelular destes compostos (HUBER e RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

Os flavonóides são formados pela combinação de derivados sintetizados a partir da fenilalanina (via metabólica do ácido shiquímico) e ácido acético. Primeiramente, a fenilalanina é transformada em ácido cinâmico pela ação da fenilalanina amônio liase, enzima que liga os metabolismos primário (via do ácido shiquímico) e secundário (fenilpropanóides). O ácido cinâmico é hidrolisado a ácido cumárico (C9) que é transformado em 4-cumaroil-CoA e este é condensado a 3 unidades de malonil-CoA (C2) formando uma chalcona (C15), a partir da qual todos os flavonóides são formados (HUBER e RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

O interesse econômico pelos flavonoides é decorrente de suas funções, tais como: proteger o organismo do dano produzido por agentes oxidantes como os raios ultravioletas, poluição ambiental, substâncias químicas presentes nos alimentos, estresses, fornecer cor e valor nutricional para alguns alimentos, além de possuírem propriedades antiinflamatórias, antioxidante e antiviral (VOLP et al, 2008). Dentre as classes de flavonoides os mais comuns são as flavonas, flavonóis e os heterosídeos. Algumas estruturas químicas de flavonoides estão ilustradas na Figura 7.



**Figura 7** - Estrutura química de alguns flavonoides.

**Fonte:** ACD ChemSketch, 2013.

### 3.10 Taninos hidrolisáveis e condensados

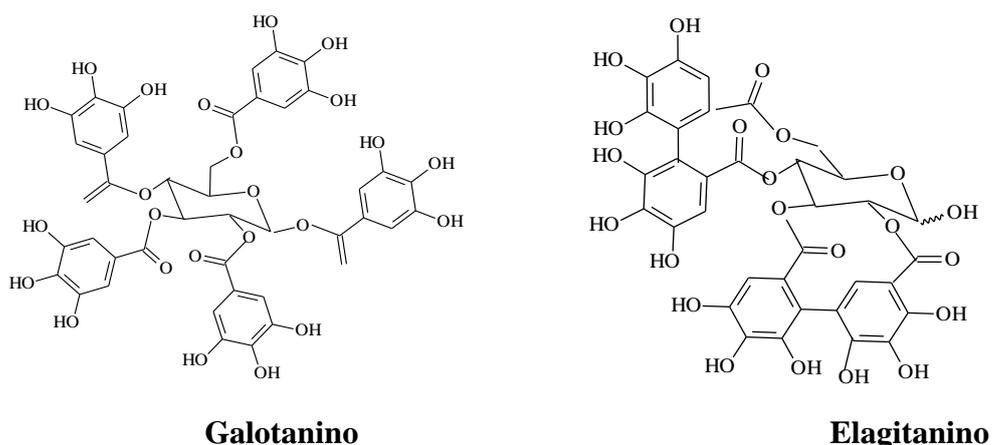
Taninos, assim como os ácidos fenólicos e os flavonóides, pertencem a uma classe de metabólitos secundários, largamente distribuídos em plantas. São solúveis em água, possui forte habilidade para precipitar proteína, possui alto peso molecular, contêm suficientes grupos hidroxila fenólica, para permitir a formação de ligações cruzadas estáveis com proteína.

Na forma não oxidada, os taninos reagem com proteínas através de pontes de hidrogênio e/ou ligações hidrofóbicas. Quando oxidados os taninos se transformam em quinonas, as quais formam ligações covalentes com alguns grupos funcionais das proteínas principalmente os grupos sulfidrilo da cisteína e  $\epsilon$ -amino da lisina.

Os taninos são caracterizados pela sua capacidade de se combinar com proteínas da pele animal inibindo o processo de putrefação, mais conhecido como processo de curtimento do couro. Também são considerados potentes inibidores de enzimas devido a sua complexação com proteínas enzimáticas. Apresentam habilidade para interagir e precipitar proteínas como a gelatina, e parecem ser responsáveis pela adstringência de muitas plantas (SILVA e SILVA, 1999).

Os taninos são classificados como hidrolisáveis e não hidrolisáveis. Taninos hidrolisáveis por hidrólise ácida liberam ácidos fenólicos: gálico, caféico, elágico e um açúcar. O ácido tânico é um típico tanino hidrolisável, o qual é quebrado por enzimas de forma espontânea (SGARBIERI, 1996).

Os taninos não hidrolisáveis ou condensados são polímeros dos flavonóides formados predominantemente por unidades de catequinas e leucoantocianidina presentes em maior quantidade nos alimentos normalmente consumidos (SGARBIERI, 1996). Os taninos condensados estão presentes na fração fibra alimentar de diferentes alimentos e podem ser considerados indigeríveis ou poucos digeríveis. Em leguminosas e cereais, os taninos têm recebido considerável atenção, por causa de seus efeitos adversos na cor, sabor e qualidade nutricional. Algumas estruturas químicas de taninos hidrolisáveis estão ilustradas na Figura 8.



**Figura 8** - Estruturas de alguns taninos hidrolisáveis.

**Fonte:** ACD ChemSketch, 2013.

Conforme Battestin (2004), os taninos também são usados na indústria de bebidas para estabilização da cerveja e são, também, usados em vinhos. O uso do tanino na produção vinícola tem como objetivo, facilitar a precipitação de matérias protéicas em excesso e auxiliar nos processos de clarificação (MANFROI et al, 2010).

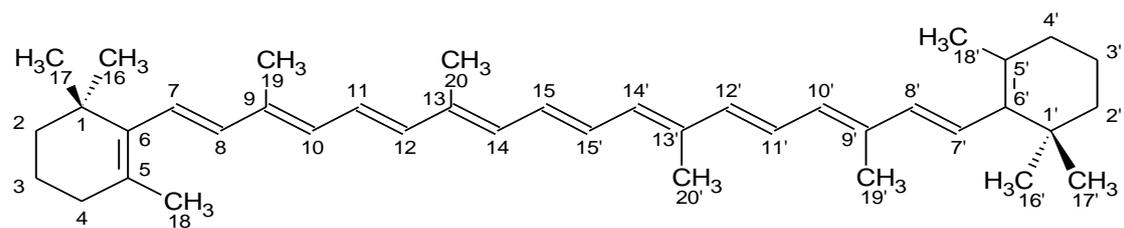
### 3.11 Carotenoides

Carotenoides são pigmentos que têm recebido atenção considerável, tanto por sua função provitamina A, quanto pelo seu papel antioxidante. São substâncias tetraterpênicas (C<sub>40</sub>), apresentam moléculas oxidáveis e são lipossolúveis. A cadeia carbônica de alguns carotenoides apresenta um ou dois anéis  $\beta$ -ionona nas extremidades (VILLELA, 1976). Quimicamente, os carotenoides são compostos formados por hidrocarbonetos denominados de carotenos e aqueles que ainda possuem o oxigênio em suas estruturas, com funções químicas oxigenadas, são chamados de xantofilas.

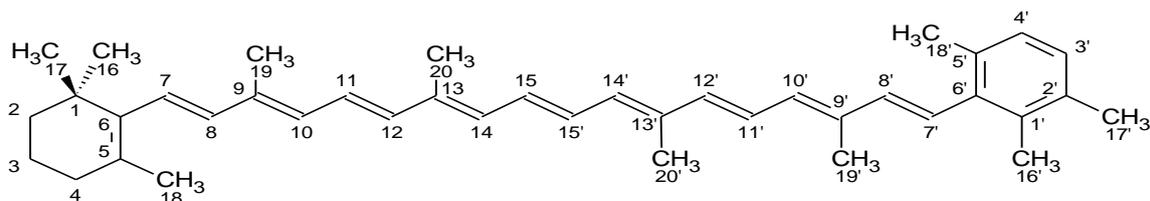
Os carotenoides podem ser acíclicos, como o licopeno e monocíclicos, como o  $\gamma$ -caroteno, ou bicíclicos, como o  $\alpha$  e  $\beta$  caroteno. Seis tipos de carotenoides podem ser encontrados no plasma humano destacando-se:  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno,  $\beta$ -criptoxantina, licopeno, luteína e zeaxantina (RODRIGUES-AMAYA et al, 2008). Conforme Liu (2004), carotenoides, em concentração suficiente, podem impedir oxidação lipídica e o estresse oxidativo.

Conforme Campos (2003), alguns carotenoides, como o  $\alpha$  e o  $\beta$ -caroteno, presentes em alimentos de origem vegetal, são provitaminas que podem ser biologicamente transformados em vitamina A.

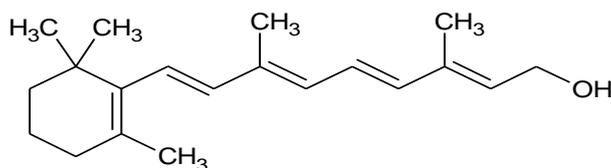
Esses pigmentos são considerados corantes naturais, responsáveis pela cor em muitos alimentos como frutas e vegetais, gema de ovo, pele e músculo de alguns peixes (SENTANIN e RODRIGUEZ-AMAYA, 2007). São considerados antioxidantes naturais e como tais, contribuem para a estabilidade dos alimentos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). Além da atividade pró-vitamina A de alguns carotenoides, estes compostos têm efeitos benéficos à saúde como: aumento da imunidade e redução do risco de desenvolvimento de doenças degenerativas como câncer, doenças cardiovasculares, catarata e degeneração macular (KRINSKY e JOHNSON, 2005; TAPIERO et al, 2004; VOUTILAINEN et al, 2006; MISAWA, 2009). Algumas estruturas químicas dos carotenóides estão ilustradas na Figura 9.



**$\beta$ -caroteno**



**$\alpha$ -caroteno**



**Vitamina A - Retinol**

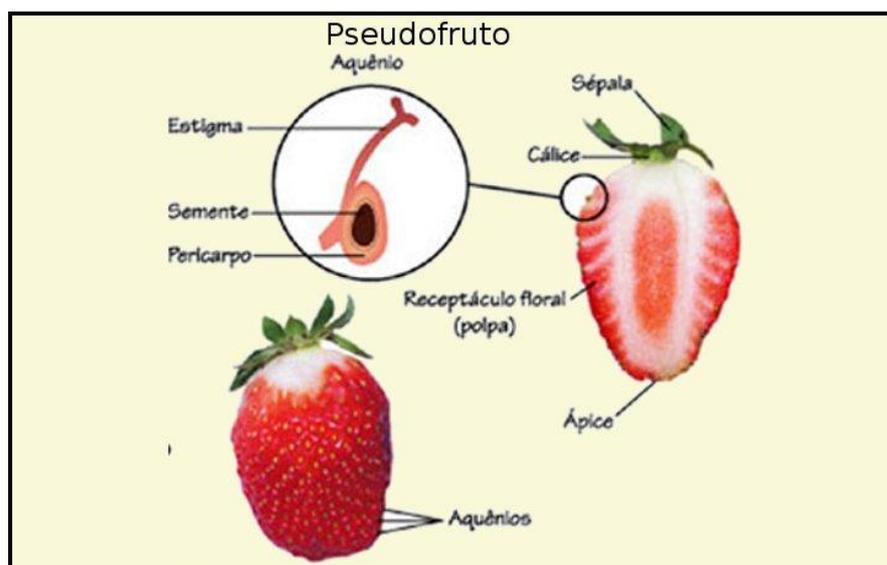
**Figura 9** - Estrutura química dos principais carotenóides encontrados em alimentos.  
**Fonte:** ACD ChemSketch, 2013.

### 3.12 Composição nutricional do Morango

O morango (*Fragarias sp*), fruto vermelho não climatérico, pertence à família Rosaceae. Desenvolve-se bem em solos arenoso-argilosos bem drenados e ricos em matéria orgânica com boa constituição física. Possuem características sensoriais de grande valor na indústria alimentícia brasileira na preparação de iogurtes, bolos, tortas, geléias, polpas de suco além de seu consumo in natura (CARNEIRO et al, 2012).

É uma fruta apreciada pelos brasileiros não apenas pelo seu sabor agradável, mas também por possuir inúmeras propriedades nutricionais, dentre elas destaca-se como boa fonte de vitamina C e por possuir altos teores de flavonoides e outros fenólicos com funções antioxidantes.

A parte comestível do morango não corresponde ao que botanicamente se denomina fruto, é na verdade um falso fruto originado pelo engrossamento do receptáculo da flor após a fecundação dos óvulos. Os verdadeiros frutos (aquênios) são o que por vezes se chama de sementes e estão distribuídas na superfície da parte carnuda avermelhada. Detalhe de sua anatomia está ilustrado na Figura 10.



**Figura 10** - Anatomia do morango.  
**Fonte:** EDUCADORES DIA DIA, 2010.

A cultura do morango no Brasil vem sendo desenvolvida desde o final do século XVIII em jardins e hortas caseiras e a partir do século XIX, a cultura passou a ter mais importância econômica nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. Os cultivares disponíveis do pseudofruto estavam deixando a desejar quanto à adaptação ao solo e clima, visto que o germoplasma era importado dos Estados Unidos e Europa, tendo como consequência uma baixa produtividade. As principais cultivares importadas são: a ‘Aroma’, ‘Camarosa’, ‘Dover’, ‘Oso Grande’, ‘Sweet Charlie’, e da Espanha ‘Milsei-Tudla’ (OLIVEIRA et al, 2005).

Apenas em meados da década de 60, logo após pesquisas sobre o seu melhoramento genético, surgiram as primeiras cultivares nacionais com boa adaptação de solo e clima. De acordo com Faria et al, (2009), o morango possui sazonalidade entre os meses de agosto a novembro e tem como o maior produtor nacional o estado de Minas Gerais.

A cor atrativa do morango é devido aos derivados de antocianidinas ligados a açúcares, já que as agliconas são raramente encontradas nas plantas. A quantidade de antocianinas é importante para a avaliação da maturidade dos morangos. A principal antocianina encontrada no morango é a pelargonidina 3-glucosídeo, com cianidina 3-glucosídeo e pelargonidina 3-rutinosídeo presentes em quantidades menores. Além das antocianinas, o morango também apresenta outros flavonoides, especificamente derivados glicosilados de quercetina e campferol (CORDENUNSI et al, 2005).

A quercetina é o flavonoide mais utilizado nos estudos de mutagenicidade. Em geral, os flavonoides inibem a proliferação de células cancerígenas e a ligação estrogênica aos sítios envolvidos na regulação das células de crescimento. A quercetina também inibe a citocromo P450 sintetase estrógeno-dependente, além da atividade de ciclo-oxigenase, lipoxigenase e xantina oxidase. A quercetina atua na proteção contra a injúria celular causada pela oxidação do LDL, inibindo a oxidação da lipoproteína e protegendo as células dos danos citotóxicos causados pelo LDL oxidado (PETERSON, 1998). Na Figura 11 observa-se a planta do morango.



**Figura 11** - Morango (*Fragaria sp.*).

O conteúdo de nutrientes nos frutos é um dos fatores mais importantes na determinação da sua qualidade nutricional. O morango possui quantidades significativas de

minerais, que são elementos essenciais para o organismo humano, por isso devem ser obtidos naturalmente através dos alimentos. Dentre os minerais, encontram-se o cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg), manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn) e cobre (Cu) (ROCHA et al, 2008). Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2012), a cada 100 gramas do fruto são encontrados diversos nutrientes conforme Tabela 3.

**Tabela 3-** Composição nutricional do morango por 100 gramas de parte comestível

<b>Nutrientes do morango in natura</b>	
<b>g.100g<sup>-1</sup></b>	
Fibras totais	1,7
Cinzas	0,5
Umidade (%)	91,5
Proteínas	0,9
Carboidratos	6,8
Lipídios	0,3
Cálcio	11
Magnésio	10
Manganês	0,33
Fósforo	22
Cobre	0,06
Potássio	184
Ferro	0,3
Zinco	0,2
Vitamina C	63,6

**Fonte:** Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO- 2012. Unicamp.

Estudos têm sido realizados sobre a composição das sementes do morango. Recentemente têm sido desenvolvidos novos produtos com base no extrato de semente de morango, disponíveis em forma de pó, solúvel em água, ou em forma de óleo. O óleo contém mais de 30% de  $\alpha$ - ácido linoléico, um ácido graxo essencial com vários efeitos funcionais. Utiliza-se o óleo via oral ou tópico, a depender do fabricante (STRAWBERRY, 2011). No Brasil já é comercializada a farinha da semente do morango para uso medicinal com função cicatrizante, hepatoprotetor, controle de hemorragias, combate do reumatismo, diurético, entre outras.

Verificou-se que as sementes de morango contêm componentes funcionais, tais como flavonóides, campferol e glicosídeo. O teor de polifenóis é muito mais elevado nas sementes

que na polpa do morango, enquanto flavonóides, campferol e glicosídeo foram encontrados, quase exclusivamente, nas sementes. Estas moléculas possuem boa função hepatoprotetora.

Estudos avaliaram os efeitos do extrato das sementes de morango na expressão de genes relacionadas com a diabetes. Os resultados mostraram que em ratos, promoveram expressão no receptor da insulina e GLUT-4, aumentando a sensibilidade à insulina e estimulando a oxidação de ácidos graxos. Melhorando o metabolismo da glicose e de lipídios e o equilíbrio energético (STRAWBERRY, 2011). Todos estes dados sugerem que os extratos de sementes de morango têm mais efeitos de promoção da saúde que os extratos de outras partes dessa fruta, o que agrega valor as farinhas do seu resíduo.

### **3.13 Composição nutricional do Cupuaçu**

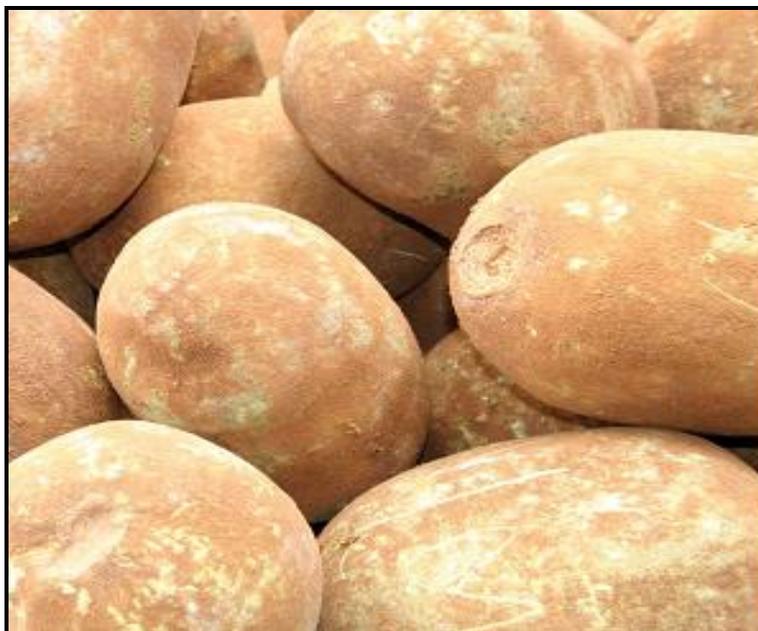
O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) é originado do cupuaçuzeiro, que é uma árvore típica da região amazônica, cultivada nos estados do Pará, Rondônia, Amazonas, Acre e Maranhão. É considerada uma das melhores e mais promissoras árvores fruteiras da Amazônia, destacando-se como um dos frutos regionais amazônicos de intensa divulgação no território brasileiro e com grande potencial para a industrialização (CARVALHO, 2008).

As frutas tropicais originadas da região norte do Brasil têm sido objeto de poucos estudos quanto à determinação de compostos bioativos provenientes dos resíduos da industrialização. O cupuaçu é valorizado pelo sabor, aroma agradável e pelas possibilidades de utilização doméstica e agroindustrial da sua polpa. A polpa do cupuaçu é frequentemente usada no preparo caseiro e industrial de sucos, sorvetes, tortas, licores, compotas, geleias e biscoitos. As sementes são utilizadas para extração de gordura, mais conhecida como manteiga de cupuaçu.

O aroma intenso e marcante do cupuaçu pode ser caracterizado pelo seu alto teor de ésteres (butanoato de etila e hexanoato de etila) e traços de terpenos. Estes voláteis que compõe o aroma conferem ao cupuaçu um flavor frutado, floral, verde, amanteigado, caramélico e abaunilhado (PUGLIESE, 2013).

Em função de suas propriedades, a semente é considerada valiosa, pois possui semelhança botânica e química com a semente de cacau, possibilitando a sua utilização na fabricação de produtos similares ao chocolate, conhecido como “cupulate”. (PUGLIESE, 2013; CARVALHO, 2008). O processo de industrialização das sementes de cupuaçu ocorre

de modo semelhante ao das sementes de cacau, que inclui as etapas de fermentação, secagem e torração. A imagem do fruto cupuaçu está ilustrada na Figura 12.



**Figura 12-** Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*).

**Fonte:** SETEC, 2007.

A farinha de cupuaçu pode ser obtida por desidratação, utilizando-se a estufa de renovação e a circulação de ar em um intervalo de temperatura de 23 a 55°C, durante uma média de 04 dias. Depois, o material seco é moído. Nesse processo, a farinha tem menor solubilidade em água (SETEC, 2007).

Segundo informações do Setec (2007) a transformação da polpa em farinha agrega valor ao fruto in natura, pois abre um novo mercado ao produto, já que esta transformação mantém o valor nutricional, o sabor e o cheiro característico do fruto. A farinha é de fácil conservação, pois basta mantê-la em recipiente hermeticamente fechado, como qualquer farinha. Além disso, um contêiner de farinha de cupuaçu corresponde ao volume de oito contêineres de polpa e quase o dobro do de frutos. Existem várias receitas de alimentos à base da farinha do cupuaçu que são bem apreciadas na região norte do país, destacando-se o pudim e o bolo do cupuaçu.

Na Tabela 4, encontra-se a descrição da composição nutricional do cupuaçu in natura e em forma de polpa congelada.

**Tabela 4-** Composição nutricional do cupuaçu por 100 gramas de parte comestível

<b>Descrição dos alimentos</b>	<b>Polpa da Fruta in natura (g.100<sup>-1</sup>)</b>	<b>Polpa congelada (g.100<sup>-1</sup>)</b>
Fibras totais	3,1	1,6
Cinzas	1,2	0,6
Umidade(%)	86,2	86,6
Carboidrato	10,4	11,4
Proteína	1,2	0,8
Lipídio	1,0	0,6
Cálcio	13,0	5,0
Magnésio	18,0	14,0
Manganês	0,07	0,17
Vitamina C	24,5	10,5
Fósforo	21,0	14,0
Potássio	331,0	291,0
Ferro	0,50	0,30
Zinco	0,30	0,20

**Fonte:** Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO- 2012. Unicamp.

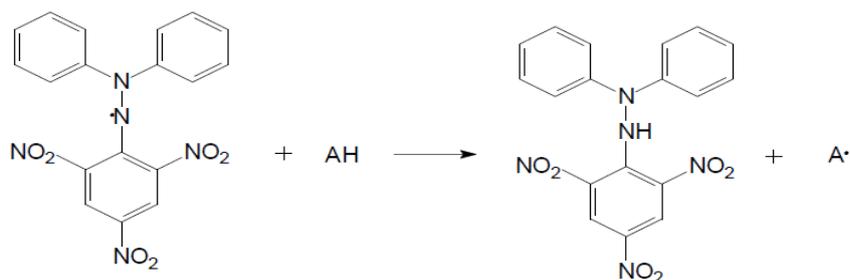
### 3.14 Métodos para determinação da Capacidade antioxidante

Vários compostos têm sido estudados por possuírem características antioxidantes naturais entrando em destaque ácido ascórbico (hidrofílico) o tocoferol (lipofílico) as catequinas, entre outros. Estes compostos possuem polifenóis, compostos que apresentam propriedades antioxidantes principalmente por proteger as células contra a peroxidação lipídica. Contudo vários estudos utilizam diversas metodologias em reações *in vitro* avaliadas em diferentes testes para diferentes mecanismos de ação, todas visando observar a habilidade do antioxidante em sequestrar as ERO geradas no meio da reação.

A maioria dos métodos utilizados para avaliação da atividade antioxidante *in vitro* é baseada na capacidade do antioxidante em capturar as ERO por meio da doação rápida de átomos de hidrogênio para estes radicais (GIADA e MANCINI-FILHO, 2004).

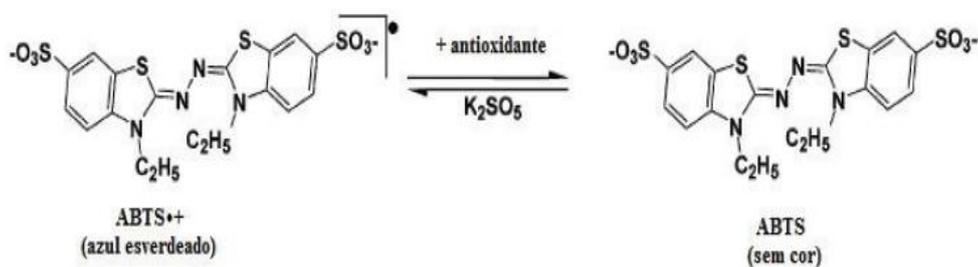
Dentre os radicais mais utilizados para simular as ERO entram em destaque o DPPH<sup>•+</sup> (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) e o ABTS<sup>•+</sup> (2,2'-azino-bis (3-etil-benzolona-6-sulfonado).

O radical DPPH<sup>•+</sup> quando na presença de substâncias antioxidantes, recebe H<sup>+</sup> sendo então reduzido. O radical DPPH é estável, de coloração púrpura, porém quando reduzido passa a ter coloração amarela, reação ilustrada na Figura 13.



**Figura 13-** Reação entre o radical livre DPPH e um antioxidante  
**Fonte:** LUNA et al, 2010.

O radical  $ABTS^{•+}$ , é um monócation cromóforo verde-azulado pré-formado a partir do 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolína-6-sulfonato), gerado pela oxidação do ABTS<sup>+</sup>, com persulfato de potássio e reduzido na presença de antioxidantes doadores de hidrogênio (GIADA e MANCINI-FILHO, 2004). A adição do antioxidante ao radical cátion pré-formado o reduz novamente a ABTS<sup>+</sup>, muito rapidamente, dependendo da atividade e concentração do antioxidante, bem como da duração da reação. Assim, a extensão da descoloração, como % de inibição do radical  $ABTS^{•+}$ , é determinada em função da concentração e do tempo e calculada em relação à atividade do TROLOX como padrão, sob as mesmas condições (GIADA e MANCINI-FILHO, 2004). Na Figura 14 está ilustrada a redução do ABTS por um radical antioxidante. As influências, tanto da concentração do antioxidante quanto da duração da reação sobre a inibição da absorção do cátion radical, são tomadas em consideração quando se determina a atividade antioxidante (RE et al, 1999).

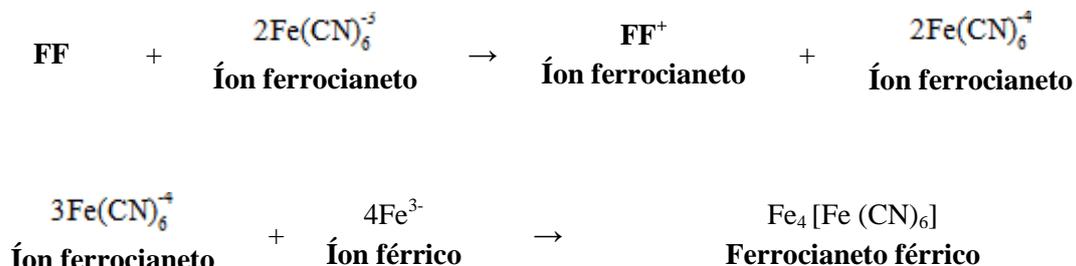


**Figura 14** - Redução do ABTS por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.

**Fonte:** LUNA et al, 2010.

O teste do poder redutor baseia-se na medida direta da habilidade dos antioxidantes em condições de baixo pH, reduzirem íon ferricianeto ( $Fe^{+3}$ ) em excesso estequiométrico para a forma ferricianato ( $Fe^{+2}$ ), na presença de íons férricos, formando coloração azul da Prússia

com absorção máxima a 593nm (SANTOS et al, 2007; GIADA e MANCINI-FILHO, 2004). Logo o poder redutor dos compostos presentes nos extratos é diretamente proporcional à concentração de azul da Prússia formado durante o processo. Na Figura 15 está ilustrada a redução do íon ferricianeto em ferrocianeto férrico.



**Figura 15** – Redução do íon ferricianeto em ferrocianeto férrico (Azul da Prússia)

**Fonte:** GRAHAM, (1992), adaptado.

Na equação, FF representa substâncias polifenólicas, as quais participam como agentes redutores na reação de oxidação-redução. O polifenol (FF) reage com o íon ferricianeto  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  e é oxidado, enquanto  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  é reduzido ao íon ferrocianeto  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ . O íon  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  então reage com o íon férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) para formar ferrocianeto férrico ( $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ), conhecido como azul da prússia (GRAHAM, 1992).

## **4.0 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1.1 Obtenção da matéria prima**

Os resíduos das frutas (cupuaçu e morango) foram doados gentilmente por uma empresa processadora de polpas de frutas congeladas localizada na cidade de Vitória da Conquista, BA. Os resíduos não possuíam cascas, sementes nem talos.

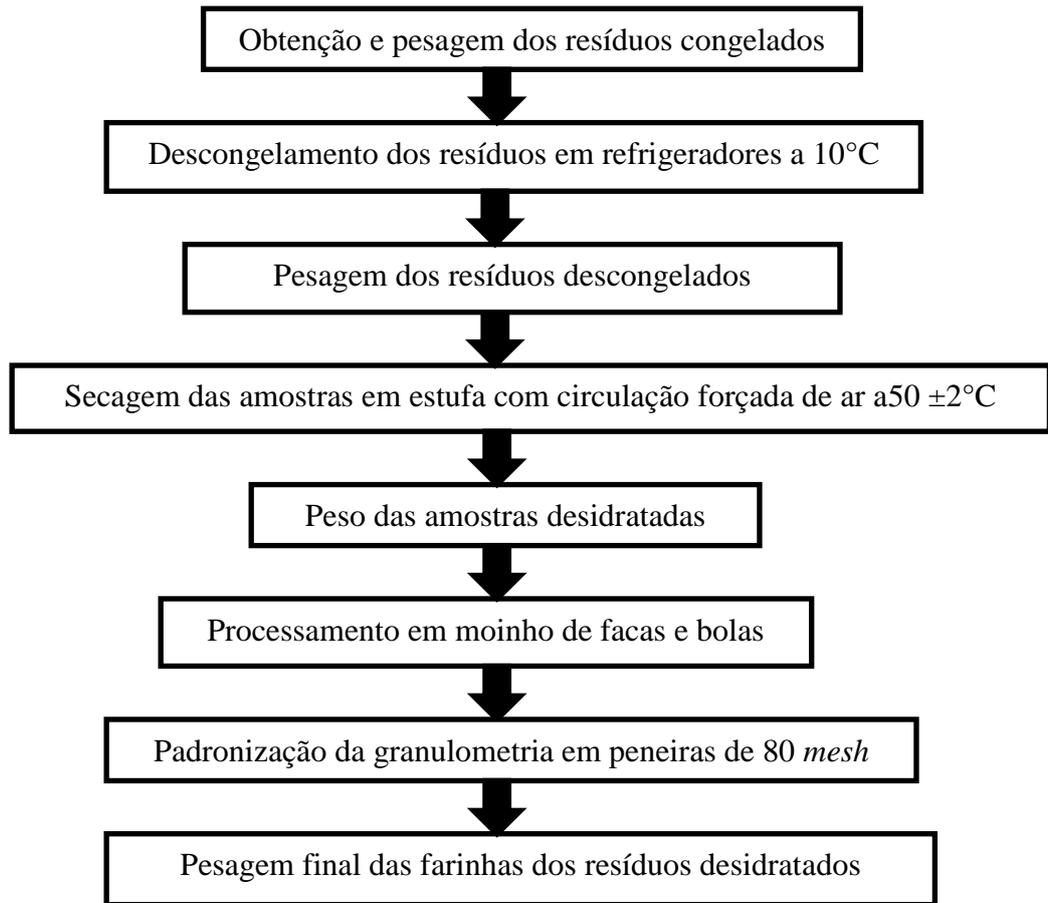
A empresa normalmente recebe as frutas, higieniza e retira todas as cascas, talos e sementes visíveis, para posteriormente produzir as polpas de frutas através do processo de trituração e peneiramento. Os resíduos das frutas que ficam nas peneiras, são rotineiramente desprezados por esta empresa, porém foi solicitado o congelamento imediato deste material das frutas do cupuaçu e do morango em três lotes diferentes e em datas distintas. Os lotes foram congelados sem padronização de tamanho e peso.

Essa empresa compra suas frutas em várias cidades do país, sendo o cupuaçu proveniente da cidade de Ilhéus, BA e o morango da cidade de Vitória, ES. Os resíduos congelados de morango foram coletados nos meses de junho de 2012 a janeiro de 2013, e os de cupuaçu nos meses de janeiro a fevereiro de 2013.

### **4.1.2 Processamento das farinhas e acondicionamento**

Os lotes dos resíduos congelados foram conduzidos para o Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos (NECAL), na cidade de Itapetinga, BA, para a realização das análises. Os lotes foram divididos em CP-1; CP-2; CP-3 e MR-1; MR-2; MR-3, sendo cupuaçu e morango respectivamente. Todos os experimentos foram realizados em triplicata, para facilitar o delineamento estatístico, aumentando o grau de confiança dos resultados.

O material foi seco em estufa com circulação de ar forçada a  $50 \pm 2^\circ\text{C}$  por  $\pm 36$  h. Em seguida, o sólido foi triturado em moinho de facas e posteriormente no moinho de bolas. O fluxograma do tratamento da matéria está apresentado na Figura 16.



**Figura 16** - Fluxograma de obtenção e preparo das amostras

Para a padronização da granulometria das farinhas foi utilizada peneira de 80 mesh. As farinhas foram armazenadas sob-refrigeração em temperatura de -18°C até o momento de cada análise. Na Figura 17 encontra-se a imagem dos resíduos em forma de farinhas dos resíduos do morango e cupuaçu.



**Figura 17** - Farinhas dos resíduos do cupuaçu e morango.

#### **4. 1.3 Rendimento das farinhas**

Os rendimentos das farinhas dos resíduos foram calculados mediante a relação entre a massa dos resíduos, na forma de pó, e a massa dos resíduos antes da secagem, conforme equação 1.

$$R(\%) = \frac{PF}{PI} \times 100 \quad \text{Eq.1}$$

Onde:

R = rendimento

PF = peso final da farinha (kg)

PI = peso inicial do resíduo (matéria-prima)

#### **4.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL**

##### **4.2.1 Determinação da umidade**

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa com circulação e renovação de ar, sendo utilizadas 5 g de cada lote, submetidas à temperatura de  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  até peso constante, conforme o procedimento proposto pela AOAC (2010). Os resultados foram expressos em  $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ .

#### **4.2.2 Determinação de proteínas totais**

As proteínas foram determinadas pelo método de Kjeldahl, proposto pela AOAC (1990). Para determinação nitrogênio total foi utilizado o fator 5,75 para conversão em proteínas de acordo com a ANVISA, RDC n° 360/2003, por se tratar de proteínas de origem vegetal.

#### **4.2.3 Determinação de lipídios totais**

Os lipídios totais foram determinados pelo método gravimétrico recomendado pela AOAC (2010), em extrator de Soxhlet, utilizando éter etílico como solvente extrator.

#### **4.2.4 Determinação de carboidratos totais**

Os teores de carboidratos foram determinados por diferença, subtraindo de 100 a soma dos valores obtidos de umidade, proteínas total, lipídios totais, cinzas e fibras totais, conforme metodologia proposta pela ANVISA, RDC n° 360/2003.

#### **4.2.5 Determinação de cinzas totais**

A análise das cinzas foi determinada pela calcinação de 5 g das amostras em mufla a 550°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) até peso constate, conforme método AOAC (2010). As cinzas foram dissolvidas em 1mL de HCl concentrado e transferidas quantitativamente para balão volumétrico de 100mL e avolumadas com 10 mL de água destilada. As soluções foram armazenadas em frasco âmbar, hermeticamente fechados para posterior leitura dos elementos cálcio, fósforo, magnésio, manganês, sódio, potássio e zinco.

#### **4.2.6 Determinação do poder calorífico**

Para determinação do poder calorífico foi adotado o método direto utilizando uma bomba calorimétrica da marca IKA C-200, conforme procedimento recomendado pelo fabricante. Foi pesado 1g de cada lote de resíduo e, posteriormente, transferido para a câmara

de combustão. O calor de combustão da amostra foi comparado com o padrão de ácido benzóico e o resultado foi expresso em kcal.100g<sup>-1</sup>.

#### **4.2.7 Determinação de fibra alimentar solúvel e insolúvel**

Os teores de fibras solúveis (FS), insolúveis (FI) e totais (FT) foram determinados pelo método enzimático-gravimétrico conforme a AOAC (1990). As análises foram realizadas no Laboratório Amazile Biagioni Maia – LABM, localizado em Juiz de Fora, MG.

#### **4.2.8 Determinação de Minerais**

As análises de minerais das amostras foram realizadas seguindo o método proposto pela AOAC (2010). Os elementos sódio e potássio foram quantificados empregando-se a fotometria de chamas (Micronal b-262). Os elementos minerais cálcio, fósforo, manganês, zinco e magnésio foram quantificados em espectrômetro de absorção atômica.

Os metais com presença evidenciada nas amostras calcinadas foram determinados quantitativamente através da espectrofotometria de absorção atômica. Estas análises foram realizadas no Instituto Multidisciplinar em Saúde, campus Anísio Teixeira na cidade de Vitória da Conquista, BA.

### **4.3 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS**

#### **4.3.1 Atividade de Água ( $a_w$ )**

A atividade de água foi determinada por medida direta em equipamento digital Aqua-Lab modelo CX-2, fabricado pela Decagon Devices Inc., EUA, a temperatura de 25 ( $\pm 0,3^\circ\text{C}$ ), empregando-se a técnica do ponto de orvalho em espelho resfriado. Foram utilizadas aproximadamente 8g de amostra de cada resíduo em triplicata dispostas em recipientes plásticos, tomando-se como valor a média aritmética de três leituras.

### **4.3.2 Determinação do pH**

As análises foram feitas de acordo com o método da AOAC (2010). Foram homogeneizadas 10 g de amostra diluídas em 100 mL de água destilada. As medidas de pH foram realizadas em pHmetro digital, devidamente calibrado, conforme instruções do fabricante.

### **4.3.3 Acidez Titulável Total**

Para a determinação da análise da Acidez Titulável Total dos resíduos foram pesados 5 g das amostras, sendo tituladas com solução de NaOH 0,1 M, usando a fenolftaleína como indicador, conforme metodologia proposta pela AOAC (2010). A acidez foi expressa em g.100 de ácido cítrico.

### **4.3.4 Açúcares redutores, não redutores e totais**

Para a quantificação de açúcares redutores foi utilizado o método do ácido dinitrosalicílico (DNS), proposto por Miller (1959). O método baseia-se na redução do ácido 3,5-dinitro-salicílico a ácido 3-amino-5-nitrosalicílico, ao mesmo tempo em que o grupo aldeído do açúcar é oxidado a grupo carboxílico, com o desenvolvimento de coloração avermelhada, sendo quantificados por espectrofotometria a 540nm, utilizando-se uma curva analítica linear de glicose.

Para determinação de açúcares não redutores, foram feitas adaptações, sendo a hidrólise desses açúcares realizada de acordo com Matissek et al, (1998). Foi adicionado HCl concentrado à amostra sob aquecimento, neutralizando com NaOH 6N, sendo posteriormente resfriada em banho de gelo até temperatura ambiente. Os açúcares totais foram obtidos através do somatório entre os açúcares redutores e não redutores. Os resultados foram expressos em mg de glicose.100 g<sup>-1</sup> de resíduo desidratado.

## **4.4 DETERMINAÇÕES BIOQUÍMICAS: SCREENING DE FITOQUÍMICOS**

### **4.4.1 Obtenção dos extratos**

Os extratos hidroetanólicos (80:20 v.v<sup>-1</sup>) foram obtidos de acordo com o procedimento proposto por Zhao e Hall (2008), com adaptações. As amostras foram homogeneizadas em solução hidroetanólica, sendo posteriormente transferidas para um béquer, permanecendo imersa em banho ultra-som durante 25 minutos à temperatura ambiente. A parte sólida foi submetida a mais duas extrações sucessivas, sendo em seguida centrifugada e submetida à concentração em rotaevaporador. O extrato hidroetanólico foi armazenado em frasco de vidro âmbar ao abrigo da luz e mantido sob-refrigeração a  $-4 \pm 2^\circ\text{C}$  até o momento das análises.

### **4.4.2 Determinação de compostos fenólicos totais**

As análises de compostos fenólicos totais dos extratos foram realizadas conforme o método espectrofotométrico descrito por Wettasinghe e Shahidi et al, (1999), utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu (RFC) e o ácido gálico como padrão de referência.

Foram homogeneizados 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu, 0,5 mL do extrato e 1,0 mL de solução saturada de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ). Logo após foi avolumada com água destilada para 10 mL e submetidos a agitação. Após a agitação, a mistura ficou em repouso à temperatura de  $25 (\pm 2^\circ\text{C})$  por 25 minutos e logo após foi centrifugada a  $3600 \times g$  por 5 minutos. A amostra em branco foi constituída de 0,5 mL de Folin-Ciocalteu, 0,5 mL do solvente correspondente, 1 mL de solução saturada de  $\text{NaHCO}_3$  e avolumada para 10mL com água destilada. Os teores de compostos fenólicos totais foram determinados a 760 nm em espectrofotômetro, e logo após os valores foram calculados utilizando a curva padrão de solução de ácido gálico na concentração de  $1 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ . O teor de compostos fenólicos obtidos foram expressos em mg de GAE.100 g<sup>-1</sup> de amostra desidratada.

### **4.4.3 Determinação de flavonoides totais**

A determinação de flavonoides foi realizada em conformidade com Woisky e Salatino (1998), utilizando-se como reagente o cloreto de alumínio. A mistura foi constituída de 0,5mL da amostra, 1,5 mL de álcool etílico, 0,1 mL de cloreto de alumínio sendo agitados em

agitador de tubos. Em seguida foram transferidos 0,1 mL de acetato de potássio 1 M e 2,8 mL de água (com nova agitação), e após isso, a mistura ficou em repouso, à temperatura ambiente por 30 minutos, sendo depois realizada a leitura das absorvâncias em espectrofotômetro a 445 nm. A quantificação de flavonoides foi feita através de uma curva analítica de quercetina, variando sua concentração de 0,05 a 1,00 mg de equivalente de quercetina mL<sup>-1</sup>. Os valores foram expressos em mg de quercetina.100 g<sup>-1</sup> de amostra desidratada.

#### **4.4.4 Determinação de taninos**

#### **4.4.5 Taninos hidrolisáveis (TH)**

Os taninos hidrolisados foram determinados por espectrofotometria conforme o procedimento proposto por Brune et al, (1991), com adaptações. Para a extração dos taninos foi homogeneizados 1g de amostra em 50 mL de metanol por 10 minutos, e posteriormente a mistura ficou em repouso por 1 hora sendo filtrada posteriormente. A mistura foi constituída de 2 mL do extrato, 8 mL da solução FAS (89% uréia: acetato 1:1; 10%: goma arábica 1% em água deionizada; e 1% sulfato férrico de amônio 5% em ácido clorídrico 1 M), deixando reagir por 15 min. As absorvâncias foram medidas em espectrofotômetro a 680 nm, utilizando metanol como branco. A quantificação foi baseada no estabelecimento de uma curva analítica utilizando o ácido gálico nas concentrações variando de 1 a 140 mg. L<sup>-1</sup>. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico.100 g<sup>-1</sup> de amostra desidratada.

#### **4.4.6 Determinação de taninos condensados - Método do butanol acidificado**

Foi adotado o procedimento proposto por Porter et al, (1986). Foram homogeneizados em um tubo de ensaio 200 mg de amostra em 10 mL de uma solução aquosa de acetona a 70 % (70:30, acetona PA: água, v.v<sup>-1</sup>) por 10 minutos em agitador magnético. Posteriormente 0,5 mL da mistura foi transferida para um tubo de ensaio, com adição de 3 mL do reagente butanol-HCl (95:5, v.v<sup>-1</sup>) e 0,1 mL do reagente férrico (2 g de sulfato de ferro II amoniacal em 100 mL da solução de HCl 2 M). O conteúdo do tubo foi agitado e, posteriormente mantido à temperatura de 100 °C em banho-maria por 1 hora. Os tubos foram resfriados e as absorvâncias medidas em espectrofotômetro a 550 nm. Para obtenção das curvas analíticas foi utilizado uma solução estoque na concentração de 25 mg.mL<sup>-1</sup> e posterior diluição sequencial,

variando sua concentração de 0,2 até 1,2 mg de equivalente de catequina.mL<sup>-1</sup>. Os resultados foram expressos em equivalente de leucocianidinas. Todas as amostras analisadas foram previamente despigmentadas utilizando-se uma solução de éter de petróleo PA em ácido acético glacial (99:1, v.v<sup>-1</sup>).

#### **4.4.7 Determinação de taninos condensados - Método da vanilina**

Foi adotado o procedimento proposto por Tiitto-Julkunem (1985), o qual foram homogeneizados 0,5 g de amostra em 30 mL de solução aquosa de acetona 80% (v.v-1), sob agitação constante em agitador magnético por 20 minutos à temperatura (28 ± 2°C). A mistura foi filtrada e o resíduo suspenso em 30 mL da solução aquosa de acetona 80% (80:20, acetona PA: água, v.v<sup>-1</sup>). Este procedimento foi repetido por duas vezes. Os extratos resultantes foram combinados e o volume final avolumado para 100 mL com o mesmo solvente. Em um tubo de ensaio previamente revestido com papel alumínio, foram transferidos 0,5 mL do extrato obtido e 3 mL da solução metanólica vanilina (4%, m.v<sup>-1</sup>). A mistura foi homogeneizada vigorosamente em agitador de tubos. Posteriormente foram adicionados 1,5 mL de HCl concentrado e novamente agitada a mistura que foi mantida à temperatura de 28 (± 2°C) por 20 minutos.

Para obtenção das curvas analíticas foi utilizada uma solução estoque na concentração de 25 mg.mL<sup>-1</sup> e posterior diluição sequencial, variando sua concentração de 1,0 até 3,0 mg de equivalente de catequina mL<sup>-1</sup>. Os resultados foram expressos em mg de catequina por 100g<sup>-1</sup> de amostra desidratada.

#### **4.4.8 Determinação de carotenoides totais**

A determinação de carotenoides foi realizada segundo o procedimento proposto por Kimura et al, (2003). Foram utilizadas 0,3 g de amostra com 1,0 celite em 50 mL de acetona PA previamente resfriada, sendo filtrada em papel filtro. O filtrado foi particionado com 20 mL de éter de petróleo em funil de separação. Posteriormente o conteúdo foi lavado com 150 ml de água destilada por três vezes para completa remoção da acetona. O extrato etéreo foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL, acoplado a um funil de separação contendo 5 g de sulfato de sódio anidro sob um papel de filtro para remoção da água residual.

Posteriormente, ajustou-se o volume da solução com éter de petróleo. A absorvância foi imediatamente medida em espectrofotômetro a 450 nm. Para quantificação dos carotenoides totais utilizou-se a equação 2.

$$\text{Carotenóides totais } (\mu\text{g}.100\text{g}^{-1}) = \frac{A \times \text{volume (mL)} \times 10^4}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \times \text{peso da amostra(g)}} \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

$A_{450\text{nm}}$   
= absorvância

Volume (mL) = volume total do extrato (50 mL);

$A_{1\text{cm}}^{1\%}$  = coeficiente de absorvidade molar do  $\beta$ -caroteno em éter de petróleo = 2592

## 4.5. SCREENING DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

### 4.5.1 Determinação da atividade antioxidante pelo método do DPPH<sup>•+</sup>

A atividade antioxidante dos extratos foi determinada utilizando-se o método adaptado de Brand-Williams et al, (1995). O ensaio fundamenta-se na redução do radical DPPH<sup>•+</sup> (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes presentes no extrato, provocando, conseqüentemente, decréscimo da absorvância da mistura reacional medida a 515 nm. A mistura reacional foi constituída de 1 ml de extrato hidroetanólico a partir de cinco diluições apropriadas em triplicata e 4 ml de uma solução hidroetanólica a 80% de DPPH (6.10<sup>-2</sup> mM). Decorridos 30 minutos, as leituras foram realizadas em 515 nm em espectrofotômetro (Shimadzu UVmini-1240, Japão). O branco foi realizado nas mesmas condições, sendo constituído de 1 mL de etanol e 4 mL da solução de DPPH<sup>•+</sup>.

Para o cálculo do EC<sub>50</sub>, (concentração mínima necessária para o antioxidante reduzir em 50% do DPPH inicial da reação) soluções hidroetanólicas das amostras foram preparadas nas concentrações de (1,7; 3,3; 5,0; 6,7; 8,3 mg.mL<sup>-1</sup>). Com os valores obtidos foi construído um gráfico de % atividade antioxidante x concentração em gm.mL<sup>-1</sup>. Desta forma, leva-se em conta o branco, realizado nas mesmas condições, sendo constituído de 1 mL de etanol e 4 mL da solução de DPPH<sup>•+</sup>.

Os valores de EC<sub>50</sub> foram calculados por regressão linear gerada a partir de gráficos onde o eixo das abscissas (x) representa a concentração em mg.ml<sup>-1</sup> e o eixo das ordenadas (Y), a % média da atividade antioxidante das triplicatas de acordo com a equação 3.

$$EC_{50}(\text{mg extrato} \cdot L^{-1}) = a \times \frac{A_{DPPH\ 60\mu M}}{2} + b$$

Onde:

EC50: é a concentração que sequestra 50% do radical DPPH

a: coeficiente angular da reta decrescente construída a partir de cinco soluções com concentrações conhecidas de cada extrato;

$A_{DPPH\ 60\mu M}$ : Metade da absorbância da solução de DPPH 60 $\mu$ M;

b: coeficiente linear da reta decrescente construída a partir de cinco soluções com concentrações conhecidas de cada extrato.

#### 4.5.2 Atividade antioxidante pelo método do radical ABTS

Determinou-se a atividade antioxidante pelo método do radical ABTS [2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico ABTS<sup>•+</sup>)] conforme procedimento proposto por RE et al, (1999). O ensaio baseia-se na habilidade dos antioxidantes em capturar o cátion ABTS<sup>•+</sup>, com conseqüente decréscimo na absorbância, que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante. O cátion ABTS<sup>•+</sup> foi produzido a partir da mistura de partes iguais (v:v<sup>-1</sup>) da solução aquosa de ABTS (7 mM) com uma solução aquosa de persulfato de potássio Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>(VI) 2,45 mM.

Essa solução foi mantida à temperatura ambiente (25°C) por 16h ao abrigo da luz. Uma vez formado o radical ABTS<sup>•+</sup>, fez-se a diluição em etanol até que se obtivesse um valor de absorbância  $0,700 \pm 0,100$  a 734 nm. Aos extratos com diferentes concentrações de fenólicos totais (0,75; 3,75; 7,50; 11,26; 15,01 mg mL<sup>-1</sup>) foram adicionados a solução do ABTS<sup>•+</sup> e a absorbância medida, após 6 minutos, em espectrofotômetro (Shimadzu UVmini-1240, Japão). A capacidade antioxidante total das amostras foi calculada a partir de curva analítica do ácido ascórbico nas concentrações (0,43; 0,30; 0,21; 0,10; 0,04 mg mL<sup>-1</sup>) e adicionados 1 mL da solução do ABTS<sup>•+</sup> sendo a absorbância medida, após 6 minutos, em espectrofotômetro (Shimadzu UVmini-1240, Japão). Os resultados foram expressos em capacidade antioxidante equivalente a vitamina C (mg de VEAC.g<sup>-1</sup> de fenólicos totais do extrato).

### **4.5.3 Poder redutor**

O poder redutor foi avaliado conforme o procedimento descrito por Oyaizu (1986), com adaptações. A partir do extrato hidroetanólico, foram preparadas soluções etanólicas em diferentes concentrações (2,55; 4,95; 7,50; 10,06; 12,46 mg.mL<sup>-1</sup>). A mistura reacional foi constituída de 1,0 mL de cada solução do extrato, 2,5 mL de solução tampão fosfato 0,2 M (pH 6,6) e 2,5 mL de ferricianeto de potássio a 1% (p.v<sup>-1</sup>) e mantida a 45°C por 20 minutos. Posteriormente, foram adicionados 2,5 mL de ácido tricloroacético a 10% (p.v<sup>-1</sup>) e centrifugado, 2,5 mL do sobrenadante foi transferido para outro tubo de ensaio, sendo adicionados 2,5 mL de água destilada e 0,5 mL de cloreto férrico a 0,1% (p.v<sup>-1</sup>) e homogeneizados. As leituras das absorvâncias foram realizadas a 700 nm. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de BHT. 100 g<sup>-1</sup> de amostra desidratada.

## **5.0 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Na condução do experimento foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três repetições, e os resultados foram expressos em média ± desvio padrão (DP). A análise de variância (ANOVA) e as comparações múltiplas do Teste de Tukey (p > 0,05) foram realizadas com a utilização do programa Assistência Estatísticas (ASSISTAT) versão 7.7 beta, 2013.

## 6.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Rendimento das farinhas

O rendimento das farinhas é baseado na quantidade da desidratação de cada resíduo das frutas. Os resultados observados para o rendimento dos resíduos analisados estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** - Rendimento total das farinhas dos resíduos

Resíduos	Resíduo úmido	Resíduo seco	Rendimento
	(kg)	(kg)	(%)
CP-1	15,15	7,90	52,14
CP-2	8,75	2,80	32
CP-3	7,80	1,55	19,87
MO -1	9,60	2,35	24,47
MO -2	18,72	5,37	28,70
MO -3	4,75	0,65	13,68

CP- Cupuaçu; MO- Morango.

Dentre os lotes do cupuaçu foi obtido maior rendimento no lote (CP-1) com 52,14% e do morango o lote (MO-2) com 28,70% de rendimento. O processo de desidratação de cada resíduo foi variado, onde cada lote demandou uma quantidade diferente de tempo para ser desidratado, visto que, as frutas possuem teores de águas diferentes umas das outras. De acordo com a tabela TACO (2012) o cupuaçu in natura possui umidade entre 86,2% e o morango in natura 91,5% de umidade. Pode-se levar em consideração também as características geográficas das regiões onde as frutas foram cultivadas, tais como qualidade do solo, clima, disponibilidade hídrica, a luminosidade além das propriedades fitogenéticas de cada espécie, fatores nos quais podem alterar na sua composição química.

### 6.2 Composição centesimal das farinhas dos resíduos

Os resultados obtidos para composição centesimal dos resíduos do cupuaçu e morango estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6** – Composição centesimal das farinhas dos resíduos dos frutos do cupuaçu e do morango

<b>Resíduos Lotes</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Proteínas (g.100<sup>-1</sup>)</b>	<b>Lipídios (g.100<sup>-1</sup>)</b>	<b>Carboidratos totais (g.100<sup>-1</sup>)</b>	<b>Cinzas (%)</b>	<b>Poder Calorífico (g.100<sup>-1</sup>)</b>
CP-1	10,70±0,24 <sup>b</sup>	3,20±0,12 <sup>b</sup>	22,96±0,31 <sup>a</sup>	8,60±0,34 <sup>c</sup>	2,28±0,39 <sup>a</sup>	460,2±0,01 <sup>a</sup>
CP-2	11,07±0,24 <sup>b</sup>	3,83±0,26 <sup>a</sup>	13,78±0,72 <sup>b</sup>	16,81±0,54 <sup>a</sup>	2,33±0,19 <sup>a</sup>	409,1±0,02 <sup>b</sup>
CP-3	14,79±0,58 <sup>a</sup>	3,69±0,09 <sup>a</sup>	14,28±0,23 <sup>b</sup>	12,35±0,29 <sup>b</sup>	2,71±0,18 <sup>a</sup>	397,4±0,11 <sup>b</sup>
MO-1	14,4±0,19 <sup>ab</sup>	6,92±0,23 <sup>a</sup>	20,90±0,28 <sup>a</sup>	15,86±0,31 <sup>a</sup>	3,08±0,08 <sup>a</sup>	452,1±0,10 <sup>a</sup>
MO-2	15,50±0,72 <sup>a</sup>	4,80±0,03 <sup>b</sup>	10,25±0,02 <sup>c</sup>	4,2±0,79 <sup>b</sup>	3,10±0,04 <sup>a</sup>	456,4±0,02 <sup>a</sup>
MO-3	14,10±0,35 <sup>b</sup>	4,43±0,27 <sup>b</sup>	11,01±0,28 <sup>b</sup>	3,11±0,45 <sup>b</sup>	3,02±0,16 <sup>a</sup>	458,1±0,02 <sup>a</sup>

**CP:** Cupuaçu; **MO:** Morango. Média de 03 repetições de cada lote seguidos de ± Desvio padrão. Média seguida pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si. Aplicou-se o teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

### **6.2.1 Determinação de umidade**

Para análise da umidade, foi encontrado nas farinhas dos resíduos do cupuaçu valores que variaram entre 10,70% a 14,79%, e do morango de 14,10% a 15,50%. Para a análise da umidade usou-se a legislação vigente, a RDC n° 263 de 22 de setembro de 2005, que apresenta padrões de umidade em produtos alimentícios como farinhas, amido de cereais e farelos que devem ser regulados pelas Boas Práticas de Fabricação, e preconiza que estes produtos não podem exceder a 15,0% de umidade  $\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ .

Neste contexto, as farinhas dos resíduos do cupuaçu e morango apresentaram umidade dentro os padrões comparativos preconizados pela legislação, o que não favorece o crescimento de microorganismos indesejáveis.

### **6.2.2 Determinação de Proteínas**

Os teores de proteínas encontrados nas farinhas dos resíduos do cupuaçu variaram entre 3,20 e 3,83  $\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ , e do morango, entre 4,43 e 6,92  $\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ .

De acordo com a DRI (IOM, 2005), o consumo diário ideal de proteínas para um indivíduo saudável deve ser de 56g. De acordo com a RDC n° 269/2005, a ingestão ideal diária deve ser de 50g.

Junior et al, (2006) encontraram valores superiores de proteínas na matéria seca de resíduos de várias frutas tropicais, sendo: abacaxi, acerola, goiaba, maracujá e melão, e obtiveram, respectivamente: 8,35  $\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ; 10,54  $\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ; 8,47  $\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ; 12,36  $\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ; 17,33  $\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ . Os valores de proteínas encontrados nos resíduos foram maiores que os apresentados pela tabela Taco (2012) para os frutos in natura do cupuaçu (1,2  $\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ) e do morango (0,9  $\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ).

Contudo, sugere que se um indivíduo consumir 100g da farinha do resíduo de cupuaçu, ele estará consumindo 7,66% da DRI de proteínas e do morango 13,84%. Contudo conclui-se que as farinhas dos resíduos do cupuaçu e do morango possuem quantidades moderadas de proteínas de baixo valor biológico.

### 6.2.3 Determinação de Lipídios

Foram encontrados valores significativos de lipídios nas farinhas do cupuaçu, que variaram entre 13,78 e 22,96 g.100 g<sup>-1</sup>, e no morango, entre 10,25 e 20,90 g.100 g<sup>-1</sup>.

Os resultados de lipídios observados neste estudo foram superiores aos valores disponíveis na tabela TACO (2012) para o cupuaçu in natura, (1,0 g.100 g<sup>-1</sup>) e para o morango (0,3 g.100 g<sup>-1</sup>). Abud e Narain (2009) encontraram teores de lipídios parecidos nos frutos da goiaba, da acerola, do umbu e do maracujá, respectivamente: 16,25 g.100 g<sup>-1</sup>; 5,23 g.100 g<sup>-1</sup>; 10,75 g.100 g<sup>-1</sup> e 19,05 g.100 g<sup>-1</sup>.

Frutas e verduras não são boas fontes de lipídios, mas a maioria delas contém entre 0,1 e 1% de lipídios totais, normalmente denominados como gordura. De acordo com a DRI (IOM, 2005), a ingestão diária de lipídios para um adulto saudável varia entre 20g e 35g. Sugere que o consumo de 100g da farinha do cupuaçu suprirá 65,6% da DRI de lipídio, e do morango, 59,71% da DRI.

Conclui-se que ambas as farinhas dos resíduos são ricas em lipídios, logo, deve-se levar em consideração que nos resíduos haviam sementes que foram trituradas para a produção das farinhas, e ambas as sementes são ricas em gorduras.

### 6.2.4 Determinação de Carboidratos

Os teores de carboidratos presentes nas farinhas dos resíduos do cupuaçu variaram entre 8,60 e 16,81 g.100 g<sup>-1</sup>, e no morango entre 3,11 e 15,86 g.100 g<sup>-1</sup>. De acordo com a DRI (IOM, 2005), o consumo diário ideal de carboidratos por um indivíduo saudável que possua entre 19 a 30 anos deve ser de 130 g/dia.

Os valores de carboidratos encontrados no presente estudo são parecidos com os dos frutos in natura apresentados na tabela TACO (2012) sendo para o cupuaçu (10,4 g.100 g<sup>-1</sup>) e morango (6,8 g.100 g<sup>-1</sup>). Abud e Narain (2009) encontraram valores superiores de carboidratos nas farinhas dos resíduos da goiaba, da acerola, do umbu e do maracujá, sendo respectivamente: 29,52 g.100 g<sup>-1</sup>; 70,83 g.100 g<sup>-1</sup>; 53,92 g.100 g<sup>-1</sup> e 20,31 g.100 g<sup>-1</sup>. Sugere que o consumo de 100g da farinha de cupuaçu estará suprimindo 12,9% da DRI de carboidratos e do morango 12,2%.

### **6.2.5 Determinação de Cinzas**

As cinzas dos alimentos são os resíduos inorgânicos remanescentes da queima da matéria orgânica. A cinza não corresponde necessariamente à mesma composição da substância mineral presente no alimento em si, isso se dá devido às perdas por volatilização ou mesmo pela interação entre os componentes minerais.

A quantidade de cinzas presente nas farinhas dos resíduos do cupuaçu variou entre 2,28% e 2,71% e nas farinhas dos resíduos do morango, variou entre 3,02% a 3,10%. Freire et al, (2009) estudou a polpa do cupuaçu congelada e observou 0,74% de cinzas, enquanto que a TACO (2012) apresentou 1,2% no fruto in natura.

Françoso et al, (2008) estudaram o morango in natura e obtiveram valores de cinzas de 0,44% enquanto que a tabela TACO (2012) apresenta 0,5%. Observa-se que as farinhas do cupuaçu e do morango possuem mais cinzas que os frutos in natura, isto pode ter sido em decorrência das quantidades de sementes presentes nos resíduos.

### **6.2.6 Determinação do poder calorífico**

O teor calorífico dos resíduos do cupuaçu variou entre 397,4 e 460,2 kcal.100 g<sup>-1</sup> e do morango, entre 452,10 e 458,10 kcal.100 g<sup>-1</sup>. Valores consideravelmente altos, contudo sugere que estas farinhas podem ser consideradas como calóricas, portanto seu consumo deve ser moderado. Devem-se levar em consideração que os resíduos possuíam grandes quantidades de sementes, como é o caso do morango, que são ricas em óleos, e os resíduos do cupuaçu também possuíam algumas sementes o que também favorece o aumento das calorias finais das farinhas.

Segundo a tabela TACO (2012) o valor calórico dos frutos in natura do cupuaçu e do morango são respectivamente 49 kcal.100 g<sup>-1</sup> e 30 kcal.100 g<sup>-1</sup>. A metodologia utilizada por esta tabela para determinação das calorias dos alimentos foi através do método de Atawter (OSBORNE e VOOGT, 1978). Este método consiste em multiplicar os valores de carboidratos e proteínas por 4 calorias e de lipídio por 9 calorias somando o valor final se determina a quantidade de calorias que possui um determinado alimento.

Abud e Narain (2009) utilizaram, também, o método de Atwater para análise das calorias em farinhas de resíduos da goiaba, acerola, umbu e maracujá e obtiveram respectivamente: 266,65; 332,53; 314,17; 254,36 kcal.100 g<sup>-1</sup> nesses resíduos.

Como o método de Atwater se trata de um método antigo, neste estudo foi considerado o método da bomba calorimétrica (conforme metodologia já citada) para cálculos das calorias totais das farinhas dos resíduos.

### 6.2.7 Determinação de Fibra alimentar (FA)

Os valores das fibras alimentares estão apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7** - Teores de fibras solúveis, insolúveis e totais das farinhas dos resíduos do cupuaçu e morango.

Resíduos	Fibras solúveis (g.100 g <sup>-1</sup> )	Fibras insolúveis (g.100 g <sup>-1</sup> )	Fibras totais (g.100 g <sup>-1</sup> )
CP	9,65±0,15	42,50±0,20	52,15±0,05
MO	9,1±0,2	61,54±0,15	70,55±0,05

CP: Cupuaçu; MO: Morango. Média ± Desvio padrão, n = 03

As quantidades de fibras totais, solúveis e insolúveis encontrados na farinha de resíduo de cupuaçu foram respectivamente: 52,15; 9,65 e 42,50 g.100 g<sup>-1</sup>. Enquanto que para a farinha de resíduos de morango foram encontrados 70,55; 9,1 e 61,54 g.100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. Conforme a DRI (IOM, 2005), o consumo ideal diário de fibras deve variar de 20 a 30 gramas/dia. Abud e Narain (2009) também encontraram altas quantidades de fibras totais nos resíduos da goiaba, da acerola, do umbu e do maracujá, sendo respectivamente: 42,68; 14,26; 13,52; 47,00 g. 100 g<sup>-1</sup>, não diferenciando entre solúveis e insolúveis.

Segundo a USDA (2012), a cada 255g de morango congelado encontra-se 4,8 g de fibras dietéticas totais, não diferenciando entre solúvel ou insolúvel. Segundo a legislação brasileira vigente para quantidade de fibras em produtos alimentícios, o alimento que contém 6 g de fibras em cada 100 gramas deste alimento já pode ser considerado como fonte rica de fibras (BRASIL, 1998).

Se um indivíduo consumir 57,5 gramas da farinha de cupuaçu ou 42 gramas da farinha de morango por dia, distribuídos em várias refeições, ele estará consumindo a quantidade diária ideal de 30 gramas de fibras totais. Contudo, as farinhas dos resíduos do morango e do cupuaçu são consideradas ricas fontes de fibras.

### 6.3 Caracterização físico-química

Os resultados observados para caracterização físico-química dos resíduos do cupuaçu e do morango estão representados nas Tabelas 8, 9, 10 e 11.

#### 6.3.1 Determinação da atividade de água ( $a_w$ )

A determinação da atividade de água está apresentada na Tabela 8.

**Tabela 8** - Determinação da Atividade de Água para as farinhas de cupuaçu e morango.

Resíduos	$a_w$
CP-1	0,51±0,00 <sup>b</sup>
CP-2	0,54±0,00 <sup>b</sup>
CP-3	0,59±0,00 <sup>a</sup>
MO-1	0,42±0,01 <sup>b</sup>
MO-2	0,43±0,00 <sup>b</sup>
MO-3	0,47±0,00 <sup>a</sup>

**CP:** Cupuaçu; **MO:** Morango. Média de 03 repetições de cada lote seguidos de  $\pm$  Desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si. Aplicou-se o teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

A atividade de água encontrada variou entre 0,51 a 0,59 nos resíduos do cupuaçu e 0,42 a 0,47 nos resíduos do morango. Moreira (2011) encontrou resultados semelhantes para atividade de água em polpa de cupuaçu desidratada (0,66).

Observa-se que a atividade de água das farinhas dos resíduos está abaixo de 0,60, preconizado como boa atividade de água que não favorece o crescimento microbiano conforme Ribeiro e Seravalli (2007). Contudo, essas farinhas podem ser consideradas como produtos de fácil conservação e microbiologicamente estáveis.

A atividade de água é considerada propriedade fundamental no controle de qualidade de alimentos, pois fornece informações sobre crescimento microbiano, migração de água, além de outros fatores (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

### 6.3.2 Determinação do pH

A determinação do pH para os resíduos de cupuaçu e morango estão apresentada na Tabela 9.

**Tabela 9** - Determinação do pH das farinhas de cupuaçu e morango.

<b>Resíduos Lotes</b>	<b>pH</b>
CP-1	2,12±0,01 <sup>a</sup>
CP-2	2,12±0,06 <sup>a</sup>
CP-3	2,12±0,04 <sup>a</sup>
MO-1	3,23±0,05 <sup>a</sup>
MO-2	3,31±0,08 <sup>a</sup>
MO-3	2,85±0,03 <sup>b</sup>

**CP:** Cupuaçu; **MO:** Morango. Média de 03 repetições de cada lote seguidos de ± Desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si. Aplicou-se o teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

Os valores de pH encontrados no presente estudo foram constantes em todos os lotes do cupuaçu com valores de 2,12 e nos lotes do morango valores que variaram entre 2,85 a 3,23. De acordo com os resultados observados todos os lotes das farinhas analisadas podem ser considerados como ácidas.

Canuto et al, (2010) ao analisar o cupuaçu in natura encontraram pH de 3,5. Enquanto isso, Moraes et al, (2008) observaram para o morango in natura valores de pH que variaram entre 3,71 e 3,86.

Conforme Dias e Leonel (2006) o pH em alimentos é usado como parâmetro de grande importância pois define o rigor dos tratamentos industriais, sendo seletivo no controle da presença microbiana e da ocorrência de interações químicas, além de ser componente básico do gosto do alimento.

### 6.3.3 Determinação da Acidez Titulável Total - ATT

A determinação da Acidez Titulável Total para os resíduos de cupuaçu e morango estão apresentadas na Tabela 10.

**Tabela 10** - Determinação da Acidez Titulável Total das farinhas de cupuaçu e morango.

<b>Resíduos Lotes</b>	<b>ATT (mg.100 g<sup>-1</sup>)</b>
CP-1	12,10±0,60 <sup>a</sup>
CP-2	11,76±0,16 <sup>a</sup>
CP-3	11,98±0,29 <sup>a</sup>
MO-1	5,29±0,02 <sup>c</sup>
MO-2	9,48±0,29 <sup>a</sup>
MO-3	6,68±0,18 <sup>b</sup>

**CP:** Cupuaçu; **MO:** Morango. Média de 03 repetições de cada lote seguidos de  $\pm$  Desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si. Aplicou-se o teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade. ATT - Acidez Titulável Total.

A acidez titulável total encontrada variou entre 11,76 a 12,10 mg. 100 g<sup>-1</sup> ácido cítrico nas farinhas dos resíduos do cupuaçu e 5,29 a 9,48 mg.100g<sup>-1</sup> ácido cítrico, no morango. Santos et al, (2010) encontraram valores menores da acidez titulável total na polpa congelada do cupuaçu, variando entre 4,90 a 7,45 mg.100g<sup>-1</sup> ácido cítrico e no suco valores entre 2,81 a 11,67 mg.100 g<sup>-1</sup> ácido cítrico. Moraes et al. (2008) observou valores de acidez titulável total em frutos do morango in natura inferior a encontrada neste estudo (0,54 a 0,60 mg. 100 g<sup>-1</sup> ácido cítrico). Conclui-se que as farinhas dos resíduos do cupuaçu e do morango possuem maior acidez titulável total quando comparadas com os estudos aqui citados.

A acidez é um importante parâmetro na avaliação do estado de conservação de um produto alimentício, pois a acidificação desempenha uma função inibidora do crescimento microbiano (FEMENNA, 2010).

Conforme Dias e Leonel (2006), a acidez de uma farinha tende a aumentar com o tempo de armazenamento, necessitando de refrigeração para aumentar sua vida de prateleira. Contudo sugere que as farinhas dos resíduos, por serem ácidas, devem ser refrigeradas até o momento do uso para não alterar suas características sensoriais.

#### **6.3.4 Determinação de açúcares redutores, não redutores e totais**

As frutas são fontes consideráveis de açúcares redutores (glicose e frutose), fator no qual é de grande importância para se avaliar o potencial de fermentação do produto.

A quantificação dos açúcares redutores, não redutores e totais das farinhas dos resíduos do cupuaçu e morango está apresentada na Tabela 11.

**Tabela 11** - Açúcares redutores, não redutores e totais das farinhas dos resíduos do cupuaçu e morango.

<b>Resíduos Lotes</b>	<b>Redutores (%)</b>	<b>Não redutores (%)</b>	<b>Açúcares Totais (%)</b>
CP-1	5,35±0,34 <sup>b</sup>	9,51±0,20 <sup>a</sup>	14,85±0,15 <sup>a</sup>
CP-2	5,33±0,16 <sup>b</sup>	6,10±0,54 <sup>b</sup>	11,43±0,40 <sup>b</sup>
CP-3	6,53±0,18 <sup>a</sup>	1,24±0,34 <sup>c</sup>	7,77±0,23 <sup>c</sup>
MO-1	2,21±0,05 <sup>b</sup>	3,19±0,21 <sup>a</sup>	5,39±0,22 <sup>b</sup>
MO-2	5,90±0,33 <sup>a</sup>	0,93±0,32 <sup>b</sup>	6,83±0,29 <sup>a</sup>
MO-3	5,81±0,42 <sup>a</sup>	1,26±0,16 <sup>b</sup>	7,08±0,31 <sup>a</sup>

CP: Cupuaçu; MO: Morango. Média de 03 repetições de cada lote seguidos de  $\pm$  Desvio padrão. Média seguida pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si. Aplicou-se o teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

Para determinação de açúcares redutores nos resíduos do cupuaçu verificou-se valores entre 5,33% a 6,53% e no morango, 2,21% a 5,90%. Conforme a tabela de composição de alimentos da USDA (2012) o morango in natura possui valores semelhantes aos encontrados neste estudo de 2,91g.100 g<sup>-1</sup> de açúcares redutores e não apresenta o fruto do cupuaçu. Observa-se que os resíduos do cupuaçu possuem mais açúcares redutores do que os resíduos do morango.

Para as análises de açúcares não redutores foi observado no cupuaçu valores entre 1,24% e 9,51%, e no morango valores inferiores que variaram entre 0,93% e 3,19%, contudo, as farinhas dos resíduos do cupuaçu possuem mais açúcares não redutores que as dos morangos.

Para análises de açúcares totais (soma dos açúcares redutores e não redutores) foi observado nos resíduos do cupuaçu valores que variaram entre 7,77% a 14,85%, e nos resíduos do morango valores inferiores que variaram entre 5,39% a 7,08%. Santos et al, (2010) encontraram na polpa do cupuaçu valores inferiores de açúcares totais que variaram entre 4,90% a 7,45%. Calegaro et al, (2002) analisaram o morango in natura, e encontraram valores bem superiores de açúcares totais de 55,9%. A tabela de

composição de alimentos da USDA (2012) apresenta valores menores de açúcares totais no morango in natura com 4,89 g.100 g<sup>-1</sup>.

Assim sendo, conclui-se que os resíduos do cupuaçu são mais ricos em açúcares que os do morango. Contudo deve-se destacar que o consumo de alimentos ricos em açúcares, mesmo que sejam alimentos naturais, possuem poder de aumentar a taxa glicêmica, algo desfavorável em portadores de doenças crônicas como diabetes e obesidade. Logo para este público deve ser indicado o uso das farinhas do morango ao invés das farinhas do cupuaçu.

### **6.5 Análises de Minerais**

Foram analisados os minerais, o cálcio, o magnésio, o zinco, o potássio, o sódio, o manganês e o cobre das farinhas dos resíduos desidratados do morango e cupuaçu, apresentados na Tabela 12.

Diante dos resultados para análises de minerais foi possível calcular as contribuições percentuais das farinhas analisadas dos resíduos do cupuaçu e do morango em relação à DRI, preconizadas pela IOM (2005), e pela RDC 269/2005, para cada mineral de acordo com as necessidades diárias de um adulto saudável. Estes valores serão discutidos individualmente.

**Tabela 12** - Composição mineral das farinhas dos resíduos do cupuaçu e morango

<b>Resíduos</b>	<b>Cálcio</b> (mg.100g <sup>-1</sup> )	<b>Magnésio</b> (mg.100g <sup>-1</sup> )	<b>Zinco</b> (mg.100g <sup>-1</sup> )	<b>Potássio</b> (mg.100g <sup>-1</sup> )	<b>Sódio</b> (mg.100g <sup>-1</sup> )	<b>Manganês</b> (mg.100g <sup>-1</sup> )	<b>Cobre</b> (µg.100g <sup>-1</sup> )
CP-1	215,20±0,80 <sup>a</sup>	25,30±0,55 <sup>a</sup>	3,16±0,53 <sup>a</sup>	500±0,00 <sup>a</sup>	34,6±22,00 <sup>a</sup>	0,23±0,10 <sup>a</sup>	260±0,55 <sup>a</sup>
CP-2	252,30±1,83 <sup>a</sup>	28,10±0,83 <sup>a</sup>	2,38±0,30 <sup>ab</sup>	500±0,00 <sup>a</sup>	26±0,00 <sup>a</sup>	0,26±0,00 <sup>a</sup>	324±0,24 <sup>a</sup>
CP 3	209,20±0,13 <sup>a</sup>	25,90±0,23 <sup>a</sup>	1,75±0,39 <sup>b</sup>	500±0,00 <sup>a</sup>	42,66±3,08 <sup>a</sup>	0,26±0,00 <sup>a</sup>	298±0,08 <sup>a</sup>
MO-1	667,80±21,10 <sup>a</sup>	51,50±0,47 <sup>a</sup>	6,48±0,62 <sup>a</sup>	200±0,00 <sup>a</sup>	31,33±1,10 <sup>a</sup>	0,66±0,00 <sup>a</sup>	230±0,14 <sup>a</sup>
MO-2	572,00±17,70 <sup>b</sup>	44,20±0,56 <sup>a</sup>	3,88±0,38 <sup>b</sup>	200±0,00 <sup>a</sup>	31,31±1,10 <sup>a</sup>	0,40±0,00 <sup>b</sup>	253±0,10 <sup>ab</sup>
MO-3	564,90±24,28 <sup>b</sup>	40,40±0,88 <sup>a</sup>	4,35±0,32 <sup>b</sup>	200±0,00 <sup>a</sup>	30,66±1,10 <sup>a</sup>	0,51±0,00 <sup>b</sup>	265±0,08 <sup>a</sup>

**CP:** Cupuaçu; **MO:** Morango. Média de 03 repetições de cada lote seguidos de ± Desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si. Aplicou-se o teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

### 6.5.1 Cálcio

A quantidade de cálcio encontrada nas farinhas dos resíduos do cupuaçu variou entre 209,2 e 215,2 mg.100 g<sup>-1</sup> e nos resíduos do morango, entre 572 e 667,8 mg. 100 g<sup>-1</sup> de cálcio. Estes resultados podem ser considerados como boas fontes de cálcio, pois fornece 66,78% da DRI, através do resíduo do morango e 21,52% da DRI para o cupuaçu, entrando em destaque as farinhas do morango.

Felipe et al. (2006) estudaram as cascas da manga e do maracujá e encontraram 39,8 e 58,65 mg.100 g<sup>-1</sup> de cálcio. Gondim et al, (2005) analisaram os resíduos de frutas tropicais e encontraram altos teores de cálcio na tangerina: 478,98 mg.100 g<sup>-1</sup>. Marques et al, (2012) estudaram os resíduos agroindustriais da acerola desidratada e observaram os seguintes valores de cálcio: 264,32 mg.100 g<sup>-1</sup>. Essas variações de valores se devem a composição química das diferentes matrizes analisadas.

O mineral cálcio possui inúmeras funções benéficas no organismo, entrando em destaque: a regulação da contração e relaxamento muscular contribui na condutividade nervosa, transportes de íons, ativação de enzimas, coagulação sanguínea, secreções hormonais, saúde de dentes e ossos, auxilia na perda peso, entre outras funções.

### 6.5.2 Magnésio

Os teores de magnésio das farinhas do cupuaçu variaram entre 25,3 e 28,1 mg.100 g<sup>-1</sup> e do morango, 40,4 a 51,5 mg.100 g<sup>-1</sup>, podendo ser consideradas como boas fontes de magnésio pois as farinhas do cupuaçu fornecem 10,8% das necessidades diárias do magnésio e o morango, 19,8%, de acordo com a RDC n° 269/2005.

Marques et al, (2012) estudaram resíduos agroindustriais da acerola desidratada e encontraram valores maiores de magnésio(106,62 mg.100 g<sup>-1</sup>). Marques et al, (2010) analisaram a composição mineral da casca da manga desidratada e observaram valores menores de magnésio (22,38 mg.100 g<sup>-1</sup>), valores variados devido as matrizes distintas.

Comparando aos resultados publicados e relatados anteriormente, destaca-se que as farinhas do cupuaçu e do morango possuem moderadas quantidades de magnésio.

O magnésio esta relacionado aos minerais cálcio e fósforo, possui importantes funções no organismo humano dentre elas destaca-se: a facilitação da secreção de paratormônios favorece o metabolismo da vitamina D, ajuda na modulação óssea, atua na replicação de RNA, atua como cofator de varias enzimas, entre outras funções.

### 6.5.3 Manganês

Os teores de manganês nas farinhas do cupuaçu variaram entre 0,23 e 0,66 mg.100 g<sup>-1</sup>, e do morango, entre 0,51 a 0,66 mg.100 g<sup>-1</sup>. Ambos resíduos são considerados como boas fontes de manganês, visto que fornece 28,6% das necessidades diárias deste mineral através da RDC n° 269/2005.

Felipe et al, (2006) estudando cascas de frutas de matrizes diferentes como a manga e o maracujá encontraram valores de manganês respectivamente 0,73 e 1,26 mg.100 g<sup>-1</sup>.

O mineral manganês é um componente de muitas enzimas, inclusive glutamina sintetase, piruvato carboxilase e superóxido dismutase mitocondrial. Ele está diretamente relacionado com o metabolismo da uréia, o que auxilia na prevenção da toxicidade da amônia, está relacionado também na ativação da protrombina na presença da vitamina K, favorecendo a coagulação sanguínea.

### 6.5.4 Zinco

As farinhas dos resíduos do cupuaçu apresentaram valores de zinco que variaram entre 1,75 e 3,16 mg.100 g<sup>-1</sup> e nos resíduos dos morangos observaram-se valores superiores que variaram entre 3,88 a 6,48 mg.100 g<sup>-1</sup>. Os dois resíduos podem ser considerados como excelentes fontes de zinco, pois fornecem 45,14% das necessidades diárias de zinco, através das farinhas do cupuaçu, e 92,5% através das farinhas do morango, de acordo com a RDC n° 269/2005.

O zinco está presente no metabolismo dos carboidratos, proteínas, lipídios e ácidos nucleicos. Esta relacionada com a maturação de órgãos sexuais sendo necessário na fase da adolescência possui função antioxidante sendo muito utilizado na área da estética, regeneram tecidos, protege a pele contra os raios ultravioleta, entre outras.

### 6.5.5 Cobre

Os teores de cobre das farinhas do cupuaçu variaram de 260 a 324 µg.100g<sup>-1</sup>, e na farinha do morango, de 230 a 265 µg.100g<sup>-1</sup>. Os dois resíduos são considerados como ricas fontes de cobre visto que as farinhas do cupuaçu fornecem 36% da DRI do cobre, e o morango 29,44%.

Gondim et al, (2005) encontraram valores menores nos resíduos de frutas tropicais, sendo 0,04 mg.100 g<sup>-1</sup> de cobre no abacaxi e 0,58 mg.100 g<sup>-1</sup> na tangerina.

O cobre está diretamente ligado na formação do colágeno e elastina, proteínas presentes no tecido conjuntivo, o que influencia na formação óssea, mineralização do esqueleto, entre outras funções.

#### **6.5.6 Sódio**

Os teores de sódio das farinhas dos resíduos do cupuaçu variaram entre 26 e 42,66 mg.100 g<sup>-1</sup> e do morango, entre 30,6 e 31,3 mg.100 g<sup>-1</sup>. Considerados como fontes pobres deste mineral, pois as farinhas do cupuaçu fornecem 2,84 % da DRI do sódio e as farinhas do morango 2,08%.

Gondim et al, (2005) encontrou valores de sódio superiores nas cascas da tangerina, na media de 77,76 mg.100 g<sup>-1</sup>. Conclui-se que, as farinhas dos resíduos do cupuaçu e do morango possuem baixos teores de sódio.

O sódio é o mineral mais abundante nos líquido extracelular, está diretamente relacionado com o controle da pressão osmótica sanguínea, transmissão de impulsos nervosos, relaxamento e contração muscular, absorção de glicose, entre inúmeras funções.

#### **6.5.7 Potássio**

Os teores de potássio das farinhas do cupuaçu mantiveram-se em 500 mg. 100g<sup>-1</sup> e nas farinhas do morango, 200 mg.100 g<sup>-1</sup> de potássio, consideradas como pobre fontes deste mineral visto que as farinhas do cupuaçu apresentaram 10,63% da DRI do potássio e as farinhas do morango apresentaram 4,25% da DRI deste mineral.

Godim et al, (2005) encontraram valores superiores de 598,36 mg.100 g<sup>-1</sup> nos resíduos da tangerina. Os resultados de potássio encontrados no presente estudo são superiores aos apresentados nas frutas in natura conforme dados apresentados pela tabela TACO (2012) que mostra valores de 331 mg.100 g<sup>-1</sup> de potássio no cupuaçu in natura, na polpa congelada, 291mg.100 g<sup>-1</sup>, e no morango 184 mg.100 g<sup>-1</sup>.

Conclui-se que tanto os resíduos de cupuaçu quanto os do morango possuem mais potássio que suas frutas in natura.

O potássio é o mineral mais abundante no meio intracelular. Assim como o sódio é responsável pelo relaxamento e contração celular, transmissão de impulsos nervosos, entre outros. O potássio favorece a diminuição da pressão sanguínea, ideal para pacientes hipertensos.

Desta forma, pode-se considerar que as farinhas dos resíduos do cupuaçu e morango, são boas fontes de minerais, podendo ser úteis como fontes alternativas de alimento ou como ingredientes para obtenção de preparações processadas.

## 6.6 SCREENING DOS FITOQUIMICOS BIOATIVOS

### 6.6.1 Determinação de compostos fenólicos

Os teores de compostos fenólicos observados para os resíduos de cupuaçu e morango estão apresentados na Tabela 13.

**Tabela 13** - Teores de compostos fenólicos em resíduos do cupuaçu e morango

Resíduos	Compostos fenólicos (mg de GAE 100 <sup>-1</sup> g de farinha)
CP-1	153,6±4,5 <sup>b</sup>
CP-2	188,0±3,1 <sup>b</sup>
CP-3	403±15,3 <sup>a</sup>
MO-1	616,7±14,7 <sup>a</sup>
MO-2	620,21±19,0 <sup>a</sup>
MO-3	536,96±17,2 <sup>b</sup>

CP: Cupuaçu; MO: Morango. GAE - Equivalente de Ácido Gálico. Média de 3 repetições de cada lote seguidos de ± Desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas. Não diferem estatisticamente entre si. Aplicou-se o teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

Os valores de compostos fenólicos encontrados variaram entre 153,6 e 403,31 mg de GAE.100 g<sup>-1</sup> para a farinha do cupuaçu, e para o morango entre 536,96 e 620,21 mg de GAE.100 g<sup>-1</sup>. Sousa et al, (2011), estudaram os resíduos úmido do cupuaçu e encontraram quantidade menores de compostos fenólicos de 7,80 mg de GAE.100 g<sup>-1</sup>. Rocha et al, (2008) analisaram os teores de compostos fenólicos no morango in natura, encontrando também valores menores, 222,85 mg de GAE.100 g<sup>-1</sup>.

Neste contexto, conclui-se que os resíduos das farinhas do cupuaçu e do morango possuem mais compostos fenólicos que os dos estudos comparados, sendo os resíduos dos morangos mais ricos nestes compostos do que os do cupuaçu, o que aumenta suas características como resíduos com alto potencial antioxidante.

## 6.6.2 Determinação de Flavonoides totais

Os resultados dos teores de flavonoides totais obtidos para as farinhas dos resíduos do morango e do cupuaçu estão apresentados na Tabela 14.

**Tabela 14** – Teores de Flavonoides totais nas farinhas dos resíduos do cupuaçu e morango

Resíduos	Flavonóides totais (mg.100g <sup>-1</sup> quercetina)
CP-1	4,55±0,38 <sup>b</sup>
CP-2	6,64±0,39 <sup>a</sup>
CP-3	7,29±0,57 <sup>a</sup>
MO-1	12,55±0,22 <sup>b</sup>
MO-2	16,75±0,23 <sup>a</sup>
MO-3	17,11±0,32 <sup>a</sup>

CP: Cupuaçu; MO: Morango. Média de 3 repetições de cada lote seguidos de  $\pm$  Desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si. Aplicou-se o teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

Os teores dos flavonoides totais das farinhas dos resíduos do cupuaçu variaram entre 4,55 e 7,29 mg de quercetina.100 g<sup>-1</sup>, e do morango entre 12,55 e 17,11 mg de quercetina 100 g<sup>-1</sup>.

Vizzotto (2012) afirma que o morango fresco possui quantidades significativas quercetina rutinosídeo, quercetina glicosídeo e quercetina glucoronídeo, kaempferol glucoronídeo, kaempferol coumaroil-glucoronídeo, flavanois (catequina) e derivados do ácido cinâmico.

A tabela da USDA (2013) apresenta valores consideráveis de flavonoides presentes no morango congelado sem adição de açúcares (Strawberries, frozen, unsweetened): 0,49 mg de kaempferol.100 g<sup>-1</sup>; 0,35 mg de miricetina.100 g<sup>-1</sup> e 0,46 mg de quercetina.100 g<sup>-1</sup>.

Dados sobre a composição de flavonóis e flavonas em alimentos são ainda insuficientes mesmo a nível mundial. Esta carência é ainda mais acentuada no Brasil. Huber e Rodriguez-Amaya (2008) analisaram teores de flavonoides em vários tipos de chás dentre eles o de morango, onde encontraram valores maiores (400  $\mu$ g de quercetina.100g<sup>-1</sup>) e no fruto valores menores de (11  $\mu$ g de quercetina.100g<sup>-1</sup>).

Pugliese (2013) estudou compostos bioativos no cupuaçu e observou quantidades menores de flavonoides na polpa e maiores na semente, sendo respectivamente: 3,5 e 85 mg de quercetina.100 g<sup>-1</sup>.

Conclui-se que dentre as farinhas dos resíduos estudados, as farinhas do morango possui quantidades significativas de flavonoides quando comparadas com as farinhas do cupuaçu.

### 6.6.3 Determinação de taninos condensados, hidrolisados e totais

Os taninos são mais encontrados em folhas e cascas e muito pouco nas polpas e sementes dos frutos. Os resultados encontrados de taninos condensados, hidrolisados e totais estão expressos na Tabela 15. Os valores de taninos condensados estão expressos através dos métodos vanilina e butanol ácido.

**Tabela 15** – Teores de Taninos condensados (métodos vanilina e butanol ácido) e taninos hidrolisáveis

Resíduos	Taninos			
	Condensados		Hidrolisáveis (mg.100 <sup>-1</sup> GAE)	Totais
	Vanilina (mg.100 <sup>-1</sup> catequina)	Butanol-Ácido (mg.100 <sup>-1</sup> g leucocianidinas)		
CP-1	23,18±0,61 <sup>a</sup>	32,51±3,4 <sup>a</sup>	15,35±13,6 <sup>a</sup>	38,54±1,8 <sup>a</sup>
CP-2	23,31±0,72 <sup>a</sup>	19,37±2,64 <sup>b</sup>	7,82±5,2 <sup>b</sup>	31,14±0,6 <sup>b</sup>
CP-3	19,87 ±0,20 <sup>b</sup>	17,23±3,14 <sup>b</sup>	68,9±0,7 <sup>b</sup>	26,76±0,2 <sup>c</sup>
MO-1	76,50±0,79 <sup>b</sup>	51,15±1,5 <sup>a</sup>	54,86±13,5 <sup>a</sup>	131,36±2,1 <sup>a</sup>
MO-2	94,66±0,57 <sup>a</sup>	44,31±1,96 <sup>b</sup>	40,37±8,3 <sup>b</sup>	135,03±1,2 <sup>a</sup>
MO-3	73,22±1,52 <sup>c</sup>	41,15±2,22 <sup>b</sup>	31,49±0,5 <sup>c</sup>	104,70±1,4 <sup>b</sup>

CP: Cupuaçu; MO: Morango. Média de 3 repetições de cada lote seguidos de ± desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si. Aplicou-se o teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

Os teores de taninos condensados, através do método vanilina nos resíduos do cupuaçu variaram entre 19,87 a 23,18 mg de catequina.100 g<sup>-1</sup> da farinha e no morango entre 73,22 e 94,66 mg de catequina.100 g<sup>-1</sup> da farinha.

Rocha et al, (2011) analisaram os teores de taninos condensados em várias frutas in natura, tais como o caju e a pitanga e encontraram valores mais altos dos compostos. Sendo respectivamente 242 e 291 mg de catequina.100 g<sup>-1</sup> da farinha. Observa que os valores do cupuaçu ficaram bem abaixo dos citados. Contudo, no estudo comparado, o

caju é um grande exemplo de fontes de taninos devido à sua adstringência, característica sensorial do fruto.

Foram observados os valores dos taninos condensados através do método butanol ácido, 17,23 a 32,51 mg de leucocianidina.100 g<sup>-1</sup> no cupuaçu e 41,15 a 51,15 mg de leucocianidinas.100 g<sup>-1</sup> da farinha do morango.

Quanto aos taninos hidrolisáveis nos resíduos do cupuaçu foi observado 7,82 a 68,9 mg de GAE.100 g<sup>-1</sup> e nos morangos 31,49 a 54,86 mg de GAE.100 g<sup>-1</sup>.

Foram realizadas buscas em várias bases de dados e não foram encontrados estudos com taninos condensados pelo butanol ácido e hidrolisáveis em resíduos de frutos. Estes compostos são encontrados em maior prevalência em plantas e arvores (RÊGO JUNIOR et al, 2011) e em vinhos.

Neste contexto, os resíduos do morango apresentam maior conteúdo de taninos (condensados e hidrolisáveis) que o cupuaçu. Os teores de taninos totais foram analisados através da soma de taninos condensados com os taninos hidrolisáveis, pelo método vanilina.

#### 6.6.4 Determinação de carotenoides totais

Os resultados encontrados nas análises de carotenoides totais e Atividade Equivalente de Retinol – RAE, das farinhas dos resíduos do morango e do cupuaçu estão apresentados na Tabela 16.

**Tabela 16** – Teores de Carotenoides totais e de vitamina A como equivalente de retinol (RAE)

Resíduos	Carotenóides totais	RAE
	(µg. 100g <sup>-1</sup> )	(µg. 100g <sup>-1</sup> )
CP-1	182,61±1,11 <sup>a</sup>	1521,81±9,28 <sup>a</sup>
CP-2	163,32±2,95 <sup>b</sup>	1361,02±24,55 <sup>b</sup>
CP-3	124,74±6,77 <sup>c</sup>	1039,52±56,45 <sup>c</sup>
MO-1	242,09±6,75 <sup>c</sup>	2017,41±56,26 <sup>c</sup>
MO-2	353,65±8,7 <sup>b</sup>	2947,10±72,48 <sup>b</sup>
MO-3	459,75±12,84 <sup>a</sup>	3831,23±107,03 <sup>a</sup>

CP: Cupuaçu; MO: Morango. Média de 3 repetições de cada lote seguidos de ± Desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si. Aplicou-se o teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade. RAE - Atividade Equivalente de Retinol.

Foram encontrados, nas farinhas dos resíduos do cupuaçu, valores de carotenoides que variaram entre 124,7 e 182,61  $\mu\text{g}.100\text{ g}^{-1}$ , e do morango, entre 242,09 e 459,75  $\mu\text{g}.100\text{ g}^{-1}$ . Segundo Vizzoto (2012), o conteúdo de carotenoides em morango não é muito elevado, quando comparado com outras frutas vermelhas como a groselha, a amora-preta e o mirtilo. Já foi identificada em morango a xantofila, luteína e o  $\beta$ -caroteno.

Os valores do cupuaçu foram os esperados uma vez que, segundo Maia et al, (2007), a coloração da polpa de cupuaçu não está dentro da faixa de cor dos carotenoides, que varia do amarelo ao vermelho, e quando se trata de resíduo de polpas, podem ocorrer varias perdas de nutriente. Neste contexto conclui-se que as duas farinhas de resíduos analisadas apresentam baixas concentrações de carotenoides totais, porém, o resíduo do morango possui mais carotenoides que o do cupuaçu.

Para análises do RAE foram utilizados padrões já publicados de vitamina A. Segundo a DRI (IOM, 2005), o consumo ideal de vitamina A para um adulto com idade de 19 a 30 anos, do sexo masculino, é de 900  $\mu\text{g}.100\text{ g}^{-1}$  dia e no caso do sexo feminino, 700  $\mu\text{g}.100\text{ g}^{-1}$  dia com uma UL (Limite de Ingestão Tolerável) de 3000  $\mu\text{g}.100\text{ g}^{-1}$  dia para ambos os sexos. Dados disponíveis na tabela TACO (2012) não apresentam valores de RAE nem do RE (Equivalente de Retinol) para o cupuaçu e morango.

Rodrigues-Amaya et al, (2008) formularam a Tabela Brasileira de Composição de Carotenoides em Alimentos, porem não possui os valores de carotenoides presentes para o cupuaçu e morango. Neste contexto, ao comparar as duas farinhas dos resíduos em estudo, o morango possui mais RAE que o cupuaçu.

## **6.7 Determinação da capacidade antioxidante**

Diante das análises de alguns estudos, com a determinação da atividade antioxidante e de compostos bioativos em alimentos de origem vegetal, observa-se que, até o momento, não há um método padrão ouro para estas análises. Nota-se que cada autor usa um tipo de princípio com uma determinada concentração e dosagens de reagentes que se adapta de acordo com a composição de sua amostra.

Diante disto, as análises do cupuaçu e do morango, foram feitas seguindo as metodologias já citadas, com adaptações, conforme a composição química de cada resíduo. Para a determinação da atividade antioxidante através do  $\text{ABTS}^{*+}$ ,  $\text{DPPH}^{\bullet}$  e

Poder Redutor utilizou-se apenas os lotes de cada tipo de resíduo que apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos.

Em todas as análises foram utilizados extratos hidroetanólicos com álcool etílico a 80%, com adaptações de acordo com as amostras e reagentes, conforme citados na metodologia deste trabalho.

### 6.7.1 Determinação da capacidade antioxidante pelo ensaio do 2,2-difenil-1-picril-hidrazil –DPPH

A capacidade de sequestrar o radical DPPH foi expressa no percentual de sequestro com que os compostos ativos presentes nos extratos atuam como doador de hidrogênio ao radical, conforme Tabela 17. Entretanto, quanto mais captura de DPPH houver, melhor será a capacidade antioxidante da amostra.

**Tabela 17** – Capacidade antioxidante pelo ensaio do DPPH

Resíduos	Concentração dos extratos mg.100 g <sup>-1</sup>				
	0,003	0,005	0,008	0,01	0,012
Cupuaçu	146,9±6,3	113,2±1,4	55,49±1,8	47,07±0,7	20,70±1,8
Morango	150,5±1,8	119,16±2,6	90,09±7,0	39,26	15,08

Média ± desvio padrão, n = 3

Melo et al, (2008) ao estudaram a atividade antioxidante de várias frutas tropicais in natura, dentre elas o abacaxi, a acerola, o caju, a goiaba, a laranja, o mamão, a pinha, o caju, entre outras, referem-se à capacidade de sequestrar o radical DPPH expressa em percentual de sequestro, classificando a capacidade antioxidante de frutas in natura pelo método de captura de radicais DPPH como: forte poder antioxidante quando degradavam acima de 70% dos radicais, moderado poder antioxidante quando degradavam entre 50% e 70% dos radicais e de fraca atividade antioxidante, quando degradavam menos de 50% dos radicais DPPH.

Contudo, evidencia-se que os resíduos do cupuaçu e do morango nas concentrações dos extratos de 0,003g, apresentaram alta capacidade antioxidante, sendo respectivamente 146,9% e 150,5%, destacando-se o morango, com o maior poder antioxidante.

Dentre as frutas estudadas por Melo et al, (2008), as que entram em destaque pela alta capacidade de sequestrar o radical DPPH são: a acerola, o caju, a pinha e a goiaba que exibiram uma forte capacidade, superior a 70%.

Contudo, é notável que, os resíduos das frutas do cupuaçu e do morango possuem alto potencial de sequestrar os radicais DPPH, com alta capacidade antioxidante nas baixas concentrações dos extratos hidroetanolicos, atuando de forma decrescente, destacando-se os extratos das farinhas dos resíduos do morango.

### 6.7.2 Cálculo da Concentração Efetiva de extrato EC<sub>50</sub>

Os resultados da capacidade antioxidante expressos em EC<sub>50</sub>(concentração efetiva de extrato em  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  capaz de reagir com 50% do radical presente na solução de DPPH) para os extratos hidroetanolicos dos resíduos do cupuaçu e do morango estão apresentados na Tabela 18. Portanto, quanto menor o valor do EC<sub>50</sub>, maior será a atividade antioxidante do extrato analisado.

**Tabela 18** - Capacidade antioxidante para os extratos hidroetanolicos dos resíduos de cupuaçu e morango apresentados em EC<sub>50</sub>

Resíduos	Concentração dos extratos ( $\mu\text{g. mL}^{-1}$ extrato)				
	0,003	0,005	0,008	0,01	0,012
Cupuaçu	2,443±0,02	2,117±0,03	1,095±0,02	0,723±0,02	0,472±0,01
Morango	2,548±0,07	2,179±0,02	1,925±0,08	1,546±0,02	1,454±0,008

Média ± desvio padrão, n = 3

Observa-se que todas as concentrações dos resíduos apresentaram a atividade de sequestro do radical livre DPPH. Foram observados valores decrescentes com EC<sub>50</sub> de 2,548 a 1,454  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  nas concentrações dos resíduos do morango e valores decrescentes, com EC<sub>50</sub> de 2,443 a 0,472  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  nos resíduos do cupuaçu. Observou-se que os resíduos do morango, apresentaram maior atividade antioxidante que os resíduos do cupuaçu. Alguns autores mencionam que, em vários tipos de frutas, os compostos antioxidantes localizam-se, em grande maioria, nas suas sementes (JARDINI e MANCINI, 2007), e os resíduos do morango possuíam muitas sementes.

### 6.7.3 Determinação da capacidade antioxidante pelo ensaio do radical 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico -ABTS<sup>++</sup>

Os resultados foram expressos em mg de VEAC.g<sup>-1</sup> (capacidade antioxidante de equivalente de vitamina C -VEAC). Quanto maior for esse valor (VEAC) mais forte é o potencial antioxidante. Os valores são apresentados na Tabela 19.

**Tabela 19** – Valores da atividade antioxidante pelo ensaio ABTS<sup>++</sup>

Resíduos	Concentração dos extratos mg.100g <sup>-1</sup>				
	0,001	0,004	0,008	0,011	0,015
Cupuaçu	710,1±4,93	542,5±5,66	396,3±5,66	267,8±6,45	176,0±5,66
Morango	426,3±4,06	329,6±6,71	285,6±4,84	230,7±4,84	165,7±4,93

Média ± desvio padrão, n = 3

O resíduo do cupuaçu, na concentração de 0,001 do extrato hidroetanólico, apresentou mais elevada atividade antioxidante com 710,1 mg de VEAC.100 g<sup>-1</sup>. E o resíduo do morango, nas concentrações de 0,015 dos extratos, apresentou menor atividade antioxidante com 165,7 mg de VEAC. 100 g<sup>-1</sup>. Ou seja, o morango apresentou a menor capacidade antioxidante frente ao radical ABTS<sup>++</sup>.

De acordo a tabela Taco (2012) cada 100 gramas de cupuaçu possui 24,5 mg de vitamina C e cada 100 gramas de morango possui 10 mg de vitamina C. Este teor elevado de Vitamina C no fruto do cupuaçu pode ter interferido nas análises do ABTS uma vez que foi utilizado a vitamina C como reagente nas análises. O teor de açúcares nas farinhas dos resíduos também pode ter interferido nas análises do ABTS, uma vez que os lotes das farinhas do cupuaçu possuem mais açúcares do que os lotes do morango.

Canuto et al. (2010) estudaram a atividade antioxidante do cupuaçu no estágio de vez, através do VEAC e TEAC, obtendo, respectivamente, 330 mg.100 g<sup>-1</sup> e 60 mg. 100g<sup>-1</sup>. Observa-se que as análises através do ácido ascórbico apresentam maiores concentrações de atividade antioxidantes que com o trolox.

Sousa et al, (2011) estudaram a capacidade antioxidante do resíduo úmido do cupuaçu pelo ensaio de ABTS<sup>++</sup>, utilizando a Capacidade Antioxidante Total Equivalente ao Trolox - TEAC, e observaram, em extratos hidroalcoólicos, atividade antioxidante do cupuaçu encontrando 240 mg de TEAC.100 g<sup>-1</sup>.

Sousa (2011) também estudou outras frutas, encontrando no resíduo úmido do bacuri menor atividade antioxidante com 7,35 mg de TEAC.100 g<sup>-1</sup>, na goiaba 42,1 mg de TEAC.100 g<sup>-1</sup>, na acerola 74,3 mg de TEAC.100 g<sup>-1</sup>, no abacaxi 9,0 mg de TEAC.100 g<sup>-1</sup> e na graviola 13,6 mg de TEAC.100 g<sup>-1</sup>.

Assim sendo, observou-se que as farinhas dos resíduos do cupuaçu e do morango possuem capacidade antioxidante pelo ensaio do ABTS<sup>•+</sup> nas concentrações mg de VEAC.100 g<sup>-1</sup>, altamente expressivas, destacando-se o cupuaçu.

#### 6.7.4 Determinação do Poder redutor

Para as análises do poder redutor, considera-se que quanto maior o resultado do resíduo, maior será o poder redutor da amostra. O poder redutor dos extratos dos resíduos do cupuaçu e do morango forma expressos em mg de equivalente de BHT conforme Tabela 20.

**Tabela 20** – Valores da capacidade antioxidante pelo método do Poder Redutor

Resíduos	Concentração dos extratos mg.100 g <sup>-1</sup>				
	0,003	0,005	0,008	0,01	0,012
Cupuaçu	335,8±4,97	411,1±6,37	461,2±4,97	518,4±6,57	578,4±5,60
Morango	184,6±5,60	238,9±4,48	271,6±9,16	390,0±8,81	491,8±12,5

Média ± desvio padrão, n = 3.

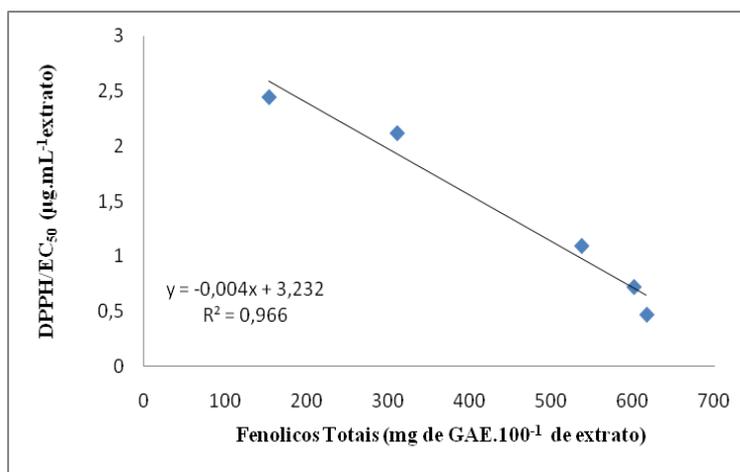
O poder redutor dos extratos do cupuaçu apresentou variações de acordo com as concentrações dos extratos, variando entre 335,8 a 578,4 mg.100 g<sup>-1</sup> de BHT, e no morango variaram entre 184,6 a 491,8 mg.100 g<sup>-1</sup> de BHT. Observa-se que na concentração 0,012, ambos os resíduos tiveram boa atividade antioxidante pelo BHT, entrando em destaque o cupuaçu. Todavia, quanto maior a concentração de extratos, maior será o poder redutor.

Oliveira et al, (2011) estudaram a capacidade antioxidante pelo poder redutor das seguintes frutas: goiaba, mamão e manga in natura, e obteve 41,0; 21,0 e 12,0 g.100 g<sup>-1</sup> respectivamente. Não há, entretanto, estudos publicados, até o momento, com atividade antioxidante em farinhas de resíduos de morango e cupuaçu. Estudos com

frutas brasileiras, nas mesmas condições de análise, são necessários para que haja comparações futuras, para aumentar seu grau de confiabilidade.

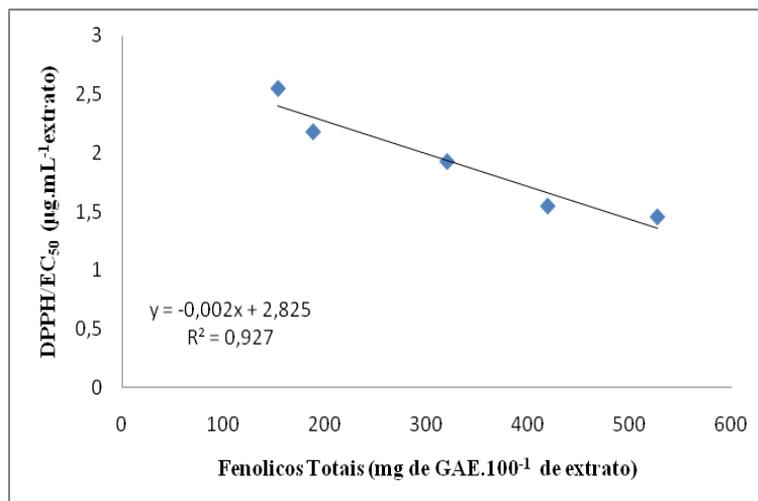
### 6.7.5 Correlação entre compostos fenólicos e atividade antioxidante

Alguns autores afirmam que existe relação positiva entre teores de fenólicos totais e a capacidade antioxidante de frutas (CANUTO et al, 2010; OLIVEIRA et al, 2011; SOUSA et al, 2011). No presente estudo foi estabelecido o coeficiente de correlação entre as variáveis, fenólicos totais e atividade antioxidante através do EC<sub>50</sub> para os extratos hidroetanolicos das farinhas dos resíduos do cupuaçu e morango. A correlação dos extratos do morango está apresentada na Figura 18 e do cupuaçu na Figura 19.



**Figura 18** – Correlação entre os teores de fenólicos totais versus atividade antioxidante através do EC<sub>50</sub> dos extratos hidroetanolicos de resíduos do morango.

Os compostos fenólicos apresentaram correlação exponencial forte com atividade antioxidante das farinhas do morango com ( $R^2 \geq 0,966$ ) o que significa boa correlação entre as variáveis.



**Figura 19** - Correlação entre os teores de fenólicos totais versus atividade antioxidante através do EC<sub>50</sub> dos extratos hidroetanolicos de resíduos do cupuaçu.

Os compostos fenólicos apresentaram correlação forte com atividade antioxidante nos extratos dos resíduos do cupuaçu com ( $R^2 \geq 0,927$ ) o que significa boa correlação entre as variáveis.

Os extratos hidroetanólicos tanto do morango quanto do cupuaçu possuem boa correlação entre os teores de fenóis totais e a atividade antioxidante através do EC<sub>50</sub>. Esta correlação sugere que existe algum constituinte que contribui efetivamente para a ação sequestradora de radicais livres nos extratos do morango e do cupuaçu apresentando assim, forte potencial antioxidante, o que sugere o uso destas farinhas tanto na indústria alimentícia como farmacêutica.

## CONCLUSÕES

- As farinhas de resíduos de morango e cupuaçu apresentaram características físico-químicas em conformidade aos padrões da legislação brasileira no que se refere ao teor de umidade e apresentaram teores de pH que favorecem seu armazenamento sob refrigeração;

- As propriedades funcionais das farinhas de morango e de cupuaçu destacam-se pelos altos teores de fibras alimentares. A farinha de morango apresentou altos teores de lipídios e proteínas;

- As farinhas de morango e cupuaçu apresentam elevados teores de minerais, com destaque para o zinco na farinha de morango e cobre na farinha de cupuaçu;

- Com relação ao conteúdo de compostos bioativos, a farinha de morango apresentou altos teores de fenólicos totais, destacando-se os flavonóides;

- Os extratos hidroetanólicos (80:20 v.v<sup>-1</sup>) das farinhas de morango e cupuaçu demonstraram capacidade de reduzir o ferro;

- A farinha de morango apresentou maior atividade antioxidante pelo método DPPH, enquanto a farinha de cupuaçu apresentou maior atividade antioxidante pelo método ABTS;

- As atividades antioxidantes das farinhas de morango e de cupuaçu apresentaram correlação positiva frente ao conteúdo de fenólicos totais pelos métodos do DPPH e ABTS;

- As farinhas de resíduos de morango e de cupuaçu apresentam potencial de aproveitamento nos diversos segmentos da indústria alimentícia.

## REFERÊNCIAS

ABUD, A.K.S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 12, p. 257-265, 2009.

ALCÂNTARA, S.R.; SOUSA, C.A.; ALMEIDA, F.A.; GOMES, J.P. Caracterização físico-química das farinhas do pedúnculo do caju e da casca do maracujá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, p. 349-355, 2013.

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

ANTOLOVICH, M.; PRENZLER, P.; ROBARDS, K.; RYAN, D. Sample preparation in the determination of phenolic compounds in fruits. *Critical Review*. **Analyst**, v. 125, p. 989-1009, 2000.

Association of Official Analytical Chemistry, AOAC. **Official Methods of Analysis** 15. ed. Arlington, 1990.

Association of Official Analytical Chemists, AOAC. **Official Methods of Analysis**. 18. ed. Washington, 2010.

Assistência estatística, **ASSISTAT**. Disponível em: <<http://www.assistat.com/indexp.html>> Acesso em: 12 ago. 2013.

BARBOSA, K.B.F.; COSTA, N.M.B; ALFENAS, R.C.G.; DE PAULA, S.O.; MINIM, V.P.R.; BRESSAN, J.; Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, p. 629-643, 2010.

BASTOS, M.S.R.; FILHO, M.S.M.S.; MACHADO, T.F.; OLIVEIRA, M.E.B.; ABREU, F.A.P.; CUNHA, V.A. **Manual de boas práticas de fabricação de polpa de fruta congelada**. Fortaleza: Embrapa - CNPAT/SEBRAE/CE. 1999.

BATTESTIN, V.; MATSUDA, L.K.; MACEDO, G.A.; Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. Departamento de Ciência de Alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, p. 63-72, 2004.

BIANCHI, M.L.P. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12, p. 123-130, 1999.

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

BRASIL. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 24 jun. 2012.

BRASIL, RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Disponível em: < [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1ae52c0047457a718702d73fbc4c6735/RDC\\_263\\_2005.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1ae52c0047457a718702d73fbc4c6735/RDC_263_2005.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 28 dez. 2013.

BRASIL, RDC nº 278 de 22 de setembro de 2005. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de saúde. Disponível em: < <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18843&word>> Acesso em: 23 jun. 2013.

BRASIL, RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: 18 dez. 2013.

BRASIL. Resolução nº 16, de 30 de abril 1999. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimentos e ou Novos Ingredientes. Brasília, 1999a. Disponível em< [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/96fa548047458ef597fdd73fbc4c6735/RESOLUCAO\\_16\\_1999.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/96fa548047458ef597fdd73fbc4c6735/RESOLUCAO_16_1999.pdf?MOD=AJPERES)> Acesso em: 23 set. 2013.

BRASIL. Resolução nº 17, de 30 de abril de 1999. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos. Brasília, 1999b. Disponível em< [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ea58f88047457ce3895cdd3fbc4c6735/RESOLUCAO\\_17\\_1999.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ea58f88047457ce3895cdd3fbc4c6735/RESOLUCAO_17_1999.pdf?MOD=AJPERES)> Acesso em: 19 set 2013.

BRASIL. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Aprova o 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://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=109>>. Acesso em: 12 ago. 2012.

BRASIL. Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. **Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 10 dez. 1999. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=110>>. Acesso em: 20 ago. 2012.

BRASIL. Resolução RDC nº 40, de 21 de março de 2001. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Aprovar o Regulamento Técnico para Rotulagem Nutricional Obrigatória de Alimentos e Bebidas Embalados. Disponível em <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/40\\_01rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/40_01rdc.htm)>. Acesso em: 25 jun. 2012.

BRASIL, Lei nº 12.305, de 02 de Agosto de 2010, **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 27 dez. 2013.

BRAZILIAN FRUIT, **Programa de promoção das exportações das frutas brasileiras e derivados**, 2011. Disponível em: <<http://www.brazilianfruit.org.br/Pbr/Inteligencia/Estatisticas/Exportacao.asp>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

BRUNE, M.; HALLBERG, L.; SKANBERG, A. Determination of iron-binding phenolic groups in foods. **Journal of Food Science**, v. 56, p. 128-132, 1991.

CALEGARO, J.M.; PEZZI, E.; BENDER, R.J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 37, p. 1049-1055, 2002.

CAMPOS, F.M. Teores de Beta-Caroteno em Vegetais Folhosos Preparados em Restaurantes Comerciais de Viçosa-MG. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 6, p. 163-169, 2003.

CANDIDO, L.M.B.; CAMPOS, A.M. Alimentos funcionais. Uma revisão. **Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p. 193-203, 2005.

CANUTO, G.A.B.; Xavier, A.A.O.; NEVES, L.C.; BENASSI, M.D.T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 1196-1205, 2010.

CARNEIRO, A.P.G.; COSTA, E.A.; SOARES, D.J.; MOURA, S.M.; CONSTANT, P.B.L. Caracterização físico-química dos frutos in natura e geleias de morango e pêssego, e aspectos de rotulagem do produto ao consumidor. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, p. 295-298, 2012.

CARVALHO, A.V.; GARCÍA, N.H.P.; FARFÁN, J.A. Proteínas da semente de cupuaçu e alterações devidas à fermentação e à torração. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 986-993, 2008.

CATANEO, C.B.; CALIARI, V.; GONZAGA, L.V.; KUSKOSKI, E.M.; FETT, R. Atividade antioxidante e conteúdo fenólico do resíduo agroindustrial da produção de vinho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, p. 93-102, 2008.

ChemSketch for Academic and Personal Use, **ACD**. Disponível em: <<http://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/>> Acesso em: 12 jun. 2013.

CHISTÉ, R.C.; COHEN, K.O.; MATHIAS, E.A.; RAMOS JÚNIOR, A.G.A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 861-864, 2006.

CORDENUNSI, B.R.; GENOVESE, M.I.; NASCIMENTO, J.R.O.; HASSIMOTTO, N.M.A.; SANTOS, R.J.; LAJOLO, F.M. Effects of temperature on the chemical

composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. **Food Chemistry**, v. 91, p. 113-121, 2005.

COSTA, J.M.C.; FELIPE, E.M.F.; MAIA, G.A.; BRASIL, I. M.; HERNANDEZ, F.F.H. Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, p. 228-232, 2007.

COZZOLINO, S.M.F. **Biodisponibilidade De Nutrientes**. 4.ed. São Paulo: Manole. 2012.

CUPPARI, L. **Guia de medicina ambulatorial e hospitalar: nutrição clínica no adulto**. 2.ed. São Paulo: Manole. 2005.

DAMIANI, C.; BOAS, E.V.B.V.; JUNIOR, M.S.S.; CALIARI, M.; PAULA, M.L.; ASQUIERI, E.R. Avaliação química de geléias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 177-184, 2009.

DEMIATE, I.M.; WOSIACK, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. Determinação de Açúcares Redutores e Totais em Alimentos. Comparação entre Método Colorimétrico e Titulométrico. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 8, p. 65-78, 2002.

Department of Agriculture Agricultural Research Service, U.S.D.A. **Data base for the Flavonoid Content of Selected Foods**. 2013. Disponível em <[http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/Flav/Flav\\_R03-1.pdf](http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/Flav/Flav_R03-1.pdf)> Acesso em: 28 jul. 2013.

DEWANTO, V.; WU, X.Z.; LIU, R.H. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 4959–4964, 2002.

DIAS, L.T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 692-700, 2006.

DJILAS, S.; ČANADANOVIĆ-BRUNET, J.; CETKOVIC, Gordana. by-products of fruits processing as a source of phytochemicals. Chemical. **Industry y Chemical Engineering Quarterly**, v 15, p.191-202, 2009.

DOLINSKY, M. **Nutrição Funcional**. São Paulo: Roca. 2009.

EDUCADORES DIA A DIA. **Secretaria de Educação do Paraná**. 2010. Disponível em: <<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/mylinks/viewcat.php?cid=5&min=560&orderby=hitsD&show=10>>. Acesso em: 26 dez. 2013.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA. **Aproveitamento dos Coprodutos da Agroindústria Processadora de Suco e Polpa de Frutas para Alimentação de Ruminantes**. Documentos online ISSN 1808-9992, Agosto, 2009. Disponível em:

<[http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public\\_eletronica/downloads/SDC220.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/SDC220.pdf)>.  
Acesso em: 24 nov. 2013.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA. **Perguntas e Respostas: Abacaxi.** Disponível em:  
<[http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=perguntas\\_e\\_respostas-abacaxi.php](http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=perguntas_e_respostas-abacaxi.php)>  
Acesso em: 30 mai. 2013.

FAGUNDES, P.R.S.; SILVA, R.O.P.; NACHILUK, K.; MONDINI, L. Aproveitamento dos resíduos gerados no entreposto terminal de São Paulo da Ceagesp. **Informações Econômicas**, v. 42, p. 65-73, 2012.

FARIA, V. H. F., DIAS, B. M.; COSTA, M. C. M.; SILVA, V. R.; DRUMMOND, A. L.; FRANCO, V. P.; CUNHA, M. R. R.; FRANKLIN, H. M. O. H.; PEIXOTO, T.M. A. G. Avaliação de resíduos de agrotóxicos em polpas de morango industrializadas. Pesticidas: **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 19, p. 49-56, 2009.

FASOLIN, L.H.; ALMEIDA, G.C.; CASTANHO, P.S.; NETTO OLIVEIRA, E.R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 524-29, 2007.

FELIPE, E.M.F.; COSTA, J.M.C.; MAIA, G.A.; HERNANDEZ, F.F.H. Avaliação da qualidade de parâmetros minerais de pós-alimentícios obtidos de casca de manga e maracujá. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, p. 79-83, 2006.

FENNEMA, O.R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; **Química de Alimentos de Fennema**. 4.ed. São Paulo: Artmed. 2010.

FERREIRA, I.C.F.R.; ABREU, R.M.V. Stress Oxidativo, Antioxidantes e Fitoquímicos. **Bioanálise**, v. 4, p. 32-39, 2007.

FILHO, P.F.; ORMOND, J.G.P.; PAULA, S.R.L. **Brazilian fruit production: in search of an export model**. BNDES Agroindustrial Studies Department. v. 1, p. 1-40, 1999. Disponível em: <  
[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_en/Galerias/Download/studies/fruit.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_en/Galerias/Download/studies/fruit.pdf)> Acesso em: 24 set.2013.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu. 2007.

FRANÇOSO, I.L.T.; COUTO, M.A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; ARTHUR, V. Alterações físico-químicas em morangos (*Fragaria anassa Duch.*) irradiados e armazenados. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 614-619, 2008.

FRANKEL, E. N.; MEYER, A. S. The problems of using one- dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p.1.925-1.941, 2000.

FREIRE, M.T.A.; PETRUS, R.R.; FREIRE, C.M.A.; OLIVEIRA, C.A.F.; FELIPE, A.M.P.F.; GATT, J.B. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de polpa de cupuaçu congelada (*Theobroma grandiflorum* Schum). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, p. 09-16, 2009.

GAMBA, V. **Avaliação energética dos resíduos constituintes das estruturas vegetativas do abacaxizeiro.** Disponível em: <[http://www.unesp.br/pgr/workshop/pdf/RAGP\\_VitorGamba.pdf](http://www.unesp.br/pgr/workshop/pdf/RAGP_VitorGamba.pdf)>. Acesso em: 30 mai. 2013.

GANDRA, P.G.; ALVES, A.A.; MACEDO, D.V.; KUBOTA, L.T. Determinação eletroquímica da capacidade antioxidante para avaliação do exercício físico. **Química Nova**, v. 27, p. 980-5, 2004.

GIADA, M.L.R.; MANCINI-FILHO, J. The in vitro antioxidant activity of food phenolic compounds. **Nutrire**, v. 28, p. 91-107, dez. 2004.

GONDIM, J.A.M.; MOURA, M.F.V.; DANTAS, A.S.; MEDEIROS, R.L.S.; SANTOS, K.M. Composição Centesimal e de minerais em Cascas de frutas. **Ciências Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 825-827, 2005.

GRAJEK, W.; OLEJNIK, A.; SIP, A. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. Department of Biotechnology and Food Microbiology. **Acta Biochimica**, v. 52, p. 665-671, 2005.

GRAHAM, H. D. Stabilization of the Prussian blue color in the determination of polyphenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, p. 801-805, 1992.

GUTKOSKI, L.C.; NETO, R.J. Procedimento para teste laboratorial de panificação – pão tipo forma. **Ciência Rural**, v. 32, p. 873-879, 2002.

HINNEBURG, I; DAMIEN,H.J; RAIMO H. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. **Food Chemistry**, v. 97, p. 122-129, 2006.

HUBER, L.S, RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v.19, p. 97-108, 2008.

Instituto Brasileiro de Frutas. IBRAF. **Programa de promoção das exportações das frutas brasileiras e derivados.** Brazilian Fruit. Disponível em: <<http://www.brazilianfruit.org.br>>. Acesso em: 11 ago. 2013.

Instituto Brasileiro de Frutas. IBRAF. **Estatísticas. Frutas frescas: importação, exportação e produção,** 2011. Disponível em: <[http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est\\_frutas.asp](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp)>. Acesso em: 20 out. 2013.

Institute of Medicine Food and Nutrition Board. IOM. 2005. **Dietary Reference Intakes (DRIs): Estimated Average Requirements,** 2005. Disponível em:<

[http://www.iom.edu/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRI/DRI\\_Vitamins.pdf](http://www.iom.edu/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRI/DRI_Vitamins.pdf)  
> acesso em: 12 jun 2013.

IONITA, P. Is DPPH Stable Free Radical a Good Scavenger for Oxygen Active Species? Institute of Physical Chemistry, **Chemical Papers**, v. 59, p. 11-16, 2005.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas. Relatório de Pesquisa.** Brasília, 2012. Disponível em <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriospesquisa/120917\\_relatorio\\_residuos\\_organicos.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriospesquisa/120917_relatorio_residuos_organicos.pdf)> Acesso em: 26 out. 2013.

JACQUES, A. C., PERTUZATTI, P. B., BARCIA, M. T., ZAMBIAZI, R. C. Compostos bioativos em pequenas frutas cultivadas na região sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12, p.123-127, 2009.

JARDINI, F.A.; MANCINI, J. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum* L.). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, p.137-147, 2007.

JU, Z.Y.; HOWARD, L.R. Effects of Solvent and Temperature on Pressurized Liquid Extraction of Anthocyanins and Total Phenolics from Dried Red Grape Skin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 5207-5213, 2003.

JÚNIOR, J.E.L.; COSTA, J.M.C.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, p. 70-76, 2006.

KATSUBE, N.; IWASHITA, K.; TSUSHIDA, T.; YAMAKI, K.; KOBORI, M. Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 51, p. 68-75, 2003.

KHAN, A.S.; SILVA, L.M.R.; ARAÚJO, A.C. Estudo de mercado de polpa de frutas produzidas na região sudoeste da Bahia. Documentos Técnicos Científicos. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 34, p.308-327, 2003.

KHODDAMI, A.; WILKES, M.A.; ROBERTS, T.H. Techniques for Analysis of Plant Phenolic Compounds. **Molecules**, v. 18, p. 2328-2375, 2013.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.R. Carotenoid composition of hydroponic leafy vegetables. **Journal of Agricultural of Food Chemistry**, v. 51, p. 2603-2607, 2003.

KOPPER, A. C.; SARAVIA A. P. K.; RIBANI, R.H.; LORENZI G. M. A. Utilização tecnológica da farinha de bocaiuva na elaboração de biscoitos tipo cookie. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, p. 463-469, 2009.

KRINSKY, N.I.; JOHNSON, E.J. Carotenoid actions and their relation to health and disease. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 26, p. 459-516, 2005.

KRIS-ETHERTON, P.M.; HECKER, K.D.; BANANOME, A.; COVAL, S.M.; BINKOSKI, A.E.; HILPERT, K.F.; GRIEL, A.E.; ETHERTON, T. D. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and câncer. **The American Journal of Medicine**, v. 113, p. 71-88, 2002.

LIU, R.H. Potential Synergy of Phytochemicals in Cancer Prevention: Mechanism of Action. International Research Conference on Food, Nutrition, and Cancer. American Society for Nutritional Sciences. **The Journal of Nutrition**, v. 134, p. 3479-3485, 2004.

MAFRA, D.; COZZOLINO, S.M.F. Importância do zinco na nutrição humana. **Revista de Nutrição**, v. 1, p. 79-87, 2004.

MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause - Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 11.ed. São Paulo: Roca. 2011.

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

MANFROI, V.; COSTA, G.P.; GUERRA, C.C.; ZANUS, M.C.; FILHO, F.B.; ROMBALD, C.V. Aplicação de taninos enológicos na elaboração de vinho Cabernet Sauvignon e seus efeitos sobre a qualidade sensorial. **Ciência Rural**, v. 40, p. 175-181, 2010.

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M.T.; MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U.O. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 1206-1210, 2010.

MARQUES, T.R.; LINO, J.B.R.; SIMÃO, A.A.; ALVES, A.P.C.; CORRÊA, A.D.; LAGE, F.F. **Minerais e propriedades funcionais em resíduos agroindustriais de acerola** (*Malpighia emarginata* D.C). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 52, 2012, Recife. *Resumos...* Recife, ABQ - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2012.

MATISSEK, R.; SCHNEPEL, F. M.; STEINER, G. **Analisis de los alimentos: fundamentos, métodos, aplicaciones**. Zaragoza: Acribia, 1998.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, p. 193-201, 2008.

MELO, J.R.A. **Plantas milagrosas. Morango benefícios e qualidades**. Disponível em: <<http://plantasmilagrosasblog.blogspot.com.br/2013/05/morango-beneficios-e-qualidades.html>>. Acesso em: 24 jun. 2013.

MENEZES, E. W.; GIUNTINI, E. B.; DAN, M. C. T.; SARDÁ, F. A. H.; LAJOLO F. M. Codex dietary fibre definition – Justification for inclusion of carbohydrates from 3 to 9 degrees of polymerisation. **Food chemistry**, v.140, p.581-585, 2013.

MENRAD, Klaus. Market and marketing of functional food in Europe. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 181-188, 2003.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid for determination of reducing sugar, **Analytical Chemistry**, v. 11, p. 426-428, 1959.

MISAWA, N. Pathway engineering of plants toward astaxanthin production. **Plant Biotechnology**, v. 26, p. 93-99, 2009.

MONTEIRO, C.A.; MONDINI, L.; COSTA, R.B.L. Mudanças na composição e adequação nutricional na dieta familiar nas áreas metropolitanas do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, p. 251-258, 2000.

MORAES, F.P.; COLLA, L.M. Alimentos funcionais nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, p. 109-122, 2006.

MORAES, I.V.M.; CENCI, S.A.; BENEDETTI, B.C.; MAMEDE, A.M.G.N.; SOARES, A.G.; BARBOZA, H.T.G. Características físicas e químicas de morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 274-281, 2008.

MOREIRA, J. S. A., SOUZA, M. L., NETO, S.E.A., SILVA, R. F.; Estudo da estabilidade microbiológica e físico-química de polpa de cupuaçu desidratada em estufa. **Revista Caatinga**, v. 24, p. 26-32, 2011.

OLIVEIRA, L.F. Os avanços do uso da bromelina na área de alimentação e saúde. **Revista Alimento e Nutrição**, v. 12, p. 215-226, 2001.

OLIVEIRA, L.F.; NASCIMENTO, M.R.F.; BORGES, S.V.; RIBEIRO, P.C.N.; RUBACK, V.R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. FLAVICARPA) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, p. 259-262, 2002.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B. Mudanças certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. **A Lavoura**, v. 108, p. 35-38, 2005.

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

OLIVEIRA, D. S.; AQUINO, P.P.; RIBEIRO, S. M.R.; PROENÇA, R. P. C.; PINHEIRO, M, H.S. 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**, v. 33, p. 89-96 2011.

OKONOJI, S.; DUANGRAT, C.; ANUCHPREEDA, S.; TACHAKITTIRUNGROD, S.; CHOWWANAPHOONPOHN, S. Comparison of antioxidant capacities and cytotoxicities of certain fruit peels. **Food Chemistry**, v. 103, p. 839-846, 2007.

ORDONEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos - Alimentos de origem animal**, v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005.

OSBORNE, D.R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic Press. 1978.

OYAIZU, M. Studies on products of browning reactions: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. **Japanese Journal of Nutrition**, v. 44, p. 307-315, 1986.

PARFITT, J.; BARTHEL, M.; MACNAUGHTON, S. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. **Journal The Royal Society**, v. 365, p. 3065–3081, 2010.

PETERSON, J.; DWYER, J. Flavonoids: dietary occurrence and biochemical activity. **Nutrition Research**, v. 18, p. 1995-2018, 1998.

PIMENTEL, B.M.V.; FRANCKI, M.; GOLLÜCKE, B.P. **Alimentos funcionais: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela. 2005.

PORTER, L.J.; HRSTICH, L.N.; CHAN, B.G. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyaniding and delphinidin. **Phytochemistry**, v. 25, p. 223-230, 1986.

PSYCHIC SCIENTIFIC, **Expand your mind, improve your body have fun: carboidratos**. Disponível em: <<http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohydrates2.html>> Acesso em: 03 jan. 2014.

PUGLIESE, A. G., TOMAS-BARBERAN, F. A., TRUCHADO, P., GENOVESE, M. I. Flavonoids, proanthocyanidins, vitamin C, and antioxidant activity of *Theobroma grandiflorum* (Cupuassu) pulp and seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 2720-2728, 2013.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICEEVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, p. 1231-1237, 1999.

RÊGO JÚNIOR, N. O.; FERNANDEZ, L.; CASTRO, R.; SILVA, L.; GUALBERTO, S.; PEREIRA, M.; SILVA, M. Compostos bioativos e atividade antioxidante de extratos

brutos de espécies vegetais da caatinga. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.14, p. 50-57, 2011.

RIBEIRO, R.D.; FINZER, J.R.D. Desenvolvimento de biscoito tipo cookie com aproveitamento de farinha de sabugo de milho e casca de banana. **Revista Uberaba**, v.7 p. 120-124, 2010.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 2ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2007.

ROCHA, D.A.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D.; FONSECA, E.W.N. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 1124-1128, 2008.

ROCHA, W.S.; LOPES R. M.; SILVA, D.B.; VIEIRA, R.F.; SILVA, J.P.; COSTA, T.S.A. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 1215-1221, 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in food**. Washington: International Life Sciences Institute. 2001.

RODRIGUES-AMAYA D.B., KIMURA, M.E AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. Ministério do Meio Ambiente. 2.ed. Brasília, 2008.

SANTOS, F.L. Efeito da Suplementação de Lipídios na Ração sobre a Produção de Ácido Linoléico Conjugado (CLA) e a Composição da Gordura do Leite de Vacas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1931-1938, 2001.

SANTOS, M. H., BATISTA, B. L., DUARTE, S. M., ABREU, C. M. P., GOUVÊA, C. M. C. P. Influência do processamento e da torrefação sobre a atividade antioxidante do café (*Coffea arabica*). **Química Nova**, v. 30, p. 604, 2007.

SANTOS, G.M.; MAIA, G.A.; SOUSA, P.H.M.; FIGUEIREDO, R.W.; COSTA, J.M.C.; FONSECA, A.V.V. Atividade antioxidante e correlações com componentes bioativos de produtos comerciais de cupuaçu. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1636-1642, 2010.

Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Reforma Agrária, Pesca e Aquicultura. SEAGRI. **2010, o ano da agroindustrialização da Bahia**. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/noticias/2010/10/22/2010-o-ano-da-agroindustrializa%C3%A7%C3%A3o-da-bahia>>. Acesso em: 20 out. 2013.

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, SETEC. **Cartilhas temáticas. Ministério da Educação-Cupuaçu**. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000009566.pdf>> Acesso em: 08 nov. 2013.

SCHWARZ, K.; RESENDE, J.T.V.; PIEROZAN, JUNIOR C; PRECZENHAK, A.P.; QUARTIERO, A.; ZANIN, D.S. Qualidade pós-colheita de frutos de morangueiro cultivados com diferentes fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. S5272-S5280, 2011.

Serviço Brasileiro de Apoio as micro e pequenas Empresas, SEBRAE. **Fruticultura cresce 2,41% em 2010**. Disponível em: < <http://www.sebrae.com.br/setor/fruticultura>>. Acesso em: 27 jul. 2013.

Serviço brasileiro de apoio as micro e pequenas empresas, SEBRAE. **Exportações de frutas em 2013**. Disponível em < <http://www.sebrae.com.br/setor/fruticultura>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

SENTANIN, M.A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciências Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 787-92, 2007.

SOUSA, M.S.B.; VIEIRA, L.M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, p. 202-210, 2011.

SOUSA, M. S. B., VIEIRA, L. M., SILVA, M. D. J. M., Lima, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciências Agrotecnologia**, v. 35, p. 554-559, 2011.

SOUZA, P.H.M.; SOUZA NETO, M.H.; MAIA, G.A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**, v. 37, p. 127-135, 2003.

SIDDHURAJU, J. Antioxidant activity of polyphenolic compounds extracted from defatted raw and dry heated Tamarindus indica seed coat. **LWT- Food Science and Technology**, v. 40, p. 982-990, 2007.

SILVA, M.R.; SILVA, M.A.A.P. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista Nutrição**, v. 12, p. 21-32, 1999.

SILVA, M.L.C.; COSTA, R.S.; SANTANA, A.S.; KOBLITZ, M.G.B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 669-682, 2010.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos**: Deterioração e modificações químicas, físicas e enzimáticas de proteínas. São Paulo: Varela. 1996.

SIMOES, C.M.O. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 6.ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

STURMER, J. **Comida, um santo remédio**. 4.ed. Petropolis: Vozes. 2002.

STRAWBERRY seed extract. Numata Kitagata-cho Ichinomiya City, Ver. 2.0 JT. Japan, p. 36, 2011. Disponível em: <

<http://www.oryza.co.jp/html/english/pdf/Strawberry%20catalog%20ver1.0.pdf>> Acesso em: 03 ago. 2013.

STRINGHETA, P.C.; MARAL, H.; CARVALHO, A.; VILELA, M.A.P.; OLIVEIRA, T.T. Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 43, p. 181-194, 2007.

SUN, J.; LIU, R.H. Cranberry phytochemical extracts induce cell cycle arrest and apoptosis in human MCF-7 breast cancer cells. **Cancer Letters**, v. 241, p. 124-134, 2006.

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

TAPIERO, H.; TOWNSEND, D.M.; TEW, K.D. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 58, p. 100-110, 2004.

TEDRUS, G.A.S.; ORMENESE, R.C.S.C.; SPERANZA, S.M.; CHANG, Y.K.; BUSTOS, F.M. Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, p. 20-25, 2001.

TIITTO-JULKUNEM, R. Phenolic constituents in the leaves of Northern Willows: methods for the analysis of certain phenolics. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 33, p. 213-217, 1985.

UCHOA, A.M.A., COSTA, A., G.A., MEIRA, T.R., SOUSA, P.H.M., BRASIL, I.M., Formulation and Physicochemical and Sensorial Evaluation of Biscuit-Type Cookies Supplemented with Fruit Powders. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 64, p. 153-159, 2009.

VIEIRA, A.C.P.; CORNÉLIO, A.R.; SALGADO, J. M. Alimentos funcionais: aspectos relevantes para o consumidor. **Revista Jus Navigandi**, v. 11, p. 645-647, 2007.

VILLELA, G.G. **Pigmentos Animais: Zoocromos**. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, 5.ed. p. 5-31, 1976.

VIZZOTO, Márcia. Propriedades funcionais das pequenas frutas. Pequenas frutas: tecnologias de produção. **Informe Agropecuário**, v. 33, p. 84-88, 2012.

VOLP, A.C.P.; RENHE, I.R.T.; BARRA, K.; STRINGHETA, P.C.; Flavonóides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 23, p.141-149, 2008.

VOUTILAINEN, S.; NURMI, T.; MURSU, J.; RISSANEN, T.H. Carotenoids and cardiovascular health. **American Society for Clinical Nutrition**, v. 83, p. 1265-1271, 2006.

WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 1801-1812, 1999.

WIJNGAARD, H.H.; RÖBLE, C.; BRUNTON, N. A survey of Irish fruit and vegetable waste and by-products as a source of polyphenolic antioxidants. **Food Chemistry**, v. 116, p. 202-207, 2009.

WOISKY, R.G.; SALATINO, A. Analysis of propolis: some parameters and procedure for chemical quality control. **Journal Apicultural Research**, v. 37, p. 99-105, 1998.

ZHAO, B.; HALL, C.A. Composition and antioxidant activity of raisin extracts obtained from various solvents. **Food Chemistry**, v. 108, p. 511-518, 2008.