



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
CENTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO SOCIOAMBIENTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DE RESÍDUOS  
DE ABACAXI, ACEROLA E CAJÁ ORIUNDOS DA INDÚSTRIA  
PRODUTORA DE POLPAS**

IVAN SANTOS BATISTA SOBRINHO

**ITAPETINGA – BA**

**2014**

**PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DE RESÍDUOS  
DE ABACAXI, ACEROLA E CAJÁ ORIUNDOS DA INDÚSTRIA  
PRODUTORA DE POLPAS**

IVAN SANTOS BATISTA SOBRINHO

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Área de Concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento, para obtenção do título de Mestre.

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

**ITAPETINGA – BA**

**2014**



## **DEDICAÇÃO**

Dedico à minha querida e estimada avó Celina Alves dos Santos  
(*In memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** por estar sempre em meus caminhos e por dar-me forças nos momentos mais difíceis no desenvolver desta dissertação.

Ao meu grande amigo, **Hector Hugo Silva Medrado**, que esteve sempre ao meu lado me incentivando para a produção e tradução dos textos, na revisão dos mesmos, no auxílio nos experimentos e, principalmente, pela força dada nos momentos de fraquezas, desânimos e indecisões.

A **minha Família** que sempre acreditou em mim e no meu potencial.

Ao meu orientador, Prof. *D.Sc.* **Marcondes Viana da Silva**, pela atenção, educação, orientação, amizade, direcionamento e pela compreensão dos limites e dificuldades no decorrer desses quase dois anos.

Ao Prof. *D. Sc.* **Orlando Silvio Caires Neves**, Diretor da UFBA/VDC, pelo apoio durante esta etapa da minha formação acadêmica.

A **Ednilton (Gama), Robson França, Sheila Caracas e Lara Cruve**, pela atenção, dedicação e orientações nos processos experimentais.

Aos Profs. *D. Scs.* **Anderson Santos Souza, Valfredo Azevedo Lemos, Modesto Antonio Chaves, Carmen Lúcia de Souza Rech**, pela atenção e permitir o acesso ao laboratório para algumas análises.

Aos **colegas da pós-graduação**, principalmente a Gledna e Moana, que durante estes meses de estudos e descobertas nos familiarizamos e afeiçoamos para um patamar de apoio e amizade.

As meninas da Higienização da UFBA/VDC (**Adriana, Fabiana, Pedrina e Rita**) que estiveram sempre prestativas e atenciosas ao que fosse necessário e solicitado.

Aos ICs **Elias, Romário, Rafael e Márjorie** pelo apoio durante os experimentos.

A **POLIPOLPAS**, especialmente Cleide e Nito, por gentilmente ceder os resíduos para realização deste trabalho.

E por fim, agradeço àqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a elaboração desta dissertação e, de modo especial, aos professores do Colegiado do Programa, aos colegas, aos técnicos, que nos franquearam as informações necessárias para a concretização dos objetivos do trabalho.

*“A vida não é um corredor reto e tranquilo que nós percorremos livres e sem empecilhos, mas um labirinto de passagens, pelas quais nós devemos procurar nosso caminho, perdidos e confusos, de vez em quando presos em um beco sem saída.*

*Porém, se tivermos fé, uma porta sempre será aberta para nós, não talvez aquela sobre a qual nós mesmos nunca pensamos, mas aquela que definitivamente se revelará boa para nós.”*

(SPENCER, 2000)

## RESUMO

**BATISTA SOBRINHO, I. S. PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DE RESÍDUOS DE ABACAXI, ACEROLA E CAJÁ ORIUNDOS DA INDÚSTRIA PRODUTORA DE POLPAS:** UESB, 2014. 166p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais)\*.

O Brasil apresenta-se como o terceiro maior produtor mundial de frutas tropicais. Assim sendo, é crescente em todo o mundo a comercialização de produtos derivados de frutas resultando uma expressiva quantidade de resíduos sem destinos ainda não definidos. Embora estes sejam constituídos de nutrientes e fitoquímicos bioativos importantes para saúde humana. Objetivou-se com o presente estudo determinar a composição físico-química, *screening* dos principais fitoquímicos bioativos, atividade antioxidante e sua correlação a partir de farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá. As farinhas processadas foram avaliadas quanto a sua caracterização nutricional, *screening* de fitoquímicos bioativos e atividade antioxidante e análises de correlação. Foi utilizado o DIC com três repetições. As farinhas apresentam atividade de água inferior a 0,6 sendo consideradas estáveis pela legislação brasileira. As farinhas de cajá apresentam maiores teores de proteínas (8,08%), fibra alimentar (75,00%) e fenólicos totais (307,17 mg GAE.100g<sup>-1</sup>). A farinha do resíduo de acerola (lote 3) destaca-se com 1.350,43 mg.100g<sup>-1</sup> de cálcio. Os extratos hidroalcóolicos (80:20 v.v<sup>-1</sup>) das farinhas do cajá apresentam maior atividade antioxidante pelo método DPPH (EC<sub>50</sub> 216,9 µg.mL<sup>-1</sup>) enquanto que as farinhas de acerola apresentam maior atividade pelos métodos ABTS (897 mg.g<sup>-1</sup> VCEAC) e o Poder Redutor (298,3 mg.100g<sup>-1</sup>). Consta-se que as farinhas exibem altos teores de fibra alimentar, além de expressiva atividade antioxidante pelo método do DPPH, ABTS e Poder Redutor. Observa-se correlação exponencial muito forte entre os teores de fenólicos e atividade antioxidante (R<sup>2</sup> > 0,99) e correlação forte entre os teores de carotenoides e atividade antioxidante (R<sup>2</sup> > 0,90).

**Palavras-chave:** Fitoquímicos bioativos, Atividade antioxidante, Macro e micronutrientes, Composição química.

\* Orientador: Marcondes Viana da Silva, D. Sc. UESB, Itapetinga - Bahia.

## ABSTRACT

BATISTA SOBRINHO, I. S. **NUTRITION AND FUNCTIONAL PROPERTIES IS WASTE OF PINEAPPLE, AND ACEROLA CAJA FROM PULP INDUSTRY PRODUCER:** UESB, 2014. 166p. (Thesis - Master in Environmental Sciences)\*.

The Brazil is third largest producer of tropical fruits in the world. Thus, there is growing worldwide commercialization of products derived from fruits resulting in a significant amount of waste without targets still well defined. However, these are made up of important bioactive phytochemicals and nutrients for human health. The objective of this study was to determine the physical and chemical composition, screening of the major bioactive phytochemicals, antioxidant activity and its correlation flour produced from pineapple, acerola and caja wastes. The processed flours were evaluated for nutritional characterization, screening of bioactive phytochemicals and antioxidant activity and correlation analyzes. DIC was used with three replications. Flours have lower water activity of 0,6 being considered stable under Brazilian laws. Caja flours have higher protein (8,08 %), dietary fiber (75,00 %) and total phenolics (307,17 mg GAE.100g<sup>-1</sup>). The flour from acerola residue (lot 3) stands out with 1350,43 mg.100g<sup>-1</sup> calcium. The hydroalcoholic extracts (80:20 vv<sup>-1</sup>) of the flour caja have higher antioxidant activity by DPPH method (EC50 216,9 µg.mL<sup>-1</sup>) while the flour acerola presents higher activity by ABTS (897 mg.g VCEAC<sup>-1</sup>) and Reducing Power (298,3 mg.100g<sup>-1</sup>). It appears that the flours exhibit high levels of dietary fiber, in addition to significant antioxidant activity by the DPPH, ABTS and Reducing Power method. It was observed very strong exponential correlation between the levels of phenolics and antioxidant activity ( $R^2 > 0,99$ ) and a strong correlation between the levels of carotenoids and antioxidant activity ( $R^2 > 0,90$ ).

**Keywords:** Bioactive phytochemicals, Antioxidant activity, Macro and micronutrients, Chemical composition.

\* **Advisor:** Marcondes Viana da Silva, D. Sc. UESB, Itapetinga – Bahia.

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Tabela 1 -</b>	Panorama dos co-produtos provenientes do beneficiamento industrial e/ou processamento secundário de produtos agrícolas.	<b>26</b>
<b>Tabela 2 -</b>	Caracterização Físico-Química de resíduos desidratados de abacaxi oriundos da indústria de polpas de frutas	<b>30</b>
<b>Tabela 3 -</b>	Caracterização Físico-Química de resíduos desidratados de acerola oriundos da indústria de polpas de frutas	<b>32</b>
<b>Tabela 4 -</b>	Caracterização Físico-Química de resíduos desidratados de cajá oriundos da indústria de polpas de frutas	<b>34</b>
<b>Tabela 5 -</b>	Agências reguladoras de alguns países que criaram termo alimentos funcionais em várias partes do mundo	<b>36</b>
<b>Tabela 6 -</b>	Valores de ingestão dietética de referência (Dietary reference intakes - DRI) - Fibras totais.	<b>39</b>
<b>Tabela 7 -</b>	Classes de estruturas dos metabólitos secundários	<b>42</b>
<b>Tabela 8 -</b>	Benefícios à saúde de compostos bioativos selecionados para auxiliar no tratamento de doenças cardiovasculares.	<b>44</b>
<b>Tabela 9 -</b>	Frutas e derivados como fontes naturais de antioxidantes	<b>68</b>
<b>Tabela 10 -</b>	Frutas e derivados como fontes naturais de antioxidantes	<b>69</b>
<b>Tabela 11 -</b>	Sementes como fontes naturais de antioxidantes	<b>70</b>
<b>Tabela 12 -</b>	Resíduos como fontes naturais de antioxidantes	<b>71</b>
<b>Tabela 13 -</b>	Lista dos métodos antioxidantes in-vitro.	<b>75</b>
<b>Tabela 14 -</b>	Principais métodos para avaliação da atividade antioxidante com suas respectivas significâncias.	<b>76</b>
<b>Tabela 15 -</b>	Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos (Portaria SVS n° 33/9825 e Resolução GMC n° 18/94 – Mercosul e (*) RDA/NAS, 1989).	<b>78</b>
<b>Tabela 16 -</b>	Caracterização de minerais das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá.	<b>79</b>
<b>Tabela 17 -</b>	Data das coletas e dados geográficos dos pomares onde foram feitas as colheitas das frutas.	<b>83</b>
<b>Tabela 18 -</b>	Tempo de desidratação de cada lote das amostras dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá. (Tempo em horas).	<b>100</b>
<b>Tabela 19 -</b>	Percentuais de desidratação dos lotes dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA).	<b>101</b>
<b>Tabela 20 -</b>	Teor de umidade da farinha dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) expressos em matéria seca.	<b>103</b>
<b>Tabela 21 -</b>	Teor de cinzas das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em base seca).	<b>104</b>
<b>Tabela 22 -</b>	Teor de proteínas das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) (expressos em base seca).	<b>105</b>
<b>Tabela 23 -</b>	Teor de lipídios das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em base seca).	<b>106</b>
<b>Tabela 24 -</b>	Teores de Fibras Alimentares solúveis, insolúveis e totais das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá	

	(CA) - (expressos em base seca).	107
<b>Tabela 25</b>	- Teores de Açúcares Redutores, Não-Redutores e Totais das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em base seca).	108
<b>Tabela 26</b>	- Valores de pH das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em base seca).	110
<b>Tabela 27</b>	- Teores de acidez titulável total (ATT) das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em base seca).	111
<b>Tabela 28</b>	- Valores da atividade de água das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em matéria seca).	112
<b>Tabela 29</b>	- Valores calorimétricos das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em base seca).	113
<b>Tabela 30</b>	- Avaliação da cor das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em matéria seca).	113
<b>Tabela 31</b>	- Caracterização dos Carotenoides e da Atividade Equivalente de Retinol (RAE) das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá.	115
<b>Tabela 32</b>	- Teores dos Compostos fenólicos das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá.	116
<b>Tabela 33</b>	- Teores de Flavonoides totais das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá.	118
<b>Tabela 34</b>	- Teores de Taninos Condensados (método da Vanilina e Butanol-ácido) e Hidrolisáveis das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá.	120
<b>Tabela 35</b>	- Caracterização da atividade antioxidante das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá pelo método do DPPH para EC <sub>50</sub> .	122
<b>Tabela 36</b>	- Valores de VCEAC (atividade antioxidante equivalente ao ácido ascórbico) da farinha do resíduo de abacaxi, acerola e cajá aplicando o método ABTS	126
<b>Tabela 37</b>	- Composição mineral das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá expressos em base seca.	129

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Variação anual do PIB do agronegócio <i>versus</i> PIB brasileiro (1995-2008)	<b>21</b>
<b>Figura 2 -</b>	Esquema demonstrativo do processamento industrial de polpas de frutas	<b>24</b>
<b>Figura 3 -</b>	Resíduos de frutas dispostos em aterro	<b>24</b>
<b>Figura 4 -</b>	Abacaxi: a) apresentado em mercado; b) corte radial; c) Resíduo descartado no aterro.	<b>29</b>
<b>Figura 5 -</b>	a) Aceroleira; b) Acerolas com folhas; c) Acerola;	<b>31</b>
<b>Figura 6 -</b>	Cajá ( <i>Spondias mombin</i> L.).	<b>33</b>
<b>Figura 7 -</b>	Estruturas dos principais compostos não-amiláceos das fibras dietéticas.	<b>40</b>
<b>Figura 8 -</b>	Estruturas dos principais compostos não-amiláceos das fibras dietéticas.	<b>41</b>
<b>Figura 9 -</b>	Classificação dos fitoquímicos bioativos.	<b>47</b>
<b>Figura 10 -</b>	Mecanismo de ação de antioxidante primário.	<b>48</b>
<b>Figura 11 -</b>	Estrutura molecular padrão de um flavanoide	<b>50</b>
<b>Figura 12 -</b>	Exemplos de flavonoides	<b>50</b>
<b>Figura 13 -</b>	Exemplos de flavonoides	<b>51</b>
<b>Figura 14 -</b>	Exemplos de flavonoides	<b>52</b>
<b>Figura 15 -</b>	Exemplos de flavonoides	<b>53</b>
<b>Figura 16 -</b>	Molécula do flavonol quercetina com destaque para os grupos funcionais importantes na expressão da atividade antioxidante de flavonóides	<b>55</b>
<b>Figura 17 -</b>	Estruturas moleculares que compõem os taninos condensados e hidrolisáveis. a) Ácido gálico; b) Ácido elágico; c) Tanino hidrolisável; d) Tanino condensado.	<b>57</b>
<b>Figura 18 -</b>	Estrutura molecular do $\beta$ -caroteno com unidades isoprenílicas em destaque (marrom).	<b>58</b>
<b>Figura 19 -</b>	Estrutura dos principais carotenoides	<b>59</b>
<b>Figura 20 -</b>	Estrutura dos principais carotenoides	<b>60</b>
<b>Figura 21 -</b>	Mecanismo de Fotoproteção	<b>61</b>
<b>Figura 22 -</b>	Compostos fenolicos antioxidantes sintéticos: a) BHA, b) BHT, c) TBHQ, d) PG	<b>64</b>
<b>Figura 23 -</b>	Reação redox do BHT com radicais livres ( $R^\bullet$ ou $RCOO^\bullet$ ) e a estabilização do radical formado por ressonância.	<b>65</b>
<b>Figura 24 -</b>	Reação de sequestro do radical DPPH por um agente antioxidante	<b>72</b>
<b>Figura 25 -</b>	Processo de formação do radical ABTS $^\bullet$ pelo ânion persulfato ( $S_2O_8^{2-}$ ) e seu posterior sequestro por um agente antioxidante	<b>73</b>
<b>Figura 26 -</b>	Reações de redução do Fe(III) a Fe(II) nos complexos $[Fe(CN)_6]^{3+}$ e formação do azul da Prússia, $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$	<b>74</b>
<b>Figura 27 -</b>	Câmaras fria. a) Parte externa; b) parte interna	<b>84</b>
<b>Figura 28 -</b>	Equipamentos para despolpar e refinar as polpas. a e b) Despolpadeira	<b>84</b>
<b>Figura 29 -</b>	Refinadora de polpas de frutas. a) Visão lateral; b) Visão frontal; c) Visão interna - Lâminas.	<b>85</b>
<b>Figura 30 -</b>	Fluxograma representativo da metodologia utilizada para a	

	caracterização das farinhas de resíduos das polpas de abacaxi (RAb), acerola (RAc) e cajá (RCa).	85
<b>Figura 31</b>	- Farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá armazenadas em frascos tipo PET	86
<b>Figura 32</b>	- Equipamentos para trituração das amostras. a) Moinho de facas; b) Moinho de bola	87
<b>Figura 33</b>	- Ilustração de processo de determinação do teor de cinzas das amostras das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá. a) Visão externa; b) Visão interna da estufa de secagem e esterilização SX-DTME - Prolab, Brasil	87
<b>Figura 34</b>	- Ilustração do processo de determinação do teor de cinzas das amostras das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá. a) Farinha dos resíduos; b) Amostras na mufla; c) Cinzas após calcinação; d) Cinzas do resíduo de abacaxi de coloração verde após a calcinação	88
<b>Figura 35</b>	- Extração de lipídios das farinhas de resíduos de abacaxi, acerola e cajá. a) Extrator Soxhlet; b) Copos com a lavagem da amostra no Soxhlet; c) As amostras com éter de petróleo após 8h no aparelho; d, e) os lipídios nas paredes e no fundo dos copos	89
<b>Figura 36</b>	- Ilustração do procedimento de determinação potenciométrica de pH da farinha do resíduo da acerola.	90
<b>Figura 37</b>	- Ilustração do procedimento de determinação potenciométrica de acidez titulável da farinha do resíduo da acerola	90
<b>Figura 38</b>	- Aparelho Aqualab 4TEV. a) Visão frontal do aparelho fechado; b) Visão frontal do aparelho aberto com a amostra da farinha de abacaxi.	91
<b>Figura 39</b>	- Bomba calorimétrica digital (IKAWORKS - C200).	91
<b>Figura 40</b>	- Aparelho ColorQuest XE. a e b) Amostra da farinha do resíduo do cajá; c) Globo para leitura colorimétrica (Glossary AC, 2003).	92
<b>Figura 41</b>	- Aparelho de espectrometria de absorção atômica com chama - FAAS. a) Vista do aspirador e câmara de lâmpadas; b) Chama do FAAS; c) Vista do Fotômetro de chama analisando amostra do resíduo de abacaxi	98
<b>Figura 42</b>	- Imagens das frutas, dos resíduos industrial de preparo de polpas das frutas abacaxi (Rab), acerola (Rac) e cajá (Rca), das farinhas obtidas utilizando moinho de facas e moinho de bola e após peneiramento para obter granulometria de 80 mesh.	102
<b>Figura 43</b>	- Reação entre a vanilina e o tanino condensado.	120
<b>Figura 44</b>	- Correlação entre o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante pelo método DPPH <sup>•</sup> expresso em EC <sub>50</sub> (µg . mL <sup>-1</sup> ).	123
<b>Figura 45</b>	- Gráfico de correlação entre o teor de carotenoides e a capacidade de sequestro livre do radical DPPH <sup>•</sup> expresso em EC <sub>50</sub> (µg . mL <sup>-1</sup> ).	124
<b>Figura 46</b>	- Caracterização da atividade antioxidante das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá pelo método do Poder Redutor.	125
<b>Figura 47</b>	- Correlações dos métodos do Poder Redutor com o ABTS.	127

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

<b>AACC</b>	American Association for Clinical Chemistry
<b>ABF</b>	Anuário Brasileiro da Fruticultura
<b>ABTS</b>	2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)
<b>ANVISA</b>	Agencia Nacional de Vigilância Sanitária
<b>AOAC</b>	Association of Official Agricultural Chemists
<b>BHA</b>	Butilhidroxianisol
<b>BHT</b>	Butil hidroxi tolueno
<b>CAA</b>	Cellular antioxidant activity assay
<b>CAT</b>	Campus Anísio Teixeira
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>CUPRAC</b>	Cupric Reducing Antioxidant Capacity
<b>DNS</b>	Método do Ácido Dinitrosalicílico
<b>DPPH</b>	2,2 difenil-1-picril-hidrazil
<b>ECL</b>	Enhanced chemiluminescence
<b>EMBRAPA</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>FAAS</b>	Espectrometria de Absorção Atômica com Chama
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization
<b>FAS</b>	Sulfato Ferro Amoniacal
<b>FI</b>	Fibras Insolúveis
<b>FRAP</b>	Ferric reducing antioxidant power
<b>FS</b>	Fibras Solúveis
<b>FT</b>	Fenóis Totais
<b>FT</b>	Fibras Totais
<b>GAE</b>	Equivalente em Ácido Gálico
<b>HCl</b>	Ácido Clorídrico
<b>IAL</b>	Instituto Adolfo Lutz
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IMS</b>	Instituto Multidisciplinar em Saúde
<b>LABM</b>	Laboratório Amazile Biagioni Maia
<b>NaHCO<sub>3</sub></b>	Solução Saturada de Bicarbonato de Sódio
<b>NaOH</b>	Hidróxido de Sódio
<b>NECAL</b>	Núcleo de Estudos em Ciência em Alimentos
<b>OMS</b>	Organização Mundial de Saúde
<b>ORAC</b>	Oxygen radical absorbance capacity method
<b>RAb</b>	Resíduo de abacaxi
<b>RAc</b>	Resíduo de acerola
<b>RCa</b>	Resíduo de cajá
<b>RDC</b>	Resolução da Diretoria Colegiada
<b>RFC</b>	Reagente de <i>Folin-Ciocateau</i>
<b>RSU</b>	Resíduos Sólidos Urbanos
<b>TEAC</b>	Trolox equivalent antioxidant capacity decolourization
<b>TLC</b>	Thin-Layer Chromatography
<b>TRAP</b>	Total radical trapping antioxidant parameter
<b>UESB</b>	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
<b>UFBA</b>	Universidade Federal da Bahia
<b>VEAC</b>	Atividade Antioxidante Equivalente ao Ácido Ascórbico

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>16</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
2.1 Objetivo geral .....	18
2.2 Objetivos específicos .....	18
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
3.1 A Produção de Frutas no Brasil .....	19
3.2 Frutas tropicais: potencial nutricional.....	20
3.3 O mercado e o sistema de comercialização de polpas de frutas no Sudoeste da Bahia.....	22
3.4 Processamento de frutas.....	23
3.5 Agroindústria brasileira e geração de resíduos .....	25
3.6 Resíduos de frutas: nutrientes desperdiçados .....	26
3.7 Características do <i>Ananas comosus</i> L. Merrill .....	29
3.8 Características da <i>Malpighia emarginata</i> D.C. ....	31
3.9 Características da <i>Spondias mombin</i> L. ....	33
<b>4 ALIMENTOS FUNCIONAIS.....</b>	<b>35</b>
4.1 Fibras Alimentares (FA) .....	36
4.2 Metabólitos primários e secundários .....	41
4.3 Compostos bioativos.....	44
4.3.1 Compostos fenolicos.....	46
4.3.2 Flavonoides .....	49
4.3.3 Taninos.....	56
4.3.4 Carotenoides .....	57
4.4 Atividade Antioxidante.....	61
4.4.1 Radicais livres.....	61
4.4.2 Antioxidantes .....	63
4.4.3 Antioxidantes Naturais .....	67
4.5 Minerais .....	76
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>82</b>
5.1 Procedência da matéria prima.....	82
5.2 Obtenção e acondicionamento dos resíduos .....	84

5.3	Processamento e caracterização das farinhas de abacaxi, acerola e cajá.....	85
5.4	Desidratação dos resíduos.....	86
5.5	Trituração, peneiramento e análise granulométrica dos resíduos .....	86
5.6	Composição centesimal da matéria prima .....	87
5.6.1	Umidade.....	87
5.6.2	Determinação do teor de cinzas totais .....	88
5.6.3	Determinação de proteínas.....	88
5.6.4	Determinação de lipídios .....	88
5.6.5	Determinação de fibra alimentar solúvel, insolúvel e totais .....	89
5.6.6	Determinação de açúcares (reduzores, totais e não reduzores).....	89
5.7	Caracterização Físico-Química.....	90
5.7.1	Determinação do pH .....	90
5.7.2	Determinação da acidez titulável total (ATT) .....	90
5.7.3	Atividade de água .....	91
5.7.4	Poder calorífico.....	91
5.7.5	Determinação de cor .....	92
5.8	Determinação da Composição Química .....	92
5.8.1	Determinação de carotenoides totais e RAE.....	92
5.8.2	Obtenção dos extratos hidroetanólicos e determinação de fenólicos totais.....	93
5.8.3	Determinação de flavonoides totais.....	94
5.8.4	Determinação de proantocianidinas (taninos condensados):.....	94
a)	Método do butanol acidificado .....	94
b)	Método da vanilina .....	95
5.8.5	Determinação de taninos hidrolisáveis e totais.....	95
5.9	Determinação da Atividade Antioxidante (AAT).....	95
5.9.1	Método do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH).....	95
5.9.2	Poder redutor.....	96
5.9.3	Método do radical 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolína-6-acido sulfônico (ABTS)....	97
5.10	Composição mineral das farinhas .....	97
<b>6</b>	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA.....</b>	<b>99</b>
<b>7</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>100</b>
7.1	Processamento e caracterização das farinhas.....	100
7.2.	Composição Centesimal .....	103

7.2.1. Umidade.....	103
7.2.2 Determinação do teor de cinzas .....	103
7.2.3 Determinação de proteínas totais .....	104
7.2.4 Determinação de lipídios .....	106
7.2.5 Determinação de fibras alimentares solúveis, insolúveis e totais .....	107
7.2.6 Determinação de açúcares redutores, não-redutores e totais .....	108
7.3 Caracterizações Físico-químicas.....	109
7.3.1 Determinação de pH .....	109
7.3.2 Determinação de acidez titulável total (ATT) .....	111
7.3.3 Atividade de Água .....	111
7.3.4 Poder calorífico.....	112
7.3.5 Determinação de cor .....	113
7.4 Determinação das Composições Químicas.....	114
7.4.1 Determinação de carotenoides totais e da atividade equivalente de retinol (RAE)..	114
7.4.2 Determinação de fenolicos totais .....	116
7.4.3 Determinação de flavonoides totais .....	117
7.4.4 Determinação de proantocianidinas (taninos condensados) – método do butanol acidificado e da vanilina, taninos hidrolisáveis e totais.....	119
7.4.5 Determinação da Atividade Antioxidante.....	121
7.4.5.1 Método do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH).....	121
7.4.5.2 Poder redutor.....	124
7.4.5.3 Método do radical 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico (ABTS) .....	126
7.4.6 Composição mineral .....	128
<b>8 CONCLUSÃO.....</b>	<b>133</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>134</b>

# 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O presente estudo constitui parte integrante de um projeto de pesquisa relativo a construção de um banco de dados obtido a partir de análises físico-químicas e bioquímicas, de resíduos da indústria processadora de polpas de frutas, bem como avaliação do *screening* da atividade antioxidante além do potencial nutricional e tecnológico. A proposta é conduzida pelo Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos (NECAL) do Departamento de Ciências Exatas e Naturais (DCEN) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus* de Itapetinga.

De acordo com o Anuário Brasileiro da Fruticultura – ABF (2013), o Brasil apresenta condições edafoclimáticas favoráveis à adaptabilidade para uma ampla variedade e espécies frutíferas, não obstante aos significativos avanços do melhoramento genético, o que permite ampliar o seu cultivo frente aos diversos climas e solos. Estas condições coloca o Brasil como o terceiro produtor mundial de frutas com uma produção de 42,6 milhões de toneladas (BRASILIAN FRUIT, 2013).

É crescente em todo o mundo a comercialização de produtos derivados de frutas, considerando às suas características organolépticas e benefícios à saúde. Entretanto, a alta perecibilidade dos frutos resulta em perdas pós-colheita, gerando resíduos que variam de 15 a 50%, requerendo assim, o desenvolvimento de processos e inovação tecnológica para minimizar estes desperdícios. Como alternativa as polpas de frutas, geralmente são processadas nas épocas de safra e armazenadas para atender o mercado consumidor, podendo ainda produzir doces em massa, geleias, gelados comestíveis, néctares entre outros (BUENO *et al.*, 2002; BARRET *et al.*, 2002).

O processamento destes resíduos 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 subprodutos são potenciais fontes de nutrientes e ingredientes funcionais com ampla aplicabilidade tecnológica. Justificando assim, a importância do conhecimento da composição nutricional destes resíduos ainda com seu aproveitamento pouco explorado, diante disso, possibilitará sua adequada aplicação industrial.

Assim sendo, estes subprodutos são considerados fontes de carboidratos, lipídios, proteínas, enzimas, fibra alimentar, vitaminas e fitoquímicos bioativos com atividade antioxidante. Apresentando, portanto, amplo potencial de aplicações nos diversos

seguimentos da indústria de alimentos, cosmética e farmacêutica (SOUZA, *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2009; SIDDHURAJU, 2007).

Segundo Lousada Junior *et al.* (2005) estes resíduos quando não tratados adequadamente podem provocar a poluição do solo, das águas superficiais e subterrâneas, além de exigir altos investimentos para o tratamento dos mesmos. Ademais, revela o desperdício de matéria prima e energia.

Entretanto, são limitados os estudos relativos a composição química bem como o *screening* da atividade antioxidante dos resíduos de acerola, abacaxi e cajá, vislumbrando assim, possibilidades de aplicações funcionais a saúde humana e animal.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Obter farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá provenientes de uma indústria produtora de polpas de frutas em Vitória da Conquista - Bahia e determinar a sua composição físico-química e bioquímica;

### 2.2 Objetivos específicos

- Processar farinhas a partir dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá;
- Realizar análises físico-químicas das farinhas dos resíduos;
- Determinar a composição bioquímica das farinhas dos resíduos;
- Correlacionar os teores de fenólicos totais com o *screening* da atividade antioxidante pela avaliação do poder redutor e pelos ensaios do DPPH<sup>•</sup> e ABTS<sup>•+</sup>.

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 A Produção de Frutas no Brasil

O Brasil localiza-se na América do Sul, entre os trópicos, com uma grande extensão territorial, grande incidência de luminosidade em determinadas áreas, diferentes tipos de solos e climas, tendo esses fatores como indicadores fundamentais para a produção diversificada de frutas e dessa forma, destacando-se no *ranking* mundial.

Conforme o Anuário Brasileiro da Fruticultura - ABF (2009, 2010), o Brasil está no *ranking* como o terceiro maior produtor mundial, em torno de 40 milhões de toneladas/ano em colheitas. Sua produção superou 43 milhões de toneladas em 2008, o que representa 5% da produção mundial. Com esse saldo, o País fica atrás apenas da China e da Índia. Cerca de 53% da produção brasileira é destinada ao mercado de frutas processadas e 47% ao mercado de frutas frescas.

Segundo Matietto (2010) o Brasil é o país que apresenta a maior biodiversidade do mundo, dessa forma, consta de inúmeras espécies frutíferas, sendo algumas delas praticamente desconhecidas e, por isso são pouco exploradas comercialmente. A partir da década de 90, frutos como o açaí, o cupuaçu e a acerola, saíram de seus núcleos de consumo regional e tornaram-se uma excelente fonte de renda para o agronegócio. Para isso, foram fundamentais os estudos que apontaram as propriedades nutricionais e os possíveis usos desses frutos pela indústria de alimentos, conforme relatam Costa *et al.* (2000). Com a intervenção da ciência e da tecnologia gerou um impulso necessário à popularização e consolidação do consumo de frutas no País. As regiões Norte e Nordeste do país abrigam a maior concentração dessa biodiversidade e, dentre muitos frutos tropicais lá encontrados, chama-se a atenção para o cajá.

Jeronimo *et al.* (2002) afirmam que o Nordeste brasileiro é a região onde está concentrada a maioria das indústrias de polpas e se verifica o surgimento de inúmeras novas empresas, principalmente de pequeno e médio porte. Essas empresas processam frutas e geram uma grande quantidade de resíduos, sendo estes ricos de nutrientes para a nutrição humana e animal.

No processamento da polpa da fruta são recolhidos materiais não aproveitados na produção industrial, os chamados resíduos, tais como as frutas refugadas, cascas e centros das frutas, as sementes e caroços e o bagaço EMBRAPA (2003). Devido tanto ao

crescimento deste mercado quanto ao crescimento do mercado de frutas de uma maneira geral, houve um grande aumento na produção de resíduos agroindustriais.

Os resíduos das indústrias de polpas de frutas são descartados no lixo comum, daí o Serviço Público de coleta faz a retirada e leva para o aterro onde será dado o descarte final. A Resolução/CONAMA nº 358 de 29 de abril de 2005 preconiza que toda e qualquer empresa ou indústria que produz lixo e/ou insumos é responsável pelo seu descarte final. A resolução separa os resíduos em cinco grupos: A, B, C, D e E, neste caso está englobado no grupo D, sendo estes os que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico a saúde e ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares (BRASIL, 2005).

### **3.2 Frutas tropicais: potencial nutricional**

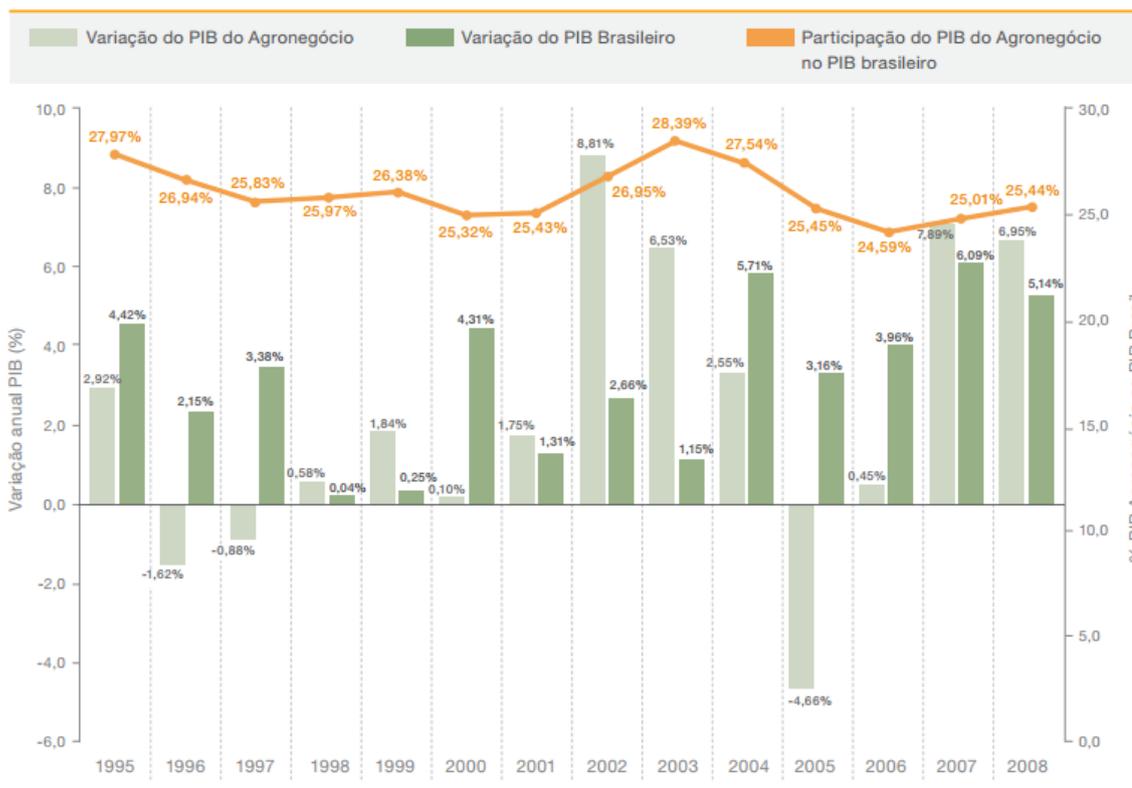
As frutas podem ser consumidas por todas as pessoas que busquem melhorar a sua dieta, pois elas são de origem natural são bastante saudáveis e, normalmente, de baixos níveis calóricos e de gordura (KEPLER & FAIR, 2007).

Vários autores têm associado os efeitos benéficos, à saúde do homem, do consumo regular de frutas, vegetais e grãos à presença de substâncias antioxidantes, como os compostos fenólicos, a vitamina C e os carotenoides (VASCONCELOS *et al.*, 2006; KIM *et al.*, 2007; PIENIZ *et al.*, 2009). Como por exemplo, o abacaxi é eficaz contra arteriosclerose, artrite e infecções na garganta, como também contribui na formação óssea de adolescentes. O suco é digestivo e rico em fibras, além de estimulante renal e combater a prisão de ventre.

Sousa *et al.* (2011) afirmam em seu estudo que, os resíduos de frutas possuem em sua composição vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes importantes para as funções fisiológicas e, de forma geral, esses resíduos podem ser perfeitamente aproveitados para a alimentação, por meio de sua adição a outros produtos alimentícios.

Diante do seu amplo território e das diversidades de solos e climas, o Brasil é considerado um país altamente agroindustrial. Este setor atingiu uma média de 26,5% do PIB brasileiro entre 1995 e 2008 (Figura 1), com variações devido à oscilação dos preços das commodities no mercado internacional e das taxas de câmbio. O Brasil no ano de 2009 exportou US\$ 65 bilhões e importou apenas US\$ 10 bilhões apresentando um superávit comercial de US\$ 55 bi (cinquenta e cinco bilhões de dólares) graças ao agronegócio (NEVES *et al.*, 2011).

**Figura 1 - Variação anual do PIB do agronegócio versus PIB brasileiro (1995-2008)**



**Fonte:** Markestrat a partir de dados do CEPEA (2010); NEVES (2011) - Adaptado.

Todo esse processo agroindustrial de diversos vegetais representa uma significativa fonte de poluição ao meio, pois muitas vezes são descartados indiscriminadamente (VIEIRA *et al.*, 2009). No entanto, se identifica em estudos diversos que ações de sustentabilidade vêm sendo inseridas para esses resíduos, como a produção de farinhas que poderão complementar o valor nutricional do indivíduo (KOBORI & JORGE, 2005; TUTTOBENE *et al.*, 2009; LIU *et al.*, 2010). Esses resíduos apresentam significativa quantidade de compostos bioativos como antioxidantes e antimicrobianos caracterizando esses resíduos como fontes naturais de atividade antioxidante e muitas vezes apresentando teores maiores do que em porções comestíveis da própria fruta (SOONG & BARLOW, 2004; SHUI & LEONG, 2006).

No ano de 2011, o Brasil fechou com um superávit superior a três milhões de toneladas na produção de frutos em relação ao ano de 2010 e sua produção cresceu mais de 27% em relação à produção do ano de 2010, perfazendo um montante de R\$ 195,6 bilhões de reais (IBGE, 2011 e 2012).

Diante do crescimento da produção, verifica-se um crescimento na quantidade de resíduos agroindustriais derivados dos processamentos agroindustriais, devido a isso, a quantidade de resíduos também cresceu no Brasil. Em alguns tipos de frutas, a quantidade de resíduo pode alcançar 50% da matéria-prima (THÉ *et al.*, 2010).

### **3.3 O mercado e o sistema de comercialização de polpas de frutas no Sudoeste da Bahia**

De acordo com Santos *et al.* (2010), a agroindústria de polpa de frutas é uma atividade econômica em franco crescimento na Bahia. A partir de 2000, foi mostrado que na Região Nordeste, a Bahia se destacava por suas exportações na cadeia da fruticultura, passando de US\$ 92,3 milhões em 2005 para US\$ 109,1 milhões em 2006 (GAZETA, 2007). Essa atividade partiu da produção da polpa de cacau e com o tempo outras frutas foram ganhando espaço. A produção tem como principal fornecedor de matéria-prima o próprio Estado, correspondendo a 80,4% da sua demanda de frutas, enquanto 19,6% são oriundas de outros estados. Já o mercado consumidor das polpas divide-se entre o próprio Estado (63,7%), Minas Gerais (15%) e o que é exportado para o mercado internacional soma apenas 6% (KHAN *et al.*, 2003).

Embora a produção de polpas esteja distribuída em vários municípios, poucas empresas fazem a divulgação do seu produto no mercado, o que contribui para a indiferença do consumidor em relação às marcas regionais e ao desconhecimento de estar utilizando um produto natural. Em consequência à falta de divulgação, o preço permanece como o principal peso no momento da escolha do consumidor com relação à aquisição da polpa, dando espaço ao seu principal concorrente, o refrigerante.

Segundo os mesmos autores, os varejistas correspondem ao segmento do canal de comercialização da polpa de frutas que fica com maior fatia da margem de vendas, enquanto o atacadista, apesar de ficar com menor margem, comercializa maior volume (Khan *et al.*, 2003).

Dentro do Estado da Bahia, a polpa de frutas produzida na Região Sudeste corresponde a 90% da produção total do Estado, sendo que 47,7% distribuem-se nos municípios de Ilhéus, Itabuna, Feira de Santana, Vitória da Conquista e Salvador. A maior parcela do fornecimento de cacau, acerola, cajá, maracujá, graviola, manga, goiaba, tamarindo, cupuaçu, mamão, mangada, pitanga, coco, jaca, umbu e jenipapo é de origem desta região do Estado. Além de concentrar a maior produção, a Região Sudeste fornece

um produto competitivo em importantes capitais brasileiras, o que facilita a ampliação do mercado (Khan *et. al.*, 2003).

### **3.4 Processamento de frutas**

No nordeste brasileiro, região onde está concentrada a maioria das indústrias de polpas, verifica-se o surgimento de inúmeras novas empresas, principalmente de pequeno e médio porte (JERONIMO, 2002).

Sena & Nunes (2006) afirmam que a indústria de alimentos, em especial a de processamento de frutos, produz ao longo de sua cadeia produtiva uma grande quantidade de resíduos agroindustriais, o que gera perda de divisas, além de inúmeros problemas ambientais.

Na produção de sucos e polpas, acredita-se que sejam gerados, entre 30% e 40% de resíduos agroindustriais. Dentre os vários processos de industrialização, do abacaxi, grandes quantidades de rejeitos, constituídos por talos, coroas, cilindro central e cascas, sobram nas fábricas e correspondem de 30 a 40% do peso da matéria prima processada (MELO, 2006; MARTINS & FARIAS, 2002).

Atualmente, as agroindústrias investem no aumento da capacidade de processamento, gerando grandes quantidades de subprodutos, que em muitos casos são considerados custo operacional para as empresas ou fonte de contaminação ambiental (LOUSADA JUNIOR *et al.*, 2005).

De acordo com Khan *et al.* (2003) a agroindústria de polpa de fruta é uma atividade que vem crescendo no Estado da Bahia, e a produção concentra-se nos municípios de Ipiauí e Ilhéus, processando 21 diferentes frutas. E conforme Mororó (1993) os estudos na agroindustrialização iniciaram com o aproveitamento da polpa de cacau, incorporando, posteriormente, o cajá, a acerola e demais outros.

Conforme EMBRAPA (2007) pode haver pequenas distinções entre as empresas, mas o processo de obtenção de polpas de frutas constitui-se basicamente em oito etapas (Figura 2).



**Figura 2** - Esquema demonstrativo do processamento industrial de polpas de frutas.

Os resíduos gerados a partir da produção das polpas de frutas (Figura 3) são classificados como resíduos industriais sólidos, classificados pela Resolução/CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002 que define:

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



**Figura 3** - Resíduos de frutas dispostos em aterro.

Matos (2005) afirma que lançamentos inadequados de grandes cargas orgânicas no meio ambiente podem gerar o processo decomposição e putrefação, provocando a exalação de odores fétidos e gases agressivos, pois forma uma mistura complexa de gases composta de metano, dióxido de carbono, ácido sulfídrico, amônia e outros ácidos orgânicos voláteis, os quais, quando em contato com o sistema respiratório de seres humanos, podem causar

lesões graves e irreversíveis. Além de que poderá causar eutrofização de rios e lagos e assim proporcionar a morte de animais, além de dificultar o tratamento da água para o abastecimento público e gerar chuva ácida.

Pelizer (2007) alerta que os resíduos representam perdas de matérias-primas e energia, pois podem conter substâncias de alto valor e com a técnica adequada, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários, além de criar potenciais problemas ambientais. Baseado nessas premissas, Melo *et al.* (2011) ratifica a busca de possibilidades, por meio dos pesquisadores, para a utilização e aplicação desses resíduos na produção de alimentos no intuito desses serem incluídos na alimentação humana, já que os resíduos agroindustriais muitas vezes são ricos em compostos bioativos e alguns capazes de combater danos oxidativos causados por radicais livres, podendo então serem utilizados na alimentação animal e adubação da terra.

### **3.5 Agroindústria brasileira e geração de resíduos**

A produção agroindustrial de polpas tem merecido destaque pela quantidade de resíduos produzidos em suas atividades, e alguns trabalhos têm sido direcionados para estudar o aproveitamento de resíduo do processamento de frutas como umbu, goiaba, maracujá e acerola, a partir da farinha de resíduo desidratado na incorporação de biscoitos e sua aceitabilidade entre consumidores (ABUD & NARAIN, 2009).

De acordo com Koberi & Jorge (2005), no Brasil, as indústrias de alimentos produzem resíduos que poderiam ter uma finalidade muito mais benéfica ao homem e ao meio ambiente. Vários frutos comestíveis são processados para fabricação de sucos naturais, sucos concentrados (Tabela 1), doces em conserva, extratos e polpas, os quais possuem resíduo (cascas, caroços ou sementes e bagaço) que são em sua maioria descartados, sendo que poderiam ser destinadas para minimizar o desperdício de alimentos e o incremento de nutrientes na dieta alimentar humana ou até mesmo na produção de ração para bovinos, caprinos e ovinos e dentre outras.

Desde o momento do plantio já se percebe o desperdício, afirmam Abud & Narain (2009) e esse se arrasta para a colheita, para o armazenamento e até mesmo dentro de casa, quando se acaba jogando no lixo cerca de 60% do que é comprado. Na área de frutas e legumes, estas perdas chegam a 25% da produção total.

**Tabela 1** - Panorama dos co-produtos provenientes do beneficiamento industrial e/ou processamento secundário de produtos agrícolas.

<b>Produto</b>	<b>Total de Co-produtos</b>	<b>Referências</b>
Suco de abacaxi	30% - 40%	Ferreira <i>et al.</i> (2004);
	40% - 50%	Katsuyama <i>et al.</i> (1973)
Suco de acerola	27% - 41%	Arostegui & Pennock (1955)
Suco de caju	40%	Ferreira <i>et al.</i> (2004)
Suco de goiaba	13,34%	Ferreira <i>et al.</i> (2004)
Suco de laranja	50%	Ferreira <i>et al.</i> (2004)
Suco de manga	40% - 60%	Pompeu <i>et al.</i> (2006)
Suco de maracujá	65%- 70%	Reis <i>et al.</i> (2000)
Suco de melão	41,66%	Pompeu <i>et al.</i> (2006)
Suco de uva	20% - 30%	Nornberg <i>et al.</i> (2002)

**Fonte:** EMBRAPA (2009) - adaptada.

### **3.6 Resíduos de frutas: nutrientes desperdiçados**

Segundo Fernandes *et al.* (2008), o baixo índice no consumo de alimentos na forma integral, o processamento e o desconhecimento do valor nutritivo das diversas partes das plantas geram desperdícios e resíduos.

Os resíduos de alimentos vegetais e animais, oriundos do beneficiamento de alimentos, de acordo como são apresentados, podem ser classificados como resíduos “in natura”. Pertencem a esta classe os resíduos que não integram os produtos como seus componentes (cascas, talos, sementes, coroas) e que por esse motivo necessitam ser deles excluídos (EVANGELISTA, 1994).

Conforme Abud & Narain (2009), a questão do desperdício e do combate à desnutrição são importantes, mas também existe uma grande preocupação com o descarte desses resíduos, pois além da contaminação de rios e solo, também há o surgimento de doenças causadas pela deterioração da matéria orgânica, pois esta serve de nutrientes para microrganismos e estes acabam contaminando a área, podendo gerar doenças para a população circunvizinha e os seus animais de estimação. Sendo assim, a utilização desses resíduos é útil ao meio ambiente e ao homem.

Associando toda a problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) à constante necessidade de aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos, pode-

se adotar a Resolução/ANVISA nº 216 de 15 de setembro de 2004 (BRASIL, 2004) e a Resolução/ANVISA nº 275 de 21 de outubro de 2002 (BRASIL, 2002) que dispõem, respectivamente, sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação e Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos, visando à melhoria higiênico-sanitária de uma Unidade de Alimentação e Nutrição (LOCATELLI *et al.*, 2008).

Mediante a grande quantidade de resíduos, agregar valor a esses produtos é de interesse econômico e ambiental, necessitando de estudos científicos e tecnológicos que possibilitem sua utilização eficiente, econômica e segura (SCHIEBER *et al.*, 2001).

A alternativa de redução ou eliminação de resíduo na fonte geradora consiste no desenvolvimento de ações que promovam a diminuição do desperdício, conservação dos recursos naturais, redução dos resíduos gerados por processos ou produtos e conseqüentemente, limitar a quantidade de poluentes lançados na água, no ar e no solo (SILVA *et al.*, 2004).

Os conceitos de redução, reutilização e reciclagem não são apenas termos criados pelos ambientalistas. A aplicação desses conceitos pode resultar em economia real de dinheiro para qualquer organização à medida que a coleta e destinação de resíduos tornam-se mais caros, quanto menos empresas tiverem a remover, menores serão os custos envolvidos (ANTONIUS, 1999).

Entretanto, o gerenciamento dos resíduos destas atividades ainda tem sido pouco estudado. São inúmeras e bastante sérias as conseqüências ao meio ambiente quando esses resíduos são depositados de forma incorreta.

De acordo com Timofiecsyk & Pawlowsky (2000), o termo resíduo é empregado num sentido maximizado, desde os sólidos até os materiais presentes nas emissões atmosféricas, passando também pelos efluentes líquidos. Demajorovic (1995) corrobora afirmando que os resíduos sólidos possuem valor econômico agregado, pois possibilitam reaproveitamento no próprio processo produtivo, ao contrário do lixo que não apresenta nenhum valor, devendo apenas ser descartado em local adequado.

Aquarone (1990) sinaliza que o resíduo industrial produzido, precisa ser destinado a local adequado, haja vista que não se pode acumular por tempo indeterminado no ambiente em que foi gerado, pois esses resíduos no meio ambiente podem gerar contaminações,

dessa forma necessitam ser tratados ou reutilizados conforme os padrões estabelecidos na legislação ambiental para não lesar o ambiente e os animais que ali próximo residem.

Conforme Pelizer *et al.* (2007) o aumento da preocupação com o meio ambiente vem sensibilizando vários ramos de mercado, assim como vários órgãos governamentais e indústrias que estão se preparando para aplicar uma política ambiental no intuito de diminuir os impactos negativos à natureza. O resíduo industrial, após produção, precisa de um destino adequado, pois a manutenção deles em locais inapropriados poderá gerar problemas ambientais, sendo que eles possuem resíduos que poderiam ser utilizados no processo de utilização das matérias-primas e de energia, exigindo menos investimentos nos tratamentos e no controle da poluição.

Dessa forma se evidencia uma grande preocupação, por parte dos pesquisadores, nos impactos ambientais e no elevado índice de perdas e desperdícios gerados pelas indústrias alimentícias, que tem levado aqueles a buscarem alternativas viáveis de aproveitamento e geração de novos produtos para o consumo humano. Aliado a esses aspectos, existe a possibilidade de aumentar o valor nutricional dos produtos a partir da incorporação de resíduos originados durante as atividades das indústrias de alimentos, como produtos de panificação, dentre estes, bolos e biscoitos, têm sido objeto destes estudos tendo em vista a ampla utilização na alimentação cotidiana (AQUINO *et al.*, 2010).

Kobori & Jorge (2005); Laufenberg *et al.* (2003) e Pelizer *et al.* (2007) afirmam que vários estudos utilizando resíduos industriais do processamento de alimentos têm sido realizados e esses visam reduzir o impacto ambiental além de desenvolver tecnologias que agreguem valor aos produtos obtidos a partir desses resíduos. Sousa *et al.* (2011) alegam que tais resíduos poderiam ser utilizados, minimizando o desperdício de alimentos e gerando uma nova fonte alimentar.

Ainda referindo ao desperdício frente ao descarte dos resíduos das frutas, Moreira (2007) afirma que durante o processamento da acerola para produção de polpa ou suco, a prensagem das frutas, produz um resíduo fibroso (bagaço), que muitas vezes é descartado, gerando um grande volume de resíduos orgânicos. Estudos recentes têm demonstrado que as frutas são ricas em muitos nutrientes e compostos antioxidantes, e que esses constituintes se concentram majoritariamente nas cascas e sementes (COSTA *et al.*, 2000; MELO *et al.*, 2008; ABRAHÃO *et al.*, 2010).

Jerônimo *et al.* (2002) indicam que a maior parte dos rejeitos gerados pelas indústrias é constituída basicamente de matéria orgânica, bastante rica em açúcares e fibras, tendo um alto valor nutricional agregado, podendo até ser consumido ou suplementado na alimentação humana. Além disso, é uma boa fonte para produção de adubo e ração animal, principalmente por conter uma concentração de carboidratos elevada.

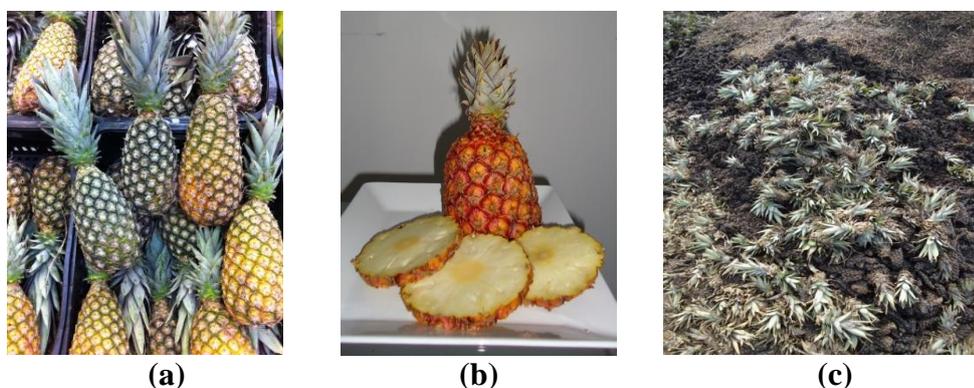
Sousa *et al.* (2011) corroboram no tocante de que esses resíduos possuem em sua composição vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes importantes para as funções fisiológicas. No entanto, na maioria das fábricas, são desperdiçados.

Normalmente, os programas de Educação Ambiental sobre resíduos sólidos, estão voltados para o conceito do 3R's: reduzir, reutilizar e reciclar. Alguns educadores e estudiosos no assunto já colocam que existam 5R's, onde o termo reaproveitamento engloba todos eles: reduzir, reutilizar, reciclar, repensar e recuperar (SHUI & LEONG, 2006).

### 3.7 Características do *Ananas comosus* L. Merril

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merril), símbolo de regiões tropicais e subtropicais, tem grande aceitação em todo o mundo tanto na forma natural, quanto industrializado, agradando aos olhos, ao paladar e ao olfato (CRESTANIL *et al.*, 2010).

O abacaxi (Figura 4) é oriundo da América do Sul e muitos outros autores descrevem como uma espécie de origem no Brasil. Além dessa dicotomia da origem, afirma que essa fruta é cultivada em qualquer região quente do mundo. É conhecido também como ananás, como é chamado nos países de língua espanhola (EMBRAPA, 2005).



**Figura 4** – Abacaxi: a) apresentado em mercado; b) corte radial; c) Resíduo descartado no aterro.

O abacaxizeiro é uma planta de clima tropical, monocotiledônea, herbácea e perene da família Bromeliaceae, com caule (talo) curto e grosso, ao redor do qual crescem folhas estreitas, compridas e resistentes, quase sempre margeadas por espinhos e dispostas em rosetas. No caule insere-se o pedúnculo que sustenta a inflorescência e depois o fruto. Cada planta produz um único fruto saboroso e de aroma intenso. Tolerava todo o tipo de clima, desde que não falte água. Nos climas frios perde as partes aéreas e sobrevive através dos rizomas, que só morrem se o solo congelar. Na culinária, o suco de abacaxi é utilizado para o amaciamento de carnes (EMBRAPA, 2005).

O abacaxi é abundante em açúcar, se amadurecido na planta, e muito rico em sais minerais e vitaminas (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e C). Estes compostos ajudam na formação óssea do adolescente e são de grande importância na prevenção da arteriosclerose, artrite e infecções na garganta. Em cada 100g de polpa fresca de abacaxi contém aproximadamente 50 quilocalorias, 89% de água, 0,3% de proteína, 0,5% de lipídios, 5,8% de glicídios, 3,2% de celulose e 0,3% de sais, apresentando quantidade considerável de potássio, ferro, cálcio, manganês e magnésio (GOMES, 1976; SOARES *et al.*, 2004; EMBRAPA, 2005).

Na tabela 2 estão descritos valores referentes a determinações físico-químicas em diversos trabalhos indexados desde a década de 90 até os dias atuais.

**Tabela 2** - Caracterização Físico-Química de resíduos desidratados de abacaxi oriundos da indústria de polpas de frutas.

Análises	AUTORES				
	Amorim (1999)	Gondim <i>et al.</i> (2005)	Costa <i>et al.</i> (2007)	Lemos <i>et al.</i> (2010)	Sousa (2011)
pH	-	-	3,66	3,77	-
Acidez (% ácido cítrico)	-	-	2,98	2,76	-
Umidade (%)	5,9	-	8,05	8,37	-
Cinzas (%)	-	1,03	2,15	2,00	0,53
Poder calorífico (kcal/100g)	-	70,55	-	-	49
Proteínas (%)	4,12	1,45	3,18	-	1,05
Lipídios (%)	0,54	0,55	0,72	-	0,69
Atividade de água	-	-	-	-	-

O fruto é consumido ao natural, ou na forma de sorvetes, doces, picolés, refrescos e sucos caseiros, além de enlatado, em calda, cristalizado, em forma de passa e picles e utilizado na confecção de cremes, balas, bolos, xarope, licor, vinho, vinagre e aguardente

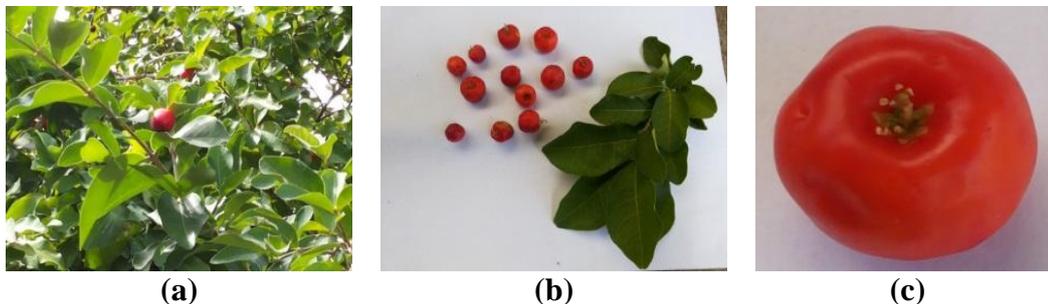
além de servir de matéria-prima para a extração de álcool e ração animal, pela utilização dos resíduos da industrialização (MEDINA *et al.*, 1987; CRESTANIL, 2010).

A indústria de alimento utiliza o caule como matéria-prima para a obtenção de álcool etílico e gomas, já o restante do abacaxizeiro pode ser usado na alimentação animal, como material fresco ou ensilado (MEDINA *et al.*, 1987).

O resíduo da industrialização do abacaxi possui a bromelina (EC 3.4.22.4), enzima proteolítica muito usada na composição de medicamentos por possuir propriedades medicinais que auxiliam na digestão. É diurética e depurativa, além de possuir ação anti-inflamatória, sendo utilizadas no tratamento de hematomas, contusões e também como solvente de mucosidades no sistema respiratório (MANETTI, 2009).

### 3.8 Características da *Malpighia emarginata* D.C.

A aceroleira é uma planta frutífera (Figura 5) originária das Antilhas, norte da América do Sul e América Central, cultivada, sobretudo, no Brasil, Porto Rico, Cuba e Estados Unidos (PIMENTEL *et al.*, 2001).



**Figura 5** – a) Aceroleira; b) Acerolas com folhas; c) Acerola;

A acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), pelo seu inegável potencial como fonte natural de vitamina C e sua grande capacidade de aproveitamento industrial, têm atraído o interesse dos fruticultores e passou a ter importância econômica em várias regiões do Brasil (NOGUEIRA *et al.*, 2002).

Esta fruta tem grande potencial econômico e nutricional, devido, principalmente, ao seu alto conteúdo de vitamina C, que associada aos carotenoides e antocianinas presentes destacam este fruto no campo dos alimentos funcionais. A vitamina C tem múltiplas funções no organismo, sendo necessária para a produção e manutenção do colágeno, cicatrização de feridas, fraturas, contusões e sangramentos gengivais. Além disso, reduz a suscetibilidade à infecção, desempenha papel na formação de dentes e ossos, aumenta a

absorção de ferro e previne o escorbuto. Desse modo, a vitamina C é importante no desenvolvimento e manutenção do organismo humano (KIM *et al.*, 2002).

Na tabela 3 estão descritos valores referentes a determinações físico-químicas em diversos trabalhos indexados referentes aos resíduos da acerola entre o período de 2000 a 2012.

**Tabela 3** - Caracterização Físico-Química de resíduos desidratados de acerola oriundos da indústria de polpas de frutas.

Análises	AUTORES				
	Vedramini & Trugo (2000)	USDA (2003)	Abud & Narain (2009)	Braga <i>et al.</i> (2011)	Silva <i>et al.</i> (2012)
<b>pH</b>	3,7	-	3,87	3,27	3,43
<b>Acidez (% ácido cítrico)</b>	1,04	-	0,14	0,40	25,02
<b>Umidade (%)</b>	9,24	9,14	7,02	9,18	10,06
<b>Cinzas (%)</b>	0,4	0,20	2,13	0,4	1,99
<b>Poder calorífico (kcal/100g)</b>	-	32	332,53	-	-
<b>Proteínas (%)</b>	0,9	0,40	0,52	ND	7,04
<b>Lipídios (%)</b>	-	-	5,23	2,32	8,92
<b>Atividade de água</b>	-	-	-	-	0,60

Além disso, pode-se destacar, ainda, o seu fácil cultivo, o sabor e aroma agradáveis e a grande capacidade de aproveitamento industrial, que viabiliza a elaboração de vários produtos, ao mesmo tempo em que promove a geração de empregos. No entanto, há carências quanto a dados de produção (áreas plantada e colhida) de acerola e comercialização do fruto *in natura* e de seus produtos (FREITAS *et al.*, 2006).

De acordo com dados da EMBRAPA (2011) a produção de acerola no Brasil, tomando-se por base uma produtividade média de 10 t/ha, indica um total de aproximadamente 150 mil toneladas de frutos, produzidos principalmente pela Região Nordeste. Parte considerável dessa produção não é aproveitada devido à alta perecibilidade dos frutos, estimando-se em 40% as perdas pós-colheita. Quanto ao destino da produção, cerca de 60% permanecem no mercado interno e 40% vão para o mercado externo. No tocante ao mercado interno, o volume de produção é distribuído entre a indústria (46%), atacado (28%), varejo (19%), bem como cooperativas e outras associações de produtores (7%).

Durante o processamento da acerola para produção de polpa ou suco, a prensagem das frutas, produz um resíduo fibroso (bagaço), que muitas vezes é descartado, gerando um

grande volume de resíduos orgânicos. O alto valor comercial das antocianinas e ácido ascórbico presentes nesse bagaço indica que esse resíduo poderia ter um melhor destino, bem mais nobre que o descarte. Assim, a extração e o processamento dos compostos presentes no resíduo da acerola poderiam aumentar o valor comercial da matéria-prima e a rentabilidade do processamento da acerola (KIM *et al.*, 2002).

### 3.9 Características da *Spondias mombin* L.

Fruto da cajazeira, o cajá (*Spondias mombin* L.), é uma fruta de casca lisa e fina, de cor alaranjada muito aromática e de polpa suculenta, de sabor agridoce, além disso, apresenta boas características agroindustriais como o rendimento de polpa por volta de 56%, sendo assim excelente para o preparo de refrescos, batidas, licores e sorvetes. É originária da região tropical do continente americano. Na região sudeste da Bahia, a árvore é utilizada também como sombreamento permanente do cacauzeiro. O Sul da Bahia é o maior produtor do fruto no país. A polpa de cajá é a que possui maior demanda entre as polpas de frutas comercializadas (SOUZA & ARAUJO, 2000).

A safra para o cajá (Figura 6) varia de região para região, como exemplo, entre maio e junho na Paraíba, entre fevereiro e maio na região Sudeste da Bahia, entre agosto e dezembro no Pará e janeiro a maio no Ceará. A comercialização na região Sul da Bahia é feita em feiras livres, às margens de rodovias próximas às unidades de produção e nas indústrias de processamento de polpas localizadas na região (FRAIFE FILHO *et al.*, 2013).



(a)

**Figura 6** – Cajá: a) Cajá (*Spondias mombin* L.).

Os climas úmido, sub-úmido e quente são os que mais adaptam à cajazeira além da necessidade de ser plantada em solos profundos e drenados. A colheita do cajá é feita de forma manual, coletando-se os frutos caídos no chão. Ele também apresenta rendimento superior a 60%, em polpa, e por isso é muito utilizado na confecção de polpas, picolés, sorvetes, néctares e geleias de qualidade elevada e expressivo valor comercial.

O cajá é uma fruta ácida e por isso não é muito consumida ao natural. O fruto do cajá é expressivo em aroma e sua polpa possui uma coloração bem amarelada devido à presença de carotenoides, sendo estes importantes compostos que atuam na proteção da pele e da mucosa, além de possuir um alto teor de taninos que afere à polpa do cajá como um antioxidante natural (BARBOSA *et al.*, 1981; BOSCO *et al.*, 2000).

Conforme Sacramento & Souza (2000), o fruto é caracterizado como dupla de 3 a 6 cm de comprimento, ovóide ou oblongo, achatado na base. Segundo Ajao *et al.* (1985), o extrato das folhas e dos ramos da cajazeira contém taninos elágicos com propriedades medicinais para o controle de bactérias gram negativas e positivas.

Na tabela 4 estão valores de determinações físico-químicas em diversos trabalhos indexados referentes aos resíduos do cajá entre o período de 1990 a 2011.

**Tabela 4** - Caracterização Físico-Química de resíduos desidratados de cajá oriundos da indústria de polpas de frutas

Determinações	AUTORES				
	Leon & Shaw (1990)	Amorim (1999)	Souza <i>et al.</i> (2000)	Silva (2008)	Lago-Vanzela <i>et al.</i> (2011)
<b>pH</b>	2,1	-	3,1	3,1	2,78
<b>Acidez (% ácido cítrico)</b>	1,65	-	1,03	1,5	0,85
<b>Umidade (%)</b>	-	13,77	-	18,9	17,2
<b>Cinzas (%)</b>	0,6 -0,7	-	-	-	0,98
<b>Poder calorífico (kcal/100g)</b>	21,8 - 70,0	-	45	-	-
<b>Proteínas (%)</b>	0,8 - 14,0	8,19	0,8	-	1,47
<b>Lipídios (%)</b>	0,1 - 2,1	0,81	0,2	-	0,85
<b>Atividade de água</b>	-	-	-	0,98	-

## 4 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Uma das definições para alimento funcional é que se assemelha ao alimento convencional, ingerido como porção da dieta do indivíduo, sendo possível de desenvolver funções metabólicas ou fisiológicas satisfatórias para o bem estar do ser, pois o alimento funcional tem como objetivo agir nos processos metabólicos dos organismos vivos para melhorar a saúde e prevenir de doenças degenerativas, além das suas características básicas como fonte de energia e de substrato para a formação de células e tecidos (GOLDBERG, 1994; MAZZA, 1998).

Segundo a Resolução/ANVISA nº 18/99, alimento funcional é aquele que proporciona benefício à saúde por meio do fornecimento de nutrientes tradicionalmente conhecidos. “todo alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para o consumo sem supervisão médica” (BRASIL, 1989).

Segundo Bello (1995); Neumann *et al.* (2000), alimento funcional é todo e qualquer alimento ou componente de alimentos e bebidas que disponibilizem benefícios aos consumidores, tanto no potencial de prevenção e até mesmo de tratamento de doenças.

Qualquer alimento, natural ou produzido pelo ser humano, possuidor de uma ou várias substâncias, podendo ser nutrientes ou não-nutrientes e que possam atuar no metabolismo e na fisiologia humana, contribuindo na promoção da saúde, além de retardar o aparecimento de doenças crônicas e/ou degenerativas, como também, melhorar a qualidade e a expectativa de vida dos indivíduos, seria a definição mais ampla para alimento funcional. Vale salientar que não basta o alimento ter os nutrientes para ser considerado funcional, ele precisa ter a quantidade necessária para que o metabolismo se estabeleça de forma fisiológica (MENOTTI *et al.*, 1999).

A partir da década de 60, começou-se a comercializar os denominados “produtos naturais”, gerando o consumo excessivo dos seus ingredientes pela sociedade, o que apresentou incidência de problemas gastrointestinais. Posteriormente, estudos foram feitos e a partir da década de 80 houve um elevado impulso na comercialização desses produtos (BELLO, 1995; NEUMANN *et al.*, 2000). Daí, no Japão, foi criada a nomenclatura de

“Alimento Funcional”, apesar desta nomenclatura não ser universal nos dias atuais (SOUSA, 2000; BELLO, 1995; OLIVEIRA *et al.*, 1999).

A tabela 5 apresenta as agências reguladoras que normatizaram a nomenclatura alimentos funcionais em alguns países.

**Tabela 5** - Agências reguladoras de alguns países que criaram termo alimentos funcionais em várias partes do mundo.

<b>País</b>	<b>Órgão Regulador</b>	<b>Citação</b>
Japão	Meados dos anos 80 - Foshu- Food for Specified Health Use.	Moraes & Colla, 2006
Reino Unido	MAFF - Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentos	Moraes & Colla, 2006
Estados Unidos		Pimentel <i>et al.</i> , 2005
Brasil	ANVISA/MS -1999 16/99, 17/99, 18/99 e 19/99	Brasil, 1999

#### **4.1 Fibras Alimentares (FA)**

A fibra alimentar possui um grupo de elementos funcionais muito importantes dos alimentos. Ela é fornecida, principalmente, pelos alimentos oriundos dos vegetais.

Do ponto de vista químico, os constituintes da fibra alimentar podem ser divididos em componentes não-glicídicos, polissacarídeos não-amido e amido resistente (THEBAUDIN, 1997). Quanto às propriedades físico-químicas, a fibra alimentar é dividida em fração insolúvel e fração solúvel em água (SCHWEIZER & EDWARDS, 1992).

As fibras não eram consideradas importantes na era da industrialização, pois esta não favorecia o consumo de alimentos frescos. Mas observações científicas a respeito dos benefícios à saúde humana por meio da ingestão de fibras e a assim reduzindo a ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), geraram estudos a respeito das funções das fibras no organismo humano. A nomenclatura fibra dietética ou alimentar surgiu na década de 1970, superando as terminologias fibra bruta e fibra detergente, as quais eram usadas até a época (SAURA-CALIXTO, 2001; RODRIGUES *et al.*, 2003; PIMENTEL *et al.*, 2005).

Na década de 70, alguns cientistas indicaram o consumo de fibras para uma boa saúde. O médico inglês, Denis Burkitt, um dos precursores dessa indicação, esteve à frente de pesquisas na África e observou, juntamente com colaboradores na pesquisa, que alguns problemas de saúde como doenças coronárias, diabetes, diverticulite do cólon, apendicites,

hérnias hiatais, hemorroidas, varizes, constipação crônica e câncer do cólon, apresentavam rotineiramente nos indivíduos dos países ocidentais desenvolvidos, enquanto que na população africana eram raras, pois estes consumiam alimentos ricos em fibras pelos africanos. (THEBAUDIN *et al.*, 1987; HERRERA, 2000). Esta informação é corroborada pela American Association for Clinical Chemistry (AACC, 2001) que afirma presença de efeitos fisiológicos benéficos, incluindo efeito laxante, e/ou atenuação do colesterol e da glicose no sangue promovidos pela fibra alimentar.

De acordo AACC (2001) fibra alimentar é a parte comestível de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Essas incluem polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias de plantas associadas.

Muitos trabalhos têm apontado a co-relação entre o consumo de alimentos e o desenvolvimento de algumas doenças crônicas, mostrando assim que saúde pode ser controlada pela alimentação (BELLO, 1995). Partindo desse pressuposto, muitos indivíduos vêm modificando seus hábitos alimentares em busca de alimentos menos calóricos e com alto índice de nutrientes à saúde (BEHRENS *et al.*, 2000; ALIMENTOS FUNCIONAIS, 2000).

Os vegetais como as frutas e hortaliças possuem inúmeros componentes que auxiliam na saúde humano tanto na prevenção quanto no tratamento de doenças (ARUOMA, 1994; LUXIMO-RAMMA *et al.*, 2003).

Muitos alimentos funcionais em formas diversificadas têm sido colocados no mercado. Uma boa parte desses possuem compostos funcionais bioativos; incluindo fibra dietética, oligossacarídeos, açúcares álcoois, peptídeos e proteínas, pré-bióticos e pró-bióticos, fitoquímicos, antioxidantes, ácidos graxos poli-insaturados, minerais, dentre outras substâncias funcionais que tragam benefícios à saúde humana (MENOTTI *et al.*, 1999). Dentre os alimentos funcionais provenientes de fonte vegetais que reduzem o risco de doenças crônicas, destacam-se os seguintes: frutas cítricas, alho, tomate, cebola, repolho, couve-flor, brócolis, chá verde ou preto, soja, aveia e sementes de linhaça (SGARBIERI & PACHECO, 1999), independente do tipo delas, podendo ser tanto solúveis quanto insolúveis.

Segundo a Resolução/ANVISA nº 40 de 21 de março de 2001, fibra alimentar é: [...] qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo de humanos (BRASIL, 2001).

Craveiro & Craveiro (2003) definem fibras como substâncias de origem vegetal que auxiliam na formação e no aumento do bolo fecal além da diminuição do tempo de trânsito intestinal. Essas substâncias são resistentes à hidrólise por ácidos e subsequentemente por álcalis.

As fibras alimentares podem ser classificadas, mediante a solubilidade em água, como solúveis e insolúveis. Baseiam também na solubilidade de substâncias que compõem a FA em uma solução tampão a um determinado pH. Tanto uma quanto a outra não é absorvida pelo intestino delgado, chegando ao intestino grosso sem se degradar. Vale ressaltar que cada uma apresenta diferentes benefícios à saúde e por isso sugere-se o seu consumo diário (FAO, 1998; PROSKY, 2000; PIMENTEL *et al.*, 2005).

Estudos têm mostrado que as fibras solúveis quando associadas a uma dieta pobre em gorduras, diminuem o colesterol do sangue podendo reduzir risco de doenças do coração (MARTINS, 1997). Fazem parte desse grupo, a pectina, o amido resistente, a goma e a mucilagem, encontradas principalmente nas frutas, na aveia, grãos, nozes, sementes e leguminosas. Elas possuem alto índice de solubilidade em água além de sofrer fermentação pelas bactérias intestinais e por fim degradadas no intestino grosso (MANRIQUE & LAJOLO, 2001). Elas também podem auxiliar na regulação dos níveis de açúcar do sangue (glicemia), sendo de grande valia na dieta de pessoas com diabetes (MARTINS, 1997; MARQUEZ, 2001; FARIAS Jr & LOPES, 2004). As fibras solúveis podem contribuir também no controle do peso, pois elas formam um gel e assim ficando mais tempo no estômago e gerando a sensação de saciedade (MANRIQUE & LAJOLO, 2001).

Por outro lado, as fibras insolúveis vão gerar uma textura firme em alguns alimentos, como o farelo de trigo e as hortaliças. Logo, fazer ingestão de alimentos ricos dessas fibras contribui no tratamento ou prevenção da constipação, hemorroidas, diverticulites, câncer e outros problemas intestinais (HERRERA & TOVAR, 2000; BAZZANO *et al.*, 2003; MORAES & COLLA, 2006).

A partir da década de 1990, muitos pesquisadores de diversos países vêm determinando a FA em alimentos e em resíduos industriais no intuito de se encontrar tecnologias que possam produzir concentrados e, assim, estão desenvolvendo e testando produtos enriquecidos, a partir de alimentos regionais. A busca das fibras nos alimentos e em resíduos industriais se dá pelo fato de cereais e frutas serem possuidores de fibras completas, ou seja, possuírem estruturas que incluem parede celular e seus constituintes,

como celulose, hemicelulose, pectinas e ligninas (LAJOLO *et al.*, 2001; GIUNTINI *et al.*, 2003; LAJOLO & MENEZES, 2006).

As Fibras Alimentares foram incluídas na categoria dos alimentos funcionais devido aos inúmeros benefícios à saúde humana na redução de algumas DCNT, como as coronarianas, o diabetes e alguns tipos de câncer, isso por elas serem consideradas como principal componente de vegetais, frutas e cereais integrais (FAO, 1998; FDA, 1998; CALLEGARO *et al.*, 2005).

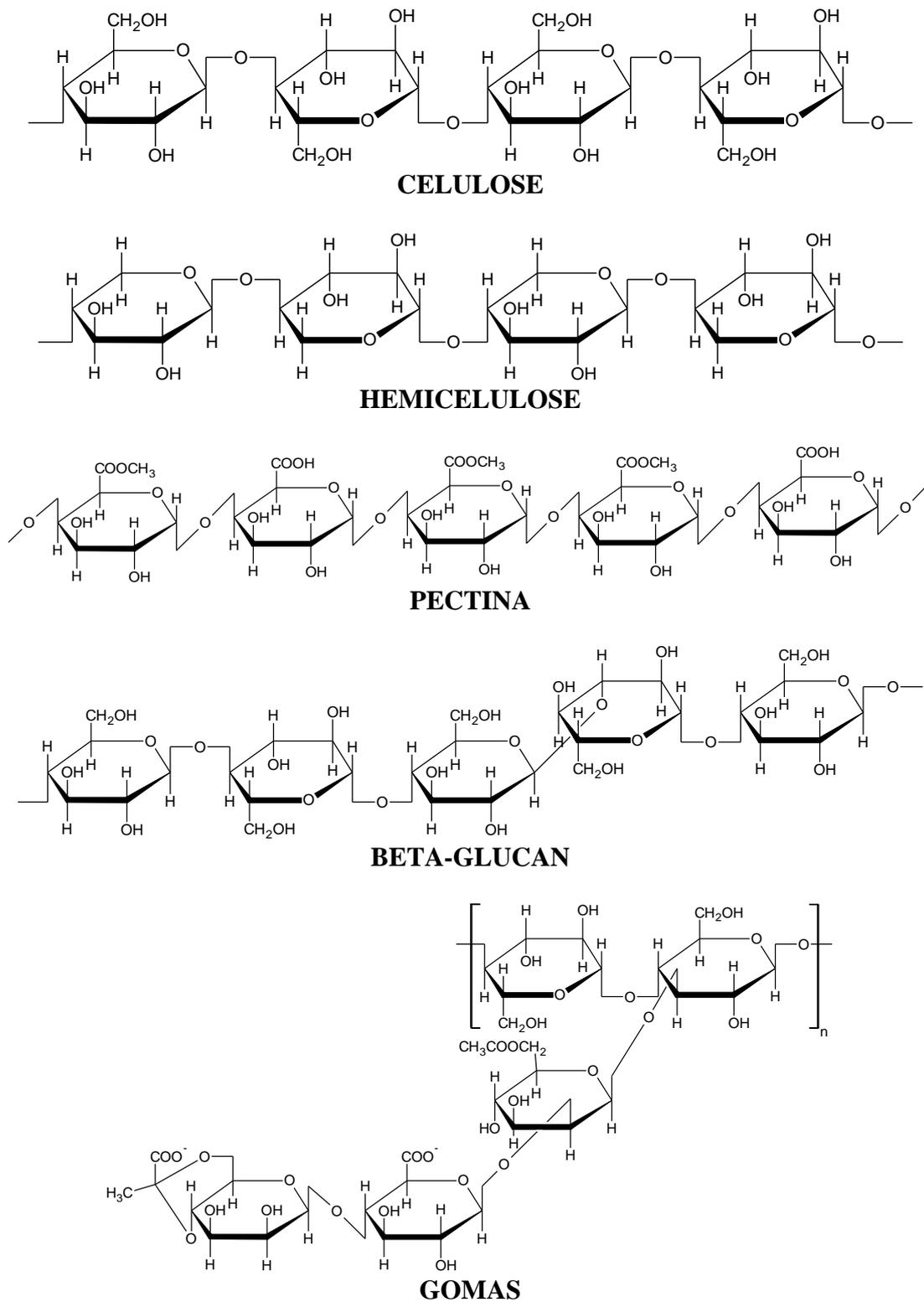
A FA ideal deve ser bem concentrada, não ter componentes antinutricionais na constituição do alimento onde estiver presente, não comprometer a vida de prateleira do produto a ser adicionado ou que faça parte da constituição do alimento e apresentar características sensoriais suaves. Além disso, deve ser aceita pelo consumidor como um produto saudável, apresentar positivos efeitos fisiológicos e ter custo razoável (DREHER, 1995; LARRAURI, 1999; PENNA & TUDESCA, 2001). A Portaria/ANVISA nº 27 de 13 de janeiro de 1998, “regulamenta a informação nutricional complementar nos rótulos de alimentos prontos para consumo”. Os valores de ingestão de fibras de referência são diversificados conforme o sexo, a idade e o estado metabólico do indivíduo (Tabela 6). Alimento sólido que possui 3,00% de FA é considerado como fonte e, quando possuir o dobro (6,00%), ou mais, pode receber o atributo de alto teor (BRASIL, 1998).

**Tabela 6** - Valores de ingestão dietética de referência (Dietary reference intakes - DRI) - Fibras totais.

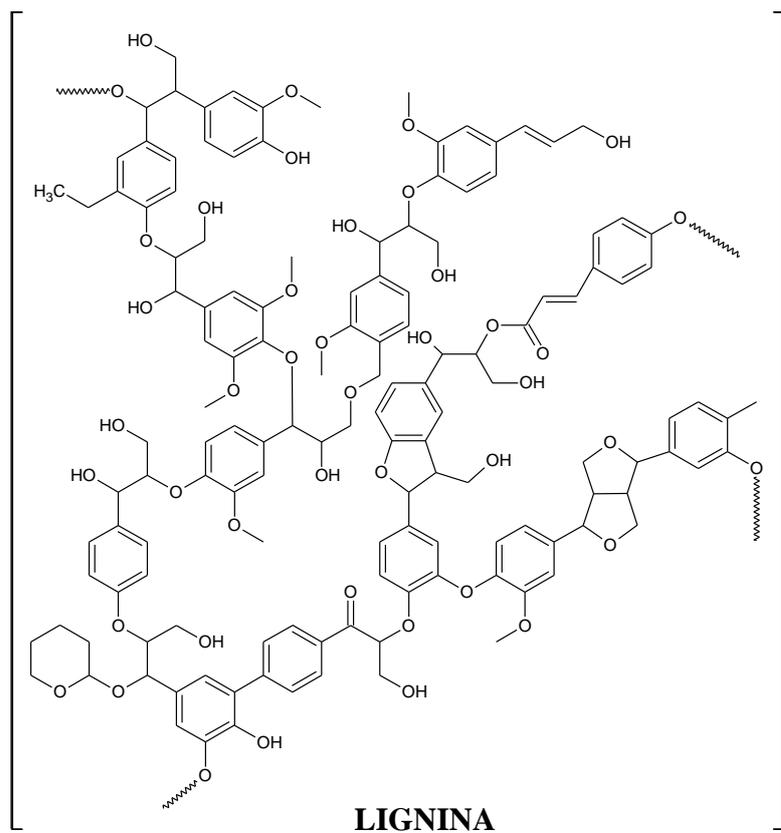
Idade (anos)	Ingestão adequada (AI) g.dia <sup>-1</sup>			
	Homens	Mulheres	Gestantes	Nutriz
14 ou mais	-	-	28	29
19 a 50	38	25	-	-
51 ou mais	30	21	-	-

**Fonte:** Cuppari (2005) - Adaptada.

As fibras alimentares em suas estruturas dos compostos não-amiláceos são apresentadas nas Figuras 7 e 8.



**Figura 7-** Estruturas dos principais compostos não-amiláceos das fibras dietéticas  
**Fonte:** Lawoko (2005) - Adaptada.



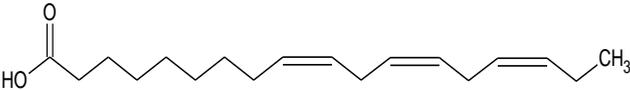
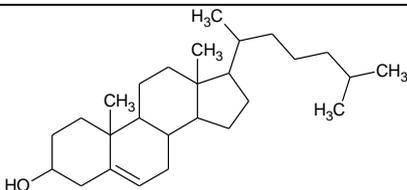
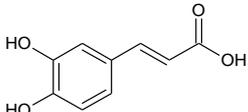
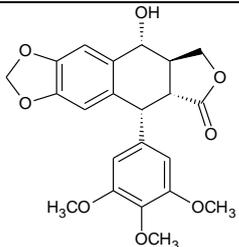
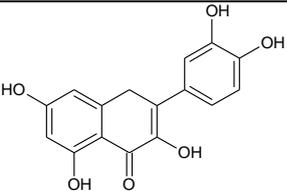
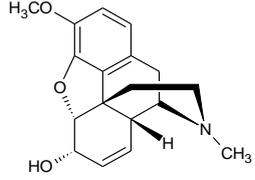
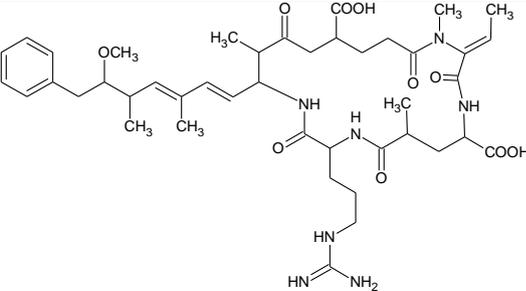
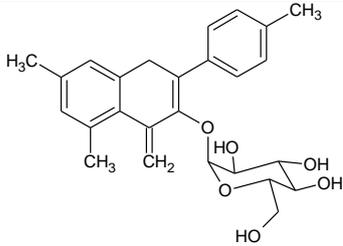
**Figura 8** - Estruturas dos principais compostos não-amiláceos das fibras dietéticas  
**Fonte:** Dewick (2008) - Adaptada.

#### 4.2 Metabólitos primários e secundários

Os vegetais produzem uma grande variedade de compostos orgânicos, que são divididos em dois grupos: metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários são encontrados em todos os vegetais e possuem rotas metabólicas que são essenciais ao desenvolvimento das espécies vegetais, a exemplo dos aminoácidos, nucleotídeos, ácidos orgânicos, acil-lipídeos e fitoesteróides. Já o metabolismo secundário compreende espécies químicas que não parecem participar diretamente nos processos de crescimento e desenvolvimento (BUCHANAN *et al.*, 2000).

Segundo Dewick (2009), os metabólitos secundários possuem estruturas moleculares diversas e complexas. Entretanto, a maioria desses compostos pertence a diferentes classes, com características estruturais particulares devido a sua rota biossintética. As principais classes de metabólitos secundários estão representadas na tabela 7.

**Tabela 7** - Classes de estruturas dos metabólitos secundários.

Policetídeos ou ácidos graxos	
Terpenoides e esteroides	
Fenilpropanoides	
Lignananas	
Flavonoides	
Alcaloides	
Aminoácidos e peptídeos especiais	
Carboidratos especiais	

**Fonte:** Uenojo & Pastore (2007) - Adaptada.

Embora não possuam participação nas atividades metabólicas essenciais à vida dos vegetais, acredita-se que a variedade e complexidade de metabólitos secundários biossintetizados pelas plantas teriam surgido e evoluído como mecanismos de defesa às

condições ambientais, de adaptação e regulação (MONTANARI & BOLZANI, 2001). Um exemplo da função desses compostos está na proteção contra herbívoros, microrganismos e radiação ultravioleta. Este fato, explica o porquê de muitas dessas substâncias possuírem atividade biológica e justificam o maior interesse das pesquisas com essa classe de compostos.

Os policetídeos são formados pela combinação linear de unidades de acetato derivadas da acetilcoenzima A. Os terpenoides e esteroides são provenientes de unidades isoprenoides C<sub>5</sub> derivadas do pirofosfato 3-metilbut-3-en-1-il de isopentenila. Essas unidades C<sub>5</sub> são ligadas através de acoplamento cabeça-cauda, que conferem a essas espécies químicas cadeias carbônicas ramificadas. Os fenilpropanoides são compostos orgânicos aromáticos com uma cadeia lateral ligada ao anel. Os flavonoides são originários de biossíntese mista e as lignanas podem ser consideradas uma classe à parte dos fenilpropanoides, pois elas são formadas por acoplamento oxidativo de duas unidades fenilpropanoídicas. Os aminoácidos são as unidades formadoras das proteínas e demais peptídeos e geralmente são considerados como metabólitos primários. Entretanto, alguns aminoácidos são de ocorrência restrita a grupos de espécies. Os alcaloides formam um grupo estruturalmente diverso possuindo um ou mais átomos de nitrogênio. Os grupos nitrogenados dos alcaloides são derivados de aminoácidos tais como a ornitina, lisina, tirosina e o triptofano. Embora os açúcares também sejam considerados metabólitos primários, há alguns carboidratos que possuem ocorrência também muito restrita. Alguns destes açúcares menos comuns estão ligados aos metabólitos secundários na forma de glicosídeos. O grupo não-açúcar é conhecido como aglicona e pode ser proveniente de um terpenoide, alcaloide, policetídeo, fenilpropanoide, dentre outros (DEWICK, 2009).

Embora desprezados pelos botânicos devido à falta de conhecimento técnico sobre essas substâncias, às suas complexidades estruturais e químicas, além da sua aparente insignificância biológica, os produtos naturais (como também são conhecidos os metabólitos secundários) recebem a atenção especial dos químicos orgânicos desde 1855. Assim, o desenvolvimento da química orgânica ocorreu paralelamente ao estudo de plantas. O estudo desses compostos impulsionou o desenvolvimento de técnicas de separações, espectroscópicas e metodologias de sínteses que constituem as bases da química orgânica moderna. Além do interesse acadêmico, os metabólitos secundários encontram larga aplicação em produtos químicos, tais como tintas, polímeros, fibras, colas,

óleos, ceras, essências, corantes e principalmente medicamentos. (BUCHANAN *et al.*, 2000).

De acordo com Harborne (1994), a maior diversidade de metabólitos secundários no reino vegetal, comparado ao animal, é devida justamente a essa ser a única forma de defesa de determinadas plantas, visto que a maioria dos animais podem se defender de outras formas de ataques de predadores, por exemplo, pela fuga ou luta.

### 4.3 Compostos bioativos

Compostos bioativos são nutrientes coadjuvantes naturais encontrados em pequenas quantidades em produtos vegetais ou alimentos ricos em lipídios (KITTS, 1994). Diversos estudos têm demonstrado que o consumo de frutas e vegetais está associado com a diminuição de doenças crônicas e cardiovasculares (GILLMAN, 1995; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003; HE *et al.*, 2007; BAE *et al.*, 2008). Kris-Etherton *et al.* (2002) listam diversos estudos que correlacionam classes de compostos bioativos aos benefícios que os mesmos oferecem, resumidos na Tabela 8.

**Tabela 8** - Benefícios à saúde de compostos bioativos selecionados para auxiliar no tratamento de doenças cardiovasculares.

Composto bioativo	Classificação	Efeito benéfico à saúde
Quercetina e Catequina	Flavonoide	Atividade antioxidante
Epicatequina	Flavonoide	Inibição de trombose
Resveratrol	Fenólico	Diminuição da oxidação do LDL
Pectina	Fibra dietética	Diminuição do triacilglicerídeo
D-limoneno	Monoterpeno	Diminuição do colesterol total

**Fonte:** Kris-Etherton (2002) - Adaptada

Além de agirem contra doenças cardiovasculares e o câncer, flavonoides e compostos polifenólicos em geral, assim como vitaminas, possuem atividade antioxidante e contribuem com efeito benéfico para a saúde (RUXTON, 2006; SAURA-CALIXTO & GOÑI, 2006).

Devido aos riscos oferecidos por antioxidantes sintéticos (ITO, 1986; SAFER, 1999), antioxidantes naturais estão cada vez mais requisitados. Os compostos fenólicos, como flavonoides e taninos, e os carotenoides são os antioxidantes mais notadamente conhecidos (KAHKONEN *et al.*, 2001; SCALBERT *et al.*, 2005; LI *et al.*, 2007, 2008).

Estudos mostraram que o potencial antioxidante e o conteúdo total de fenólicos é maior nas sementes e nas cascas das frutas (AJILA *et al.*, 2007; OKONOGI, 2007), indicando assim que os resíduos das mesmas são mais ricos nessas substâncias e podem se tornar uma fonte alternativa de compostos bioativos.

Deng *et al.* (2007) analisou a atividade antioxidante e o teor de fenólicos totais de resíduos (cascas e sementes) de cinquenta frutas através de diferentes metodologias e concluiu que essas duas grandezas possuem forte correlação. Além disso, ao fim do estudo, eles mostraram que as cascas e as sementes exibem uma maior atividade antioxidante e maior teor de fenólicos quando comparados às polpas, o que as tornam possíveis fontes de compostos bioativos (como antioxidantes naturais) para a indústria farmacêutica e de alimentos.

Uma dieta regular rica em frutas, vegetais e grãos proporciona um positivo impacto em relação a doenças crônicas como obesidade, diabetes, câncer, doenças cardiovasculares e doenças neurodegenerativas, devida a presença de substâncias antioxidantes, como os compostos fenólicos, a vitamina C e os carotenoides (VASCONCELOS *et al.*, 2006; KIM *et al.*, 2007). Sendo assim, frutas são consumidas diariamente no intuito de absorver nutrientes como vitaminas, minerais, fibras e água para o organismo, além de suas propriedades antioxidantes (VETTER, 2000; LEITE *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2013) que comumente estão presentes nos resíduos, sendo esses denominados de compostos bioativos ou até mesmo alimentos funcionais. Sendo possuidores de substâncias antioxidantes, como os compostos fenólicos, a vitamina C e os carotenoides.

O processo da industrialização de frutas e verduras tem gerado uma grande quantidade de resíduos sólidos, dessa forma, precisa-se encontrar um meio de solucionar esse problema. Atualmente sabe-se da existência de mais de 8000 compostos pertencentes a este grupo de fitoquímicos, podendo, estes, serem encontrados em cascas, peles, sementes, caules e outras frações das plantas, apesar de serem potenciais fontes antioxidantes, mesmo assim, são descartados. É sabido que estes resíduos contêm compostos bioativos com potencial de aplicação em alimentos, cosméticos e formulações farmacológicas (RICE-EWANS *et al.*, 1997; DREOSTI, 2000; LAROZE *et al.*, 2008).

A utilização de subprodutos vegetais pode ser uma fonte de receita para as empresas, uma vez que estes extratos podem ser vendidos para indústrias farmacêuticas e fabricantes de cosméticos, ou usados por produtores de alimentos para obtenção de produtos funcionais (BAIANO *et al.*, 2013).

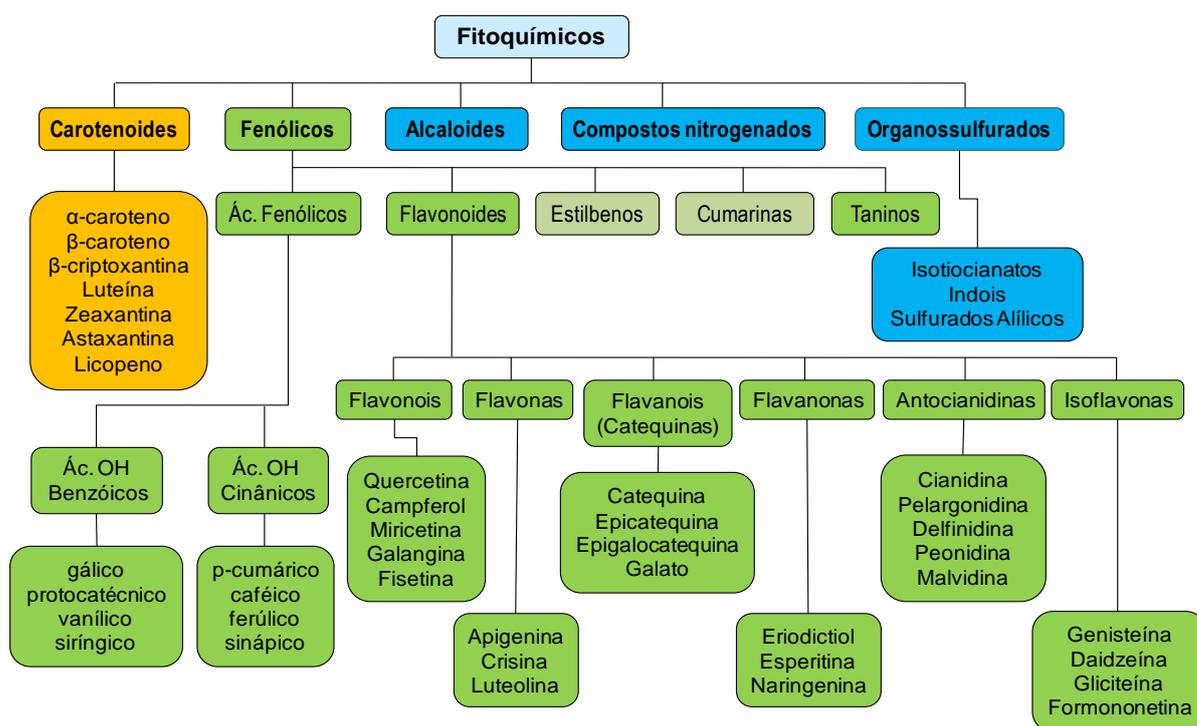
A utilização de compostos bioativos vem englobando áreas como a farmacêutica, alimentícia e química, mas é preciso utilizar um método mais adequado para extrair esses compostos dos vegetais, pois até o momento não se tem um padrão e método precisos (AZMIR *et al.*, 2013).

Segundo Costa *et al.* (2013), a indústria de alimentos tem um grande interesse na diversidade frutífera dos países tropicais. Nesses frutos encontram-se nutrientes e compostos terapêuticos devido à presença de compostos bioativos, especialmente polifenóis. As antocianidinas pertencem à família dos flavonoides, que são polifenóis, e reapresentam um grupo de pigmentos responsáveis pela maior parte das cores em frutas, folhas, flores, caules e raízes de plantas. Muitos estudos têm focado nos benefícios da saúde por meio do consumo de frutas vermelho-preto, afirmando-os como fontes naturais de compostos bioativos com alto teor de antioxidantes com características anti-inflamatórias promissoras.

O grupo de compostos bioativos é formado de compostos fenólicos, incluindo as antocianinas, ácidos fenólicos, taninos e os carotenoides. Quando submetidas ao estresse, o corpo humano produz espécies reativas de oxigênio (ERO) e outros radicais livres. A falta de mecanismos de defesa por meio de antioxidante em seres humanos pode levar esses indivíduos a desenvolverem doenças cardiovasculares, diabetes e até mesmo câncer. Mediante a isso, têm-se dado grande atenção em estudos a respeito da extração e caracterização de compostos bioativos que poderão ajudar a evitar esses transtornos e, como consequência, retardar o aparecimento de envelhecimento (JIMENEZ-GARCIA *et al.*, 2012).

#### **4.3.1 Compostos fenolicos**

Dentre as substâncias bioativas (Figura 9), os compostos polifenolicos desempenham um importante papel no organismo dos seres humanos. Como o organismo humano não é capaz de sintetizar esses compostos, a incorporação dessas substâncias se dá por meio da incrementação de frutas e verduras na dieta. Eles são encontrados no reino vegetal e são importantes metabólitos secundários que desempenham significativas funções morfofisiológicas no organismo humano.



**Figura 9-** Classificação dos fitoquímicos bioativos.  
**Fonte:** Liu (2004) - Adaptado.

Os compostos fenólicos são definidos por sua estrutura molecular que deve possuir no mínimo um anel aromático com uma ou mais hidroxilas. As grandes variedades de fenólicos são classificadas em flavonoides e não flavonoides (KARAKAYA, 2004).

Esses compostos são conhecidos como aceptores de radicais livres, interrompendo a reação em cadeia, além de atuarem nos processos oxidativos catalisados por metais, tanto in vitro, como in vivo, apresentando assim grande eficácia na prevenção de algumas doenças agudas e crônicas, como câncer, doenças cardiovasculares, inflamações, dentre outras (HARBORNE, 1994; MANCINI FILHO *et al.*, 1998; SCALBERT & WILLIAMSON, 2000; NIMPTSCH *et al.*, 2008).

Os produtos alimentícios obtidos a partir de plantas são importantes fontes de compostos fenólicos. No entanto, uma parcela significativa da população nos países ocidentais e em desenvolvimento não está consumindo quantidades suficientes de polifenóis devida a uma dieta inadequada (MARTIN & APPEL, 2010; BAIANO *et al.*, 2013).

Além disso, sabe-se que grande quantidade de compostos fenólicos é perdida durante o processamento de frutas e verduras. Estas são submetidas a vários processos

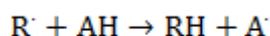
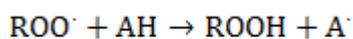
tecnológicos que modificam a estrutura física, enzimática e química que afetam na qualidade nutricional e sensorial (AMAROWICZ *et al.*, 2009).

Os processos de separação e isolamento dos compostos fenólicos são complexos, devido a isso, a sua produção se dá em escala reduzida (CHIANG *et al.*, 2001; MURGA *et al.*, 2002). Muitos estudos já foram feitos em busca de um melhor método de extração além do melhor solvente para quantificar os compostos fenólicos e também verificar a capacidade antioxidante dessas substâncias. Em relação ao melhor solvente utilizado para extração dos compostos fenólicos, a literatura ainda não chegou a um consenso, pois utilizam métodos convencionais como *Soxhlet* (NGUYENLE *et al.*, 1995), ultrassom, agitação mecânica com barra magnética (WANG & MURPHY, 1994) e a extração com fluido supercrítico (ARAUJO, 2007).

Segundo Melo *et al.* (2011) a atividade antioxidante dos compostos fenólicos se dá por meio da relação que cada fenol exerce sobre determinado meio, sendo que isso dependerá da estrutura química do composto como também da ação da molécula como agente redutor, ou seja:

- a) velocidade de inativação do radical livre;
- b) reatividade com outros antioxidantes;
- c) potencial de quelação de metais.

As classes de compostos fenólicos atuam de variadas formas como antioxidantes (Figura 10): inativa os radicais livres por meio da doação de um átomo de hidrogênio de um grupo hidroxila da sua estrutura aromática, que possui a capacidade de estabilizar um elétron desemparelhado através do deslocamento deste em todo o sistema de elétrons da molécula; quelando o  $Fe^{2+}$  e o  $Cu^{+}$ ; bloqueando a reação de propagação dos radicais livres na oxidação lipídica; modificando o potencial redox do meio; além de reparar os danos causados às moléculas alteradas pelos radicais livres (BIANCHI & ANTUNES, 1999; PODSEDEK, 2007; KYNGMI & EBELER, 2008).



**Figura 10** - Mecanismo de ação de antioxidante primário.

**Fonte:** Podsedek, 2007- Adaptado.

**Onde:**

ROO $\cdot$  e R $\cdot$  - radicais livres;

AH - antioxidantes com um átomo de hidrogênio;

A $\cdot$  - radical inerente

A significativa variedade estrutural dos compostos fenólicos permite que sejam utilizados vários procedimentos analíticos para avaliar a atividade antioxidante das diferentes matizes (FRANKEL, 1993; FRANKEL & MEYER, 2000; MARTINEZ-FLOREZ *et al.*, 2002).

Os antioxidantes encontrados nos vegetais são formados pelas formas isoméricas dos polifenóis e das flavonas, das isoflavonas, dos flavonóis, das catequinas, das cumarinas, dos ácidos fenólicos, dentre outras substâncias (MESSIAS, 2009). Neste grupo há tanto moléculas monoméricas assim como biomoléculas com alto grau de polimerização, que se encontram nos vegetais na forma livre ou ligada a glicosídeos e proteínas (HARBONE, 1994; CROFT, 1998; BRAVO, 1998).

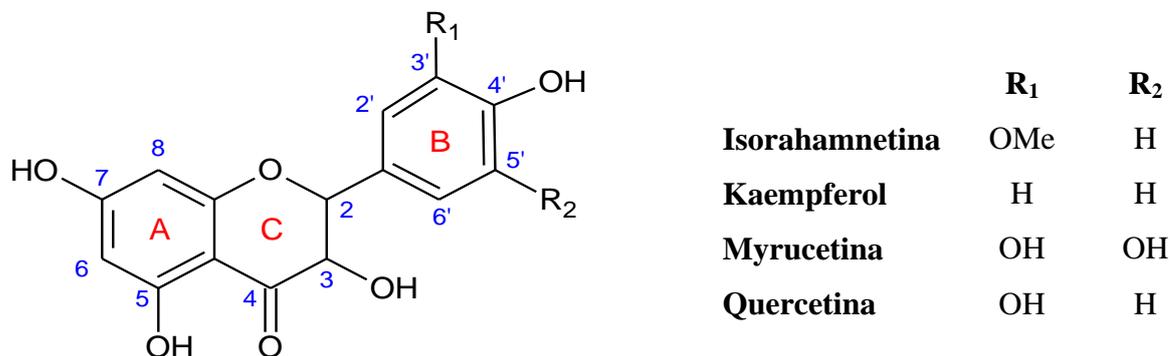
Muitas frutas e verduras são possuidoras de importantes compostos fenólicos e a sua quantificação revela informações a respeito da atividade antioxidante, a qualidade do alimento e dos benefícios a saúde (TALCOTT *et al.*, 2003).

As frutas e hortaliças fornecem importantes compostos como o ácido ascórbico e o ácido fólico, os quais são compostos bioativos que contribuem na prevenção de doenças (FALLER & FIALHO, 2009).

Nos últimos anos, inúmeras pesquisas têm sido feitas com moléculas de origem vegetal (principalmente aquelas com atividade antioxidante), como uma consequência do crescente interesse em alimentos saudáveis, pois acredita-se que desempenham um importante papel na prevenção de muitas doenças (PANDEY & RIZVI, 2009; HAMID *et al.*, 2010; VLADIMIR-KNEZEVIC *et al.*, 2012).

#### **4.3.2 Flavonoides**

Os flavonoides (Figura 11) são encontrados nos vegetais de forma abundante, principalmente nas frutas, nas folhas, sementes e demais partes das plantas na forma de glicosídeos ou agliconas.

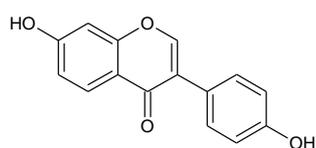


**Figura 11** - Estrutura molecular padrão de um flavanoide.

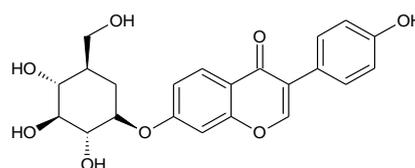
**Fonte:** Pannala *et al.* (2001) - Adaptado.

Estes compostos possuem estrutura fenilbenzopirona (C<sub>6</sub>–C<sub>3</sub>–C<sub>6</sub>), sendo 2 anéis aromáticos unidos por 1 anel pirano. Conforme as modificações no anel pirano, os flavonoides são classificados em importantes grupos como Flavanois, Flavonois, Flavonas, Antocianidinas, Isoflavonoides, Flavanonas (Figuras 12, 13, 14.e 15). Já as modificações que acontecem nos anéis aromáticos vão dar origem a muitos compostos dentro de cada grupo, tendo variação em número e posição de hidroxilas e metoxilas (HOULIHAN, 1985; COOK & SAUMMAN, 1996; DUTHIE *et al.*, 2000; AGATI *et al.*, 2012; MURTHY *et al.*, 2012).

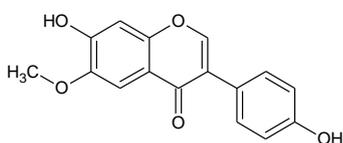
### ISOFLAVONAS



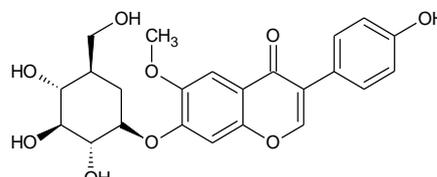
**Daidzeína**



**Daidzina**



**Gliciteína**

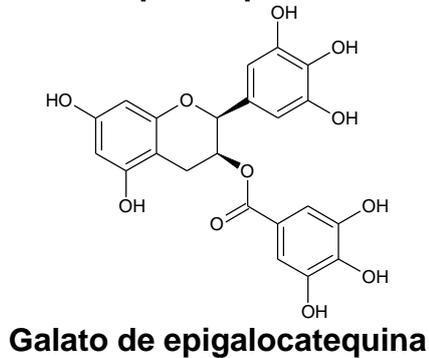
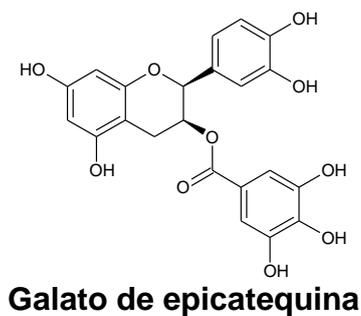
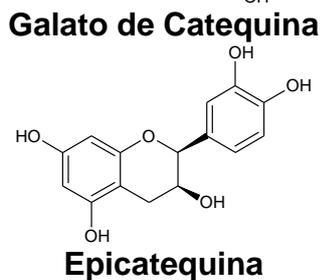
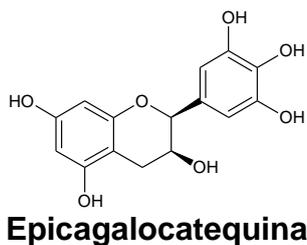
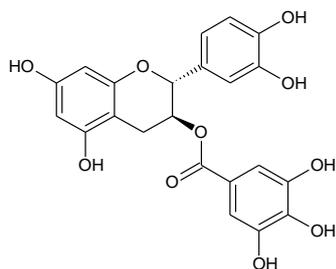
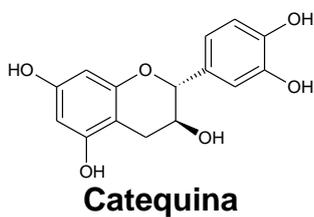


**Glicitina**

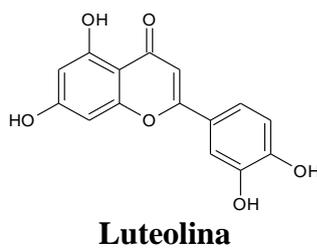
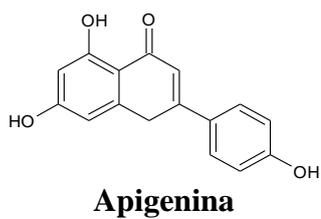
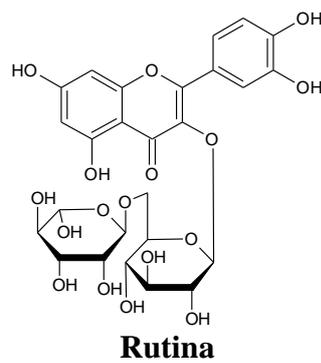
**Figura 12** - Exemplos de flavonoides.

**Fonte:** Martins *et al.* (2010)

## FLAVANOIS

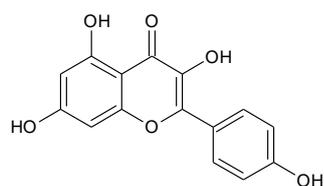


## FLAVONAS

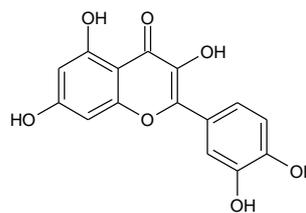


**Figura 13-** Exemplos de flavonoides.  
**Fonte:** Martins *et al.* (2010)

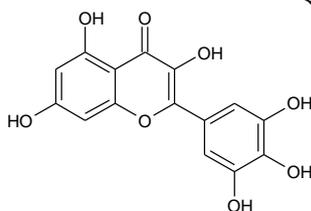
## FLAVONOIS



**Campferol**

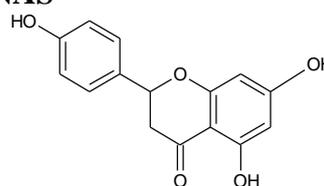


**Quercetina**

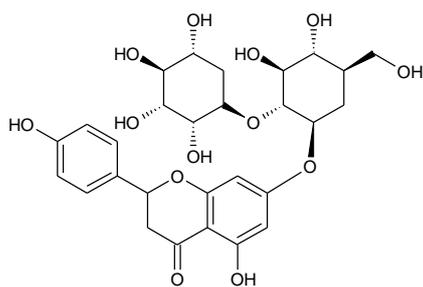


**Miricetina**

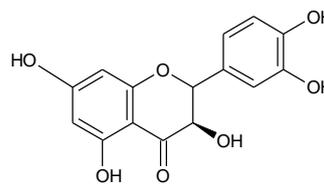
## FLAVANONAS



**Naringenina**

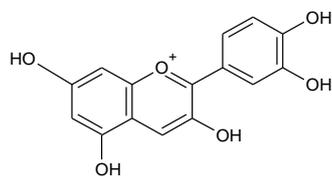


**Narigina**

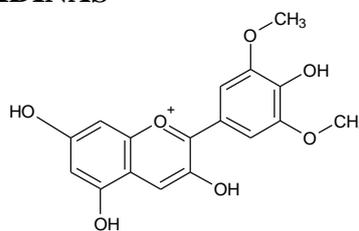


**Taxifolina**

## ANTOCIANIDINAS



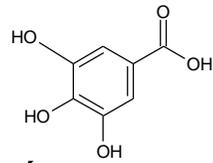
**Cianidina**



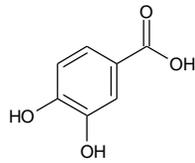
**Malvidina**

**Figura 14-** Exemplos de flavonoides.  
**Fonte:** Martins *et al.* (2010)

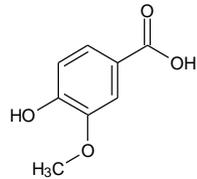
### ÁCIDOS HIDROBENZOICOS



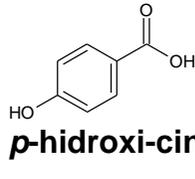
Ácido gálico



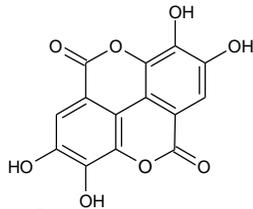
Ácidos protocatecuico



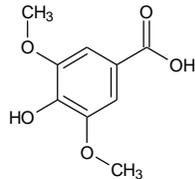
Ácido vanílico



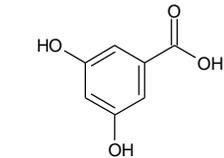
Ácido *p*-hidroxi-cinâmico



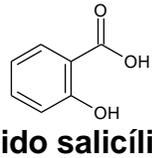
Ácido elágico



Ácido siríngico

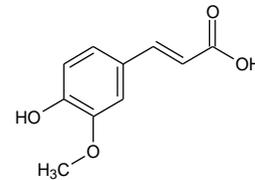


Ácido gentísico

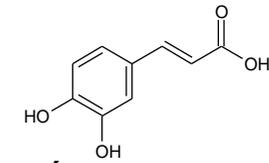


Ácido salicílico

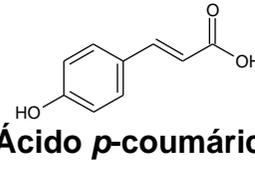
### ÁCIDOS HIDROXICINÂMICOS



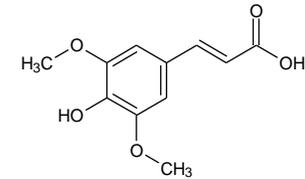
Ácido ferúlico



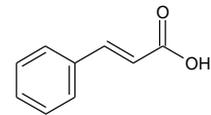
Ácido caféico



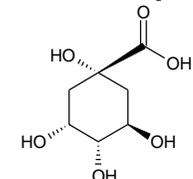
Ácido *p*-coumárico



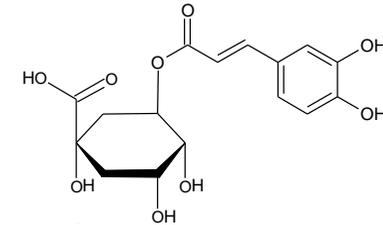
Ácido sinápico



Ácido cinâmico



Ácido quánico



Ácido clorogênico

Figura 15- Exemplos de ácidos fenólicos.

Fonte: Martins *et al.* (2010)

Os flavonoides são distribuídos nos vegetais de diferentes formas, dependendo do filo/ordem/família e da variação das espécies (BOBBIO & BOBBIO, 1992; FENNEMA, 2010; BURNS *et al.*, 2001). Dentre os flavonoides, as flavonas e os flavonois são os grupos mais encontrados nos vegetais. Nas flavonas encontramos os compostos apigenina, luteolina e tricetina enquanto que nos flavonois estão as agliconas, campferol, quercetina e miricetina (HARBORNE, 1973; BOBBIO & BOBBIO, 1992).

Diversos trabalhos foram feitos e estes demonstraram várias atividades biológicas e influências entre o consumo de alimentos com alto teor de flavonoides e doenças cardíacas (LESLIE *et al.*, 1989; SAMMAN *et al.*, 1998; KIM *et al.*, 2013).

Pelo fato dos flavonoides estarem presentes nos vegetais de forma considerável, seu nível de ingestão poderá variar entre 50 a 800 mg.dia<sup>-1</sup>, a depender da ingestão de vegetais, vinhos tintos e/ou chás. Estudos foram feitos em alguns países em épocas diferentes e pode-se perceber uma variação no nível de consumo diário, pelo fato da dieta de cada população, sendo assim, verificou-se que na década de 60, o valor de flavonoides ingeridos na Finlândia era de 3mg.dia<sup>-1</sup> enquanto que no Japão era de 65 mg.dia<sup>-1</sup>. Já na década de 70, estudos mostraram que nos Estados Unidos, o consumo de flavonoides estava estimado em 1 g<sup>-1</sup>.dia. Enquanto que na Irlanda, estudos feitos na década de 80, informaram que o consumo era de 23 mg.dia<sup>-1</sup>. Estudos sinalizaram que a população brasileira ingere, em média, 60 a 106 mg.dia<sup>-1</sup> de flavonoides que são oriundos, principalmente, de laranja, alface e tomate (PIETTA, 2000; SKIBOLA & SMITH, 2000; ARABBI *et al.*, 2004).

As propriedades redox dos grupos fenólicos e a relação estrutural entre as diferentes partes da estrutura química dos fenólicos interferem no poder antioxidante dos mesmos. Baseado nisso, pode-se elencar alguns princípios que podem ser responsáveis pela atividade antioxidante dos compostos fenólicos como a presença do grupo orto-di-hidroxi ou grupo catecol no anel B, o que confere uma maior estabilidade à forma radicalar, pois contribui para a dispersão do par de elétrons; a ligação dupla conjugada com a função 4-oxo, aumentando a dispersão eletrônica a partir do anel B e os grupos hidroxila nas posições 3 e 5 com função oxo, que promovem a dispersão eletrônica do grupo 4-oxo para estes dois substituintes (BORS *et al.*, 1990).

Para melhor explicar esses procedimentos, tomará como descrição as definições elencadas a seguir propostas por vários pesquisadores e que serão ilustradas na figura 16:

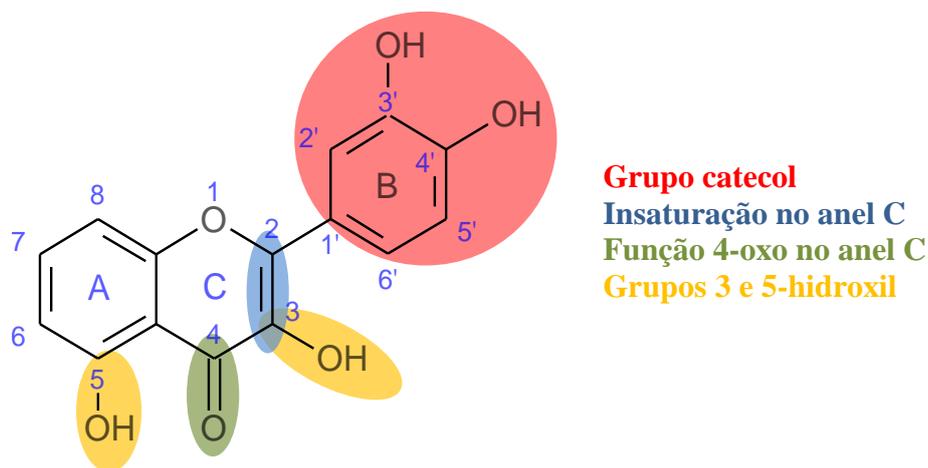
a) O número e a disposição espacial dos grupos hidroxila que vão indicar o poder antioxidante dos compostos fenólicos, pois quanto maior este número, maior a capacidade de doação de H<sup>•</sup> e elétrons (BARREIROS *et al.*, 2006);

b) Se bloquear o grupo 3-OH do anel B diminuirá a atividade antioxidante (FERNANDEZ-PANCHON *et al.*, 2008; KIOKIAS *et al.*, 2008);

c) A capacidade do composto fenólico em deslocar elétrons emparelhados é que dará estabilidade ao radical livre flavonoil formado. Sendo assim, a estrutura orto-dihidroxi (catecol) no anel B proporcionará grande estabilidade, pois atuará no deslocamento dos elétrons, sendo a estrutura que mais doará átomos de hidrogênio para os radicais livres, desempenhando importante papel antioxidante (FERNANDEZ-PANCHON *et al.*, 2008; BARREIROS *et al.*, 2006);

d) para que aconteça o deslocamento do elétron do anel B se faz necessária uma dupla ligação 2,3 em conjugação com a função 4-oxo no anel C e assim contribuir para a atividade antioxidante (FERNANDEZ-PANCHON *et al.*, 2008; KIOKIAS *et al.*, 2008);

e) para uma atividade antioxidante é necessário, também, que os grupos 3 e 5-OH apresentem função 4-oxo nos anéis A e C, pois possibilitarão formar pontes de hidrogênio (FERNANDEZ-PANCHON *et al.*, 2008; KIOKIAS *et al.*, 2008).



**Figura 16** - Molécula do flavonol quercetina com destaque para os grupos funcionais importantes na expressão da atividade antioxidante de flavonoides.

**Fontes:** MELO *et al.* (2011); FERNANDEZ-PANCHON *et al.*(2008); KIOKIAS *et al.*(2008) - Adaptado.

### 4.3.3 Taninos

O indivíduo adquire taninos por meio da sua dieta, na ingestão de alimentos com certo teor desses compostos como: leguminosas, cereais, frutas e derivados dos vegetais (vinhos, sucos, chás, dentre outros) (REDDY *et al.*, 1989).

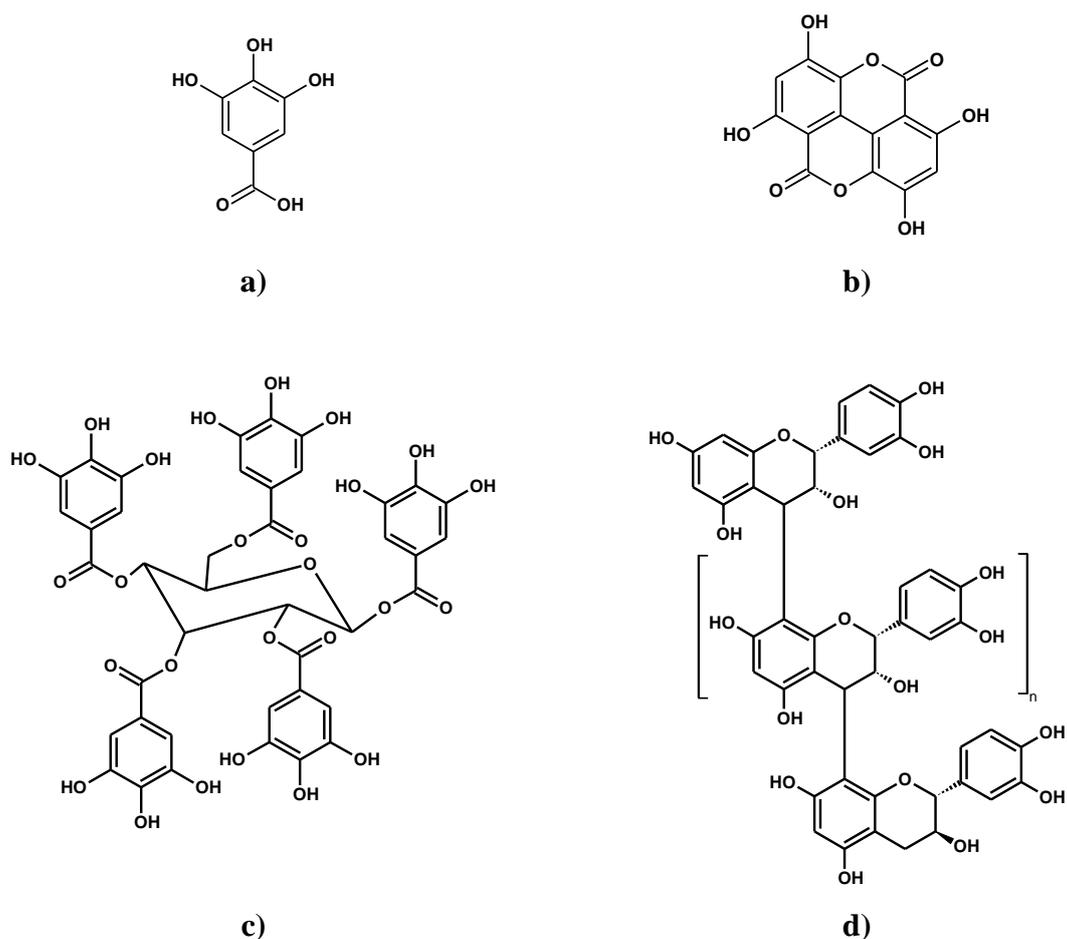
As frutas possuem alto teor de nutrientes além de compostos antioxidantes, sendo esses concentrados, em sua maioria, nas cascas e sementes (COSTA *et al.*, 2000; MELO *et al.*, 2008).

Dentre os antioxidantes naturais, são encontrados os taninos. A palavra tanino é muito utilizada, principalmente na área da botânica, sendo ela derivada do termo "tanante", que seria a produção de couro a partir de peles por meio do material vegetal (MONTEIRO *et al.*, 2005).

Uma grande parte dos compostos fenólicos é encontrada sob a forma de ésteres ou de heterosídeos, sendo estes então solúveis em água e em solventes orgânicos polares. Dessa forma, os taninos, por serem fenólicos, são muito reativos quimicamente, formando ligações de hidrogênio, tanto intra quanto intermoleculares. De acordo com essa reatividade, esses compostos podem ser facilmente oxidados por enzimas vegetais específicas e também por influência de metais ( $Fe^{3+}$ ), o que ocasiona o escurecimento de suas soluções (MONTEIRO *et al.*, 2005).

Os taninos são classificados em dois grupos: hidrolisáveis e condensados (Figura 17c, d). Os primeiros são formados por ésteres de ácido gálico e ácido elágico glicosilados, oriundos do ácido chiquímico, no qual os grupos hidroxila do açúcar esterificam a carboxila dos ácidos fenólicos. Os elágicos (Figura 17b) são muito mais frequentes que os gálicos (Figura 17a), e acredita-se que o sistema bifenílico do ácido hexaidroxidifenílico seja resultante da ligação oxidativa entre dois ácidos gálicos (SOUSA *et al.*, 2011).

Os taninos condensados ou proantocianidinas, muito encontrados nos vegetais, são polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan-3,4-diol, produtos do metabolismo do fenilpropanol (HELDT, 1997). As proantocianidinas, assim denominadas provavelmente pelo fato de apresentarem pigmentos avermelhados da classe das antocianidinas, como cianidina e delfinidina, apresentam uma grande diferença estrutural, resultante de padrões de substituições entre unidades flavânicas, diversidade de posições entre suas ligações e a estereoquímica de seus compostos (MELLO & SANTOS, 2001).



**Figura 17** - Estruturas moleculares que compõem os taninos condensados e hidrolisáveis. a) Ácido gálico; b) Ácido elágico; c) Tanino hidrolisável; d) Tanino condensado.  
**Fonte:** Queiroz *et al.* (2002) - Adaptado.

De acordo Hagerman & Butler (1989), os taninos vegetais têm sido quantificados pelos métodos do butanol-HCl e a vanilina. Este último método depende da reação da vanilina com os taninos condensados para formação de complexos coloridos. A eficiência deste método está intimamente ligada ao solvente utilizado na extração, a concentração e natureza do ácido, tempo de reação, bem como da temperatura e concentração da vanilina. Enquanto o primeiro é referido como o melhor, devido sua alta seletividade.

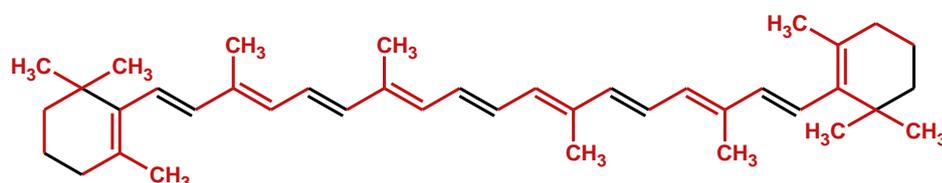
#### 4.3.4 Carotenoides

Carotenoides são pigmentos responsáveis pelas cores laranja, amarela e vermelha das frutas, tubérculos, flores, invertebrados, pescados e pássaros (ALVES, 2003).

Os carotenoides compreendem um dos principais grupos de antioxidantes naturais de caráter lipofílico. Segundo Rodriguez-Amaya (1999), eles estão presentes nos cloroplastos das angiospermas e gimnospermas, mesmo que a sua cor esteja mascarada

pela clorofila. Podem ser encontrados, também, em algas, bactérias, fungos e leveduras. Baseado nessa diversidade de fontes dos carotenoides estima-se que se produza 100 milhões de toneladas por ano.

Nos vegetais, os carotenoides (Figura 18) são biossintetizados a partir de unidades isoprenílicas na rota do mevalonato. Esses compostos constituem inúmeros pigmentos encontrados em frutas e folhas de vegetais, mas também já foram identificados em microrganismos e animais superiores. Nas frutas, a concentração desses bioativos varia conforme a espécie, safra, grau de maturação e a distribuição variam em diferentes frações, como polpa e cascas (RODRIGUEZ-AMAYA & KIMURA, 1989).

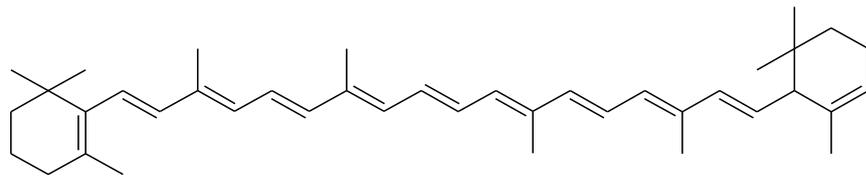


**Figura 18** - Estrutura molecular do  $\beta$ -caroteno com unidades isoprenílicas em destaque (marrom).

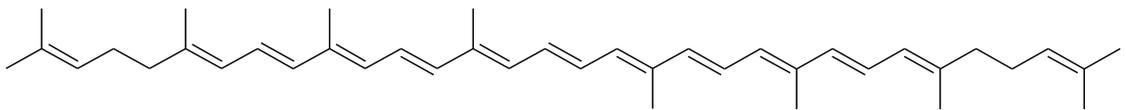
**Fonte:** Dewick (2009) - Adaptado.

Fontana *et al.* (2000) afirma que o  $\beta$ -caroteno (cenoura, mamão), licopeno (tomate), xantofilas (zeaxantina, luteína e outras estruturas oxigenadas do milho, da manga, do mamão e da gema de ovo) dentre outras são os carotenoides mais evidenciados nos alimentos vegetais.

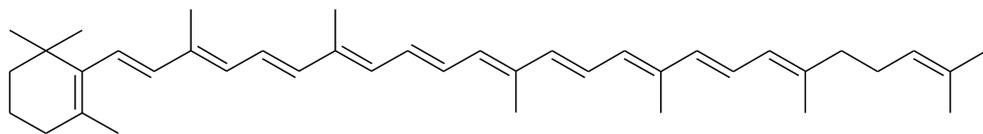
Os carotenoides (Figuras 19 e 20) apresenta uma estrutura básica de tetraterpeno de 40 carbonos, formada do por oito unidades isoprenoides de 5 carbonos, sendo a molécula linear e simétrica, apenas com ordem inversa no centro. Os carotenos hidrocarbonetos são denominados de carotenos e os derivados oxigenados de xantofilas (PFANDER, 1987; OLIVIER & PALOU, 2000).



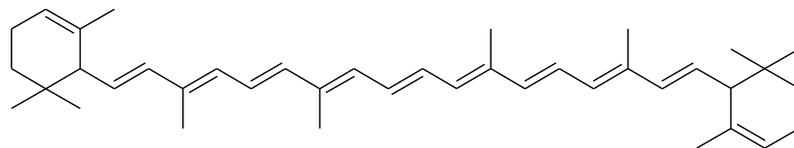
**$\alpha$ -caroteno**



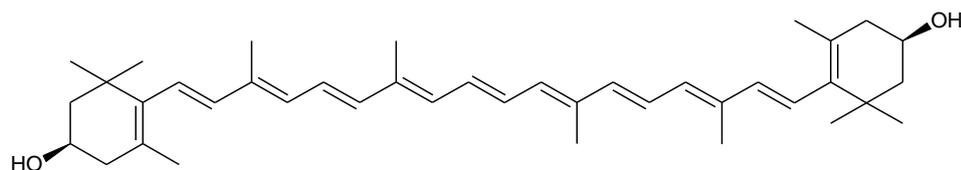
**Licopeno**



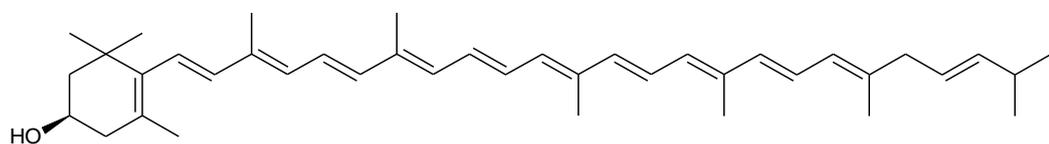
**$\gamma$ -caroteno**



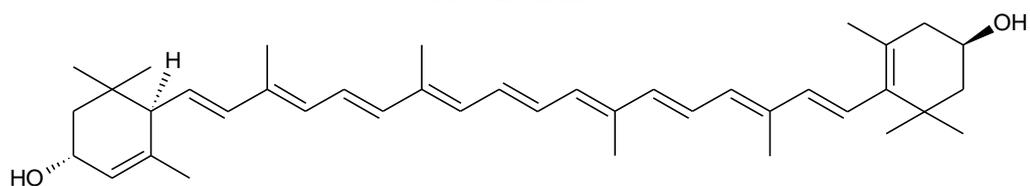
**$\epsilon$ -caroteno**



**Zeaxantina**

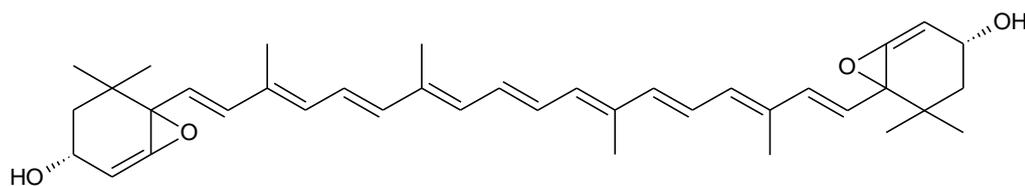


**Rubixantina**

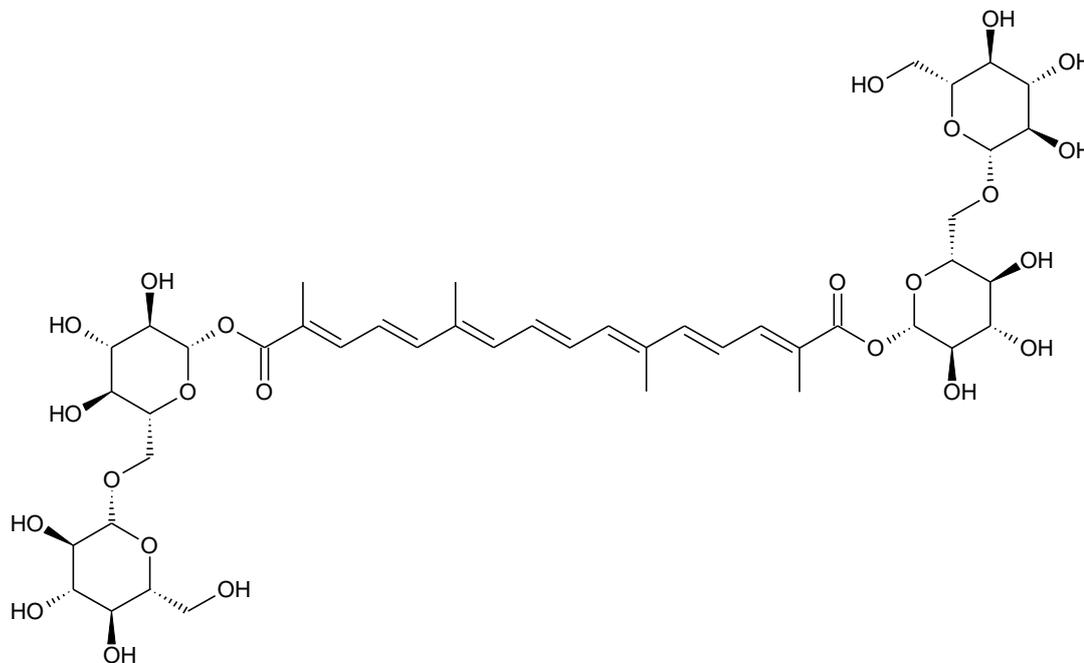


**Luteína**

**Figura 19** - Estrutura dos principais carotenoides.  
**Fonte:** Ratledge & Evans (1989) - Adaptada.



**Violaxantina**



**Crocina**

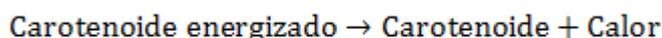
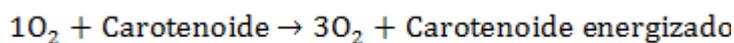
**Figura 20-** Estrutura dos principais carotenoides.

**Fonte:** Ratledge & Evans (1989) - Adaptada.

Alguns carotenoides podem apresentar funções como a atividade pró-vitâmica A que é proveniente de alimentos de origem animal (fígado, ovos, leites, carnes vermelhas e peixes) ou então por meio dos carotenoides que poderão ser transformados em Vitamina A, normalmente oriundos de vegetais (SIMPSON *et al.*, 1971).

Os carotenoides apresentam propriedades antioxidantes fundamentadas na sua estrutura, principalmente no sistema de duplas ligações conjugadas, permitindo a captação de radicais livres (TAPIERO *et al.*, 2004; YOUNG & LOWE, 2001).

Os carotenoides participam do mecanismo de fotoproteção (Figura 21) na qual ocorre a transferência de energia entre o oxigênio singlete ( $^1O_2$ ) e o carotenoide para gerar oxigênio triplete ( $^3O_2$ ). Após isso, o carotenoide energizado que foi formado retorna ao estado fundamental e assim, dissipando a energia mediante interações rotacionais com o sistema de solventes (SCHAFER *et al.*, 2002; CARIS-VEYRAT, 2007).



**Figura 21** - Mecanismo de Fotoproteção

**Fonte:** Mortensen *et al.* (2001) - adaptado.

Vale salientar que a energia liberada é baixa, dessa forma, não causa danos ao meio celular. Esse processo tem uma das finalidades na proteção dos portadores de porfirias cutâneas em relação aos efeitos nocivos do oxigênio singlete formado na pele quando exposta ao sol. Uma forma de se detectar esses efeitos é por meio da redução da concentração de  $\beta$ -caroteno na pele das pessoas afetadas (MORTENSEN *et al.*, 2001; WOODALL *et al.*, 1997).

A ação antioxidante dos carotenoides é tão eficaz e ampla que eles podem reduzir as taxas de foto-oxidação, a oxidação das lipoproteínas de baixa densidade e ainda protegerem o DNA contra o ataque dos radicais livres (BURRI *et al.*, 1998; MOLLER & LOFT, 2004; PIMENTEL *et al.*, 2005). Ainda tem a capacidade de remover os radicais alquiperóxila ( $ROO\bullet$ ), sendo que *in vitro* esse processo poderá acontecer por três vias (CARIS-VEYRAT, 2007; EL-AGAMEY *et al.*, 2004), como mostram as reações de:

- a) Transferência de elétrons:  $\text{Carotenoide} + ROO\bullet \rightarrow \text{Carotenoide}\bullet + ROO^-$
- b) Abstração de hidrogênio:  $\text{Carotenoide} + ROO\bullet \rightarrow \text{Carotenoide}\bullet + ROOH$
- c) Adição:  $\text{Carotenoide} + ROO\bullet \rightarrow ROO\text{-Carotenoide}\bullet$

## 4.4 Atividade Antioxidante

### 4.4.1 Radicais livres

Meados da década de 20 começaram a fazer estudos referentes aos radicais livres, mas só na década de 70 que se relatou a importância dessas espécies químicas para os indivíduos, em particular, os aeróbios, pois nestes seres a sua produção é contínua nos processos metabólicos. Os radicais também foram reconhecidos como mediadores para a transferência de elétrons em várias reações bioquímicas, desempenhando funções relevantes no metabolismo. Nas organelas citoplasmáticas que metabolizam o oxigênio, o nitrogênio e o cloro, bem como a membrana citoplasmática são as principais fontes produtoras dos radicais (BAST *et al.* 1991; BALASUMDRAM, 2006).

Nas condições normais do metabolismo celular aeróbio, o  $O_2$  sofre redução tetravalente e assim ocorre a incorporação de quatro elétrons formando  $H_2O$ . Este processo

originará intermediários reativos, conhecidas como espécies reativas de oxigênio (ERO), representados basicamente pelos radicais superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ ), hidroperoxila ( $HO_2^{\cdot}$ ), hidroxila ( $OH^{\cdot}$ ), e o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Em regras gerais, a redução completa do  $O_2$  acontece nas estruturas celulares mitocondriais e a reatividade das ERO será neutralizada com a inserção dos quatro elétrons (COHEN, 1989).

As ERO podem ser originadas por meio de forma endógena ou exógena, sendo a primeira podendo ser ativada pela redução de flavinas e tiois; pelo resultado da atividade de oxidases, cicloxigenases, lipoxigenases, desidrogenases e peroxidases; pela presença de metais de transição no interior da célula e de sistemas de transporte de elétrons. Já o tabaco, a poluição do ar, os solventes orgânicos, os anestésicos, os pesticidas e radiações são fontes exógenas geradoras de radicais livres (SOARES, 2002). O organismo, naturalmente, controla esses fatores oxidativos por meio de variados mecanismos antioxidantes que irão inibir a reatividade dos radicais livres (DECKER, 1997).

Os organismos vivos produzem substâncias capazes de regenerar ou prevenir danos oxidativos contra os radicais livres. Mas pode-se também adquirir substâncias, como alimentos e bebidas, capazes de sequestrarem esses radicais livres (ALVES *et al.*, 2010).

Os radicais livres atuam sobre as plantas e materiais a base de vegetais também de forma danosa. Esses danos se dão por meio da peroxidação lipídica dos corpos graxos, promovendo alterações nos odores e nos sabores dos alimentos, devido à degradação de vitaminas lipossolúveis e de ácidos graxos essenciais, mas também a integridade e segurança dos alimentos, por meio da formação de compostos poliméricos potencialmente tóxicos e a perda da qualidade, causando a rejeição por parte dos consumidores. O papel das reações dos radicais livres nas doenças humanas, na biologia, na toxicologia, e na deterioração de alimentos tornou-se uma área de intenso interesse (SILVA *et al.*, 1999; RAMALHO & JORGE, 2006).

Segundo Halliwell (1994), qualquer espécie química que contenha um ou mais elétrons que não estejam pareados podem ser classificados como radicais livres, denominados Espécies Reativas do Oxigênio (ERO). Esse não emparelhamento dos elétrons na última camada torna esses átomos ou íons altamente instáveis e quimicamente muito reativos, podendo reagir com qualquer espécie situada próxima à sua órbita externa, passando a ter uma função oxidante (HALLIWELL & GUTTERIDGE, 1999). Baseado nisso, pode-se evidenciar os carboidratos, lipídios, proteínas, ácido desoxirribonucléico (DNA) e ácido ribonucléico (RNA) como os constituintes dos centros alvo destas espécies

radicalares, que ao serem atingidos, com significativa intensidade, poderão provocar a desestabilização do meio molecular (FERREIRA & MATSUBARA, 1997; THOMAS, 2000; ABDALLA, 2000; WILHELM FILHO *et al.*, 2001).

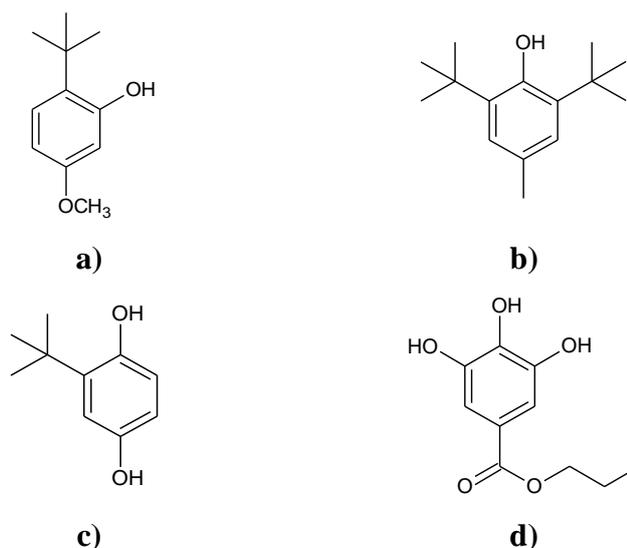
Os ácidos graxos insaturados são os compostos de maior frequência nos processos oxidativos no corpo humano (HALLIWELL, 1997), gerando assim, diversos tipos de doenças, até mesmo danos ao DNA. Estes danos poderão gerar mutações, câncer, envelhecimento precoce, doenças cardiovasculares, degenerativas e neurológicas, choque hemorrágico, catarata, disfunções cognitivas, dentre outras (HALLIWELL *et al.*, 1992; LANGSETH, 1995; POULSEN *et al.*, 1998). Mediante ao exposto, pode-se verificar, nas últimas décadas, que o interesse em pesquisas que correlacionam os radicais livres e o surgimento de algumas doenças foi despertado (GUTTERIDGE & HALLIWELL, 1994; HALLIWELL, 1996; DREOSTI, 2000).

Segundo Kanner *et al.* (1987) os processos térmicos, absorção de radiação ionizante, ou iniciação química envolvendo íons metálicos ou metaloproteínas podem gerar a decomposição oxidativa.

#### **4.4.2 Antioxidantes**

Os antioxidantes (AO) são substâncias que podem retardar ou inibir a oxidação de moléculas, evitando o início ou a propagação das reações de oxidação em cadeia. Estes compostos, normalmente apresentam estrutura química aromática e contém, no mínimo, uma hidroxila, podendo ser sintéticos, como o butilhidroxianisol (BHA), butilhidroxitolueno (BHT), terc-butil hidroquinona (TBHQ) e o galato de propila (PG), largamente utilizados pela indústria de alimentos (Figura 22), ou naturais, substâncias bioativas tais como organosulfurados, fenólicos e terpenos, que fazem parte da constituição de diversos alimentos (FENNEMA, 1993; BRENNA & PAGLIARINI, 2001; ZHENG & WANG, 2001).

O termo antioxidante é designado de forma multiconceitual, mas de forma geral pode ser definido como uma família heterogênea de moléculas naturais ou sintéticos, que presentes em concentrações baixas, em relação às biomoléculas, que supostamente protegeriam, podem prevenir ou reduzir a extensão do dano oxidativo (HALLIWELL, 1999; HALLIWELL & GUTTERIDGE, 2007).



**Figura 22** - Compostos fenólicos antioxidantes sintéticos: a) BHA, b) BHT, c) TBHQ, d) PG.  
**Fonte:** Cheng *et al.* (2003) - Adaptado.

Os antioxidantes de baixo peso molecular podem ser sintetizados no próprio organismo ou adquiridos pela ingestão de alimentos. Eles são encontrados tanto em número quanto em concentração maiores que os antioxidantes enzimáticos além de distribuídos em ambientes lipofílicos e hidrofílicos. Vale ressaltar que não há nenhum antioxidante isolado que reúna todas as características de um bom AO, pois para ser um bom antioxidante, o composto necessita ser um composto biológico presente, naturalmente, em tecidos animais; deve ser ativo na proteção de moléculas protéicas e lipídicas; deve ter boa biodisponibilidade após administração oral e parenteral; possuir meia-vida longa; ter boa atividade no espaço intra e extracelular para ser capaz de ultrapassá-la sem perda alguma das suas características (VENDEMIALE *et al.*, 1999).

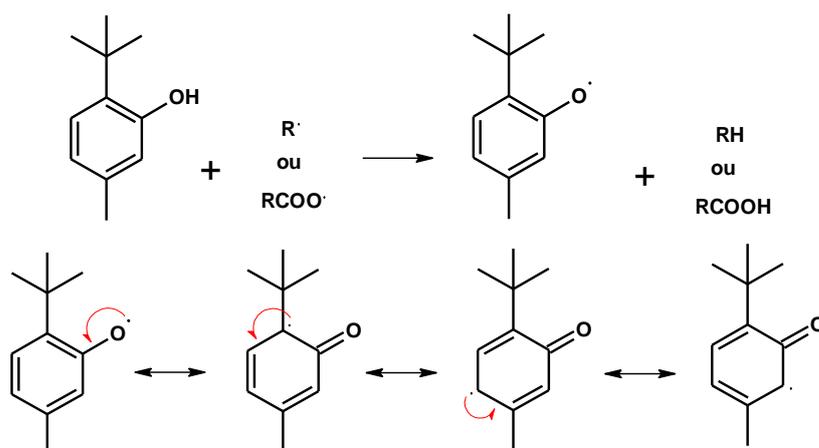
A ação dos antioxidantes nos organismos vivos acontece por meio de diferentes mecanismos, podendo ser pelo método da complexação de íons metálicos, pela captura de radicais livres, pela decomposição de peróxidos, pela inibição de enzimas que poderão gerar espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (VASCONCELOS *et al.*, 2006).

Estudos demonstraram que essas espécies reativas de oxigênio estão envolvidas nos danos oxidativos e estão associadas a muitas doenças como aterosclerose, doenças cardiovasculares, catarata, diabetes, asma, lesão no fígado, artrite, envelhecimento, doenças de imunodeficiência além de câncer em seres humanos (WATANABE, 1998; LEE *et al.*, 2000; ZHENG & WANG, 2001).

A utilização dos antioxidantes sintéticos iniciou na década de 1940. A estrutura fenólica destes compostos permite a doação de um átomo de hidrogênio a um radical livre,

fazendo com que o radical acilglicerol retome a sua estrutura molecular original e assim interrompendo o mecanismo de oxidação por radicais livres. Assim, os derivados fenólicos transformam-se em radicais, mas são estabilizados por ressonância e assim, não promovem ou propagam reações de oxidação (RAMALHO & JORGE, 2006).

Hocman (1988) afirma, por meio de estudos toxicológicos, que os antioxidantes sintéticos apresentam efeito nocivo ao organismo, como exemplo, o BHT (Figura 23) que se relaciona ao desenvolvimento de doenças pulmonares. O BHA induziu a hiperplasia gastrointestinal em roedores por um mecanismo desconhecido; e o TBHQ reduziu o nível de hemoglobina e a hiperplasia de células basais (RAMALHO & JORGE, 2006). Experimentos com animais demonstraram que os antioxidantes sintéticos apresentam efeitos carcinogênicos, além de promover aumento do peso do fígado e significativa proliferação do retículo endoplasmático (ZHENG & WANG, 2001; YILDRIM *et al.*, 2001; MELO & GUERRA, 2002).



**Figura 23** - Reação redox do BHT com radicais livres (R· ou RCOO·) e a estabilização do radical formado por ressonância.

**Fonte:** Zheng e Whang (2001) - Adaptado.

Mediante aos efeitos adversos dos antioxidantes sintéticos, muitos países limitaram o seu uso, o Brasil, por exemplo, estabelece como concentração máxima permitida 0,02g. 100g<sup>-1</sup> do uso para o BHA, BHT, TBHQ (BRASIL, 1998). Para a inserção de antioxidantes sintéticos em creme vegetal, margarinas, óleos e gorduras, o governo brasileiro, por meio da Resolução/ANVISA 04/98 do Ministério da Saúde, determina a concentração máxima de 0,01 (g.100g<sup>-1</sup>)/(g.100mL<sup>-1</sup>) para o PG, OG, DG, Ácido Fosfórico e Palmitato de ascorbila, Citrato de monisopropila; de 0,02 (g.100g<sup>-1</sup>)/(g.100mL<sup>-1</sup>) para o BHA, BHT e TBHQ; de 0,03 (g.100g<sup>-1</sup>)/(g.100mL<sup>-1</sup>) para os Tocoferóis e 0,05 (g.100g<sup>-1</sup>)/(g.100mL<sup>-1</sup>)

para o Estearato de ascorbila. Vale salientar que o Decreto nº 55871/65 preconiza que será tolerada a mistura na dose de  $0,02 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  no total, ou seja, a soma de dois aditivos não poderá ultrapassar seu valor individual (SALINAS, 2002; CAETANO, 2009). Mesmos esses compostos e alguns de seus derivados sendo eficazes na prevenção da oxidação lipídica, mas tem a sua utilização proibida em alguns países devido a sua toxicidade (SHAHIDI *et al.*, 1992).

Pelo fato dos efeitos colaterais no uso de AO sintéticos apresentados em muitos estudos, novas pesquisas foram desenvolvidas para se conseguir AO de fontes naturais, a partir da década de 1980, que esses possam agir sozinhos ou por meio de interações com outros aditivos para que se consiga evitar a deterioração oxidativa de alimentos e limitar o uso dos antioxidantes sintéticos (DURAN & PADILLA, 1993). Diante disso estudos foram feitos com alecrim, sálvia, soja, canela, maçã, coentro, espinafre, repolho, resíduo de acerola, casca de manga, sementes de uva, dentre outros para se conseguir extrair antioxidantes naturais para substituir aos sintéticos (CHIPAULT *et al.*, 1952; MANCINI FILHO *et al.*, 1998; CAETANO, *et al.*, 2009).

Moure *et al.*, (2001) e Lapornik *et al.*, (2005) afirmam que os resíduos agroindustriais contêm quantidades significativas de antioxidantes. Diante o exposto, percebe-se que diversas pesquisas de porte nacional e internacional sobre propriedade antioxidante de vegetais foram realizadas nos últimos 20 anos em decorrência da busca de um estilo de vida mais saudável e da constatação de que certos alimentos apresentam substâncias biologicamente ativas que tragam benefícios à saúde ou efeitos fisiológicos desejáveis (PARK *et al.*, 1997).

A maioria das investigações realizadas restringiu-se à verificação da atividade antioxidante, sem isolar e identificarem o composto ativo. Deve-se atentar que uma fonte natural é influenciada por diversos fatores, tais como país ou região na qual a planta foi cultivada; substrato lipídico utilizado no ensaio; o solvente e a técnica empregada na extração; a forma da especiaria testada tanto em pó, extrato ou fração isolada e dessa forma a eficiência da atividade antioxidante é diversificada (FRANKEL, 1993). Outros fatores que influenciam são a estrutura e a concentração no alimento, além de que a quantidade destas substâncias em vegetais oscila com frequência por fatores genéticos, condições ambientais, grau de maturação e a variedade da planta (MOURE, *et al.*, 2001; NACZK & SHAHIDI, 2004).

A atividade antioxidante sofre variação a depender do solvente utilizado no preparo. Normalmente, utilizam-se soluções aquosas de etanol, metanol e acetona, além de outras em diferentes concentrações, pois a eficácia é devida à polaridade dos polifenóis presentes na amostra, além do seu grau de polimerização e interação com os outros constituintes (NACZK & SHAHIDI, 2004; PEREZ-JIMENEZ, *et al.*, 2008).

Os compostos antioxidantes apresentam uma diversidade química muito grande, principalmente os compostos fenólicos, sendo assim, há necessidade de avaliar a capacidade antioxidante por diversos ensaios com mecanismo de ação diferente, apesar de todos eles apresentarem um agente oxidante, um substrato e uma estratégia de medida do ponto final. Existem dois grupos de métodos para classificar a determinação da atividade antioxidante, o primeiro é caracterizado pela captura de radicais livres e o segundo pela determinação da oxidação de uma molécula alvo (LIMA *et al.*, 2002; MINUSSI *et al.*, 2003). Dessa forma, as metodologias para determinar a capacidade antioxidante são inúmeras e podem sofrer interferências, além dos seus diversificados fundamentos. Por isso, é recomendada a utilização de duas ou mais técnicas, haja vista que nenhum ensaio isoladamente poderá determinar a capacidade antioxidante de forma precisa e exata (PRIOR & CAO, 1999).

#### **4.4.3 Antioxidantes Naturais**

No intuito de substituir os antioxidantes sintéticos por naturais (Tabelas 9, 10, 11 e 12) que pesquisas vêm sendo feitas e demonstrando o grande potencial dos resíduos das frutas para essa finalidade, apesar de ainda ser muito restrita a utilização dos antioxidantes naturais. Estes podem ser encontrados em grãos e sementes de oleaginosas (NAMIKI, 1990), de cereais, sementes e cascas de frutas, raízes, castanhas, nozes e microalgas dentre outras (MARCO, 1968; SANTOS *et al.*, 2010; RIVERO *et al.*, 2003).

**Tabela 9 - Frutas e derivados como fontes de antioxidantes naturais**

<b>Fontes</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Referência</b>
Framboesa, amora preta, groselha vermelha, groselha espinhosa e cereja	Dentre as frutas estudadas, a cereja é considerada aquela com maior fonte de antioxidantes, podendo ser empregada como suplemento alimentar.	PANTELIDIS <i>et al.</i> , 2007
Ameixa, morango, carambola, goiaba, uva, maçã, manga, kiwi, melão, mamão, abacate, côco, melancia, banana, laranja, sapoti, rambutan, entre outras.	A capacidade antioxidante das frutas estudadas variou de acordo com a espécie, de 0,06% para sapoti até 70,2% para rambutan.	LEONG & SHUI, 2002
Baguaçu e jambolão	O extrato metanólico do baguaçu apresentou elevado conteúdo de fenóis (896,7 mg 100 g <sup>-1</sup> ) quando comparado com outros frutos em bagas e, também, com o jambolão (229,6 mg 100 g <sup>-1</sup> ).	KUSKOSKI <i>et al.</i> , 2006
Laranja, maçã, abacaxi e uva	A vitamina C foi responsável por grande parte da capacidade antioxidante no suco de laranja e menos que 5% no suco da maçã e abacaxi. Nestes últimos, a maior contribuição foi decorrente da quantidade de fenóis.	GARDNER <i>et al.</i> , 2000
Polpa congelada de amora, uva, açaí, goiaba, acerola, morango, abacaxi, manga, graviola, cupuaçu e maracujá	As polpas congeladas de acerola, açaí e morango foram as que apresentaram os maiores valores de fenóis: 580,1; 136,8 e 132,1 mg 100 g <sup>-1</sup> , respectivamente.	KUSKOSKI <i>et al.</i> , 2006
Polpa e sementes de romã	Os extratos aquosos, tanto da polpa quanto das sementes, apresentaram as maiores porcentagens de inibição da oxidação: 87,31 e 93,08%, respectivamente.	JARDINI & MANCINI FILHO, 2007.

**Fonte:** Oliveira *et al.* (2009) - Adaptada.

**Tabela 10 - Frutas e derivados como fontes de antioxidantes naturais**

<b>Fontes</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Referência</b>
Vinhos tintos e brancos	Foi observado que o vinho tinto apresenta uma proteção maior quanto a peroxidação lipídica, e isto foi atribuído principalmente ao conteúdo de fenóis das amostras analisadas.	DE BEER <i>et al.</i> , 2005
Cerveja	Foi capaz de induzir aumento significativo da capacidade antioxidante do plasma 1h após ingestão, retornando aos níveis basais, 2h depois.	GHISELLI <i>et al.</i> , 2000
Chá preto e chá verde	Extratos aquosos de chás preto e verde mostraram ação capturadora de espécies reativas de oxigênio, como o oxigênio singlete, ânion-radical superóxido e radical hidroxila.	THIAGARAJAN <i>et al.</i> , 2001
Chá preto	O chá preto mostra ações de inibição da geração de espécies reativas, além de sequestro das mesmas e quelação de metais de transição, ações essas atribuídas, em grande parte, ao conteúdo de catequinas.	LUCZAJ <i>et al.</i> , 2005

**Fonte:** Oliveira *et al.* (2009) - Adaptada.

**Tabela 11 - Sementes como fontes de antioxidantes naturais**

<b>Fontes</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Referência</b>
Semente de uva	Extratos de sementes de uva analisados apresentam bom poder redutor, avaliado com ferrocianato de potássio. Potencial utilização na preservação de produtos alimentícios.	JAYAPRAKASHA <i>et al.</i> , 2001
Sementes de tamarindo	Todos os extratos analisados apresentaram atividade antioxidante (64,5-71,1%) utilizando o sistema de emulsão que envolve ácido linoléico, maior que a do padrão BHA.	SIDDHURAJU, 2007
Sementes de abacate, manga, jaca e tamarindo	Exibem atividade antioxidante e conteúdo total de fenóis maior do que a porção comestível das respectivas frutas. Esta contribuição foi sempre maior que 70%.	SOONG & BARLOW, 2004
Produtos derivados da castanha de caju	Observada correlação significativa ( $p < 0,05$ ) entre a capacidade antioxidante e a concentração de alquilfenóis nos extratos estudados.	TREVISAN <i>et al.</i> , 2006
Semente de nozes	Sementes de nozes estudadas apresentam grande potencial antioxidante.	YANG, <i>et al.</i> , 2009
Cacau	O consumo de chocolate aumenta o fluxo dérmico de sangue e seu nível de saturação com oxigênio.	NEUKAM <i>et al.</i> , 2007

**Fonte:** Oliveira *et al.* (2009) - Adaptada.

**Tabela 12 - Resíduos como fontes de antioxidantes naturais.**

Fontes	Principais resultados	Referência
Resíduos da vinicultura	O extrato etanólico dos resíduos estudados exibiu elevada atividade antioxidante, quando comparado com os extratos em outros solventes, contra o antioxidante sintético BHT, o palmitato de ascorbila e a vitamina E. Não foi observada correlação positiva entre atividade antioxidante e conteúdo total de fenóis.	LAFKA <i>et al.</i> , 2007
Resíduos de carambola	A alta quantidade de fenóis e a elevada capacidade antioxidante dos resíduos estudados indicam que poderiam ser empregados como aditivos alimentares.	SHUI & LEONG, 2006
Bagaço de uva	Encontraram-se 17 tipos de compostos polifenólicos diferentes, entre eles, ácido gálico, catequina, epicatequina, quercetina.	LU & FOO, 1999
Bagaço de maçã	Todos os compostos antioxidantes encontrados apresentaram elevada atividade antioxidante, sendo a atividade sequestradora de radicais DPPH 2 a 3 vezes e a do ânion radical superóxido 10 a 30 vezes maior do que a das vitaminas C e E.	LU & FOO, 2000
Resíduos de maçã, pera e alcachofra	Foram encontrados extratos com elevado conteúdo de fenóis e elevada capacidade antioxidante.	PESCHEL <i>et al.</i> , 2006
Folhas de chá velho e resíduos de chá preto	O resíduo de chá preto apresentou maior capacidade antioxidante quando comparado com a folha de chá velho. Recomendam o uso destes chás como fontes naturais de antioxidantes.	FARHOOSH <i>et al.</i> , 2007
Casca de 8 frutas diferentes	As cascas de rambutan podem ser consideradas uma fonte natural de antioxidantes para alimentação ou ser adicionadas a produtos farmacêuticos, devido a sua elevada capacidade antioxidante e propriedade não tóxica em células normais.	OKONOGI <i>et al.</i> , 2007
Farinhas de resíduos de acerola, maracujá e Abacaxi	Os extratos metanólicos de farinhas de resíduos de acerola (FRAC), maracujá (FRMA) e abacaxi (FRAB) exibem capacidade antioxidante. FRAC e FRMA podem ser úteis como suplementos antioxidantes ou aditivos alimentares, em especial, o extrato de acerola.	OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2009

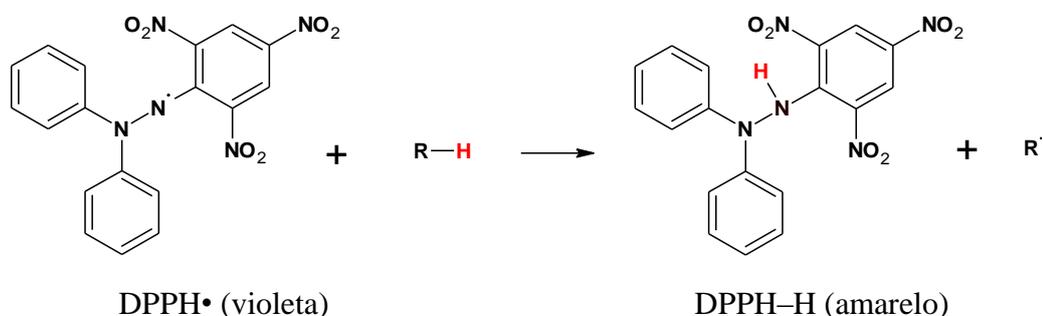
**Fonte:** Oliveira *et al.* (2009) - Adaptada.

#### 4.4.4 Métodos para determinação de atividade antioxidante

Várias metodologias têm sido desenvolvidas, muitas delas expressam a habilidade do antioxidante em sequestrar espécies reativas geradas no meio da reação. Outras verificam quanto eficiente é o antioxidante em inibir a peroxidação lipídica por meio da quantificação dos produtos da reação como os dienos conjugados e hidroperóxidos; a quantificação dos produtos da decomposição ocorrida na peroxidação lipídica, ou a mensuração de quanto será inibido na oxidação do lipídio do sistema pelo antioxidante a ser verificado (FRANKEL & MEYER, 2000; ANTOLOVICH *et al.*, 2002; GIADA & MANCINI-FILHO, 2004). Estas metodologias diferem desde o mecanismo de ação até a forma de expressar os resultados.

Diante das metodologias que determinam a habilidade dos antioxidantes em sequestrar os radicais livres, salienta-se os possuidores de um radical cromóforo que simula as ERO, sendo o DPPH<sup>•</sup> (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) e o ABTS<sup>•+</sup> [2,2'-azino-bis(3-etil-benzolona-6-sulfonato)] como os mais usados por serem os mais práticos, sensíveis e rápidos (ARNAO, 2000). A solução metanólica do DPPH<sup>•</sup>, de coloração púrpura, absorve luz no comprimento de onda de 517 nm enquanto a solução etanólica verde/azul do ABTS absorve luz no comprimento de 734 nm.

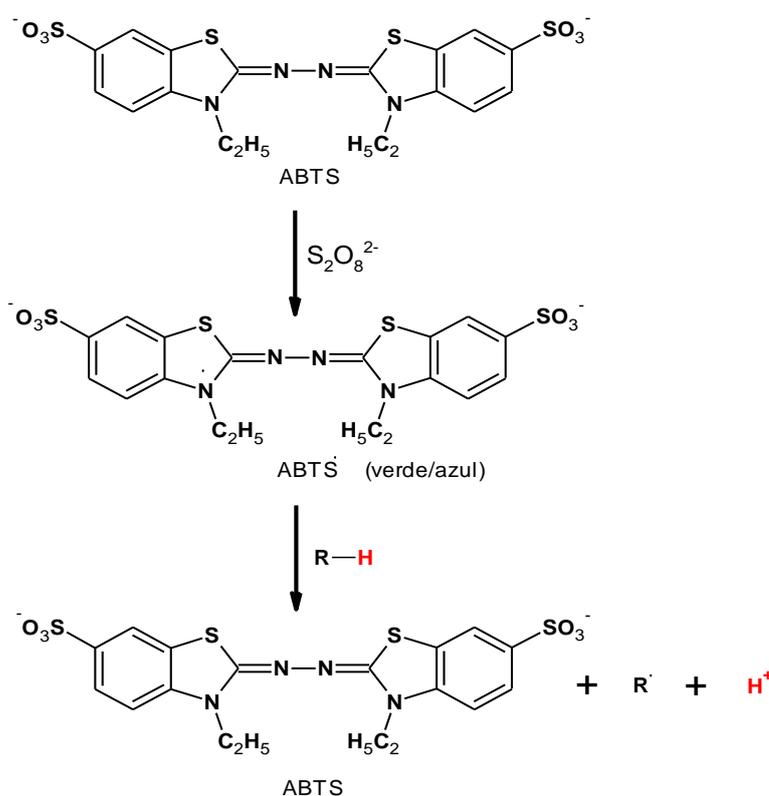
Na presença de uma espécie química antioxidante (R-H), o DPPH<sup>•</sup> é reduzido formando DPPH-H (Figura 24). Neste processo, a solução metanólica de DPPH<sup>•</sup>, inicialmente de coloração violeta, torna-se amarelada e esta descoloração mensura a capacidade do antioxidante em sequestrar o referido radical livre. Os resultados podem ser expressos através do EC<sub>50</sub>, que corresponde à concentração que sequestra metade (50%) da quantidade de matéria do radical (HUANG *et al.*, 2005).



**Figura 24** - Reação de sequestro do radical DPPH por um agente antioxidante.

**Fonte:** Cheng *et al.* (2003) - Adaptado.

No método do ABTS, o radical verde azulado é gerado através da oxidação do ABTS pelo ânion persulfato formando  $\text{ABTS}^{\bullet+}$ . A adição de uma espécie antioxidante ao radical formado conduz a sua redução de volta a ABTS, diminuindo a cor da solução (Figura 25). Essa diminuição da cor verde azulada é usada para medir a atividade oxidante de compostos de natureza hidrofílica e lipofílica (KUSKOSKI *et al.*, 2005; RE *et al.*, 1999).

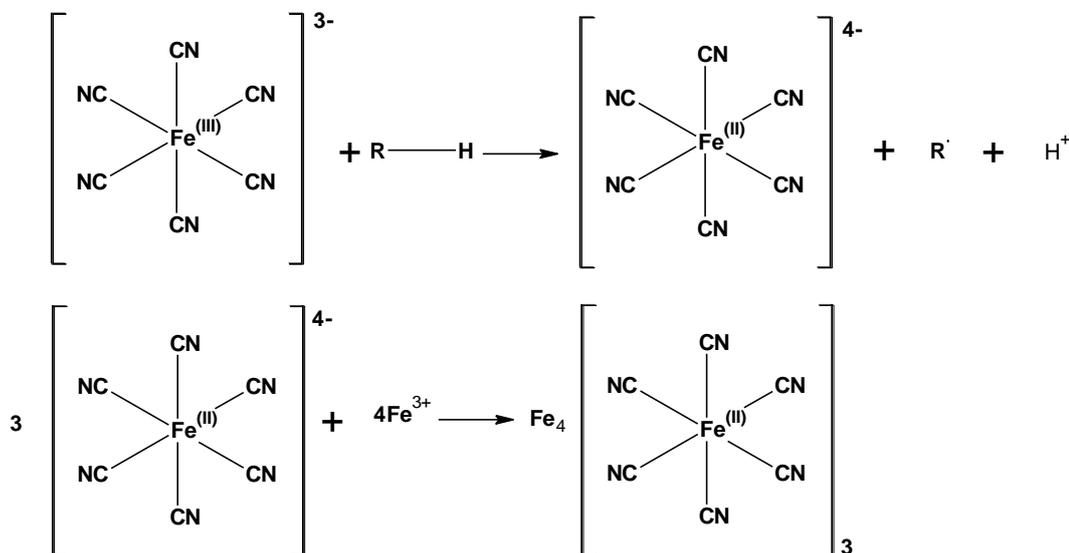


**Figura 25** - Processo de formação do radical  $\text{ABTS}^{\bullet+}$  pelo ânion persulfato ( $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ) e seu posterior sequestro por um agente antioxidante.

**Fonte:** Cheng *et al.* (2002) - Adaptado.

O método do poder redutor faz uso da redução de Fe (III) a Fe (II) em meio tamponado. Nesse ensaio, a cor amarelada da solução dos íons  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  diminui dando lugar a um gradiente de cores que vai do verde ao azul à medida que aumenta a concentração de espécies redutoras (antioxidantes). Esse gradiente verde azulado é proveniente à formação do íon  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ . A adição de  $\text{FeCl}_3$  fornece o contra-íon  $\text{Fe}^{3+}$  para formação do composto colorido  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ , conhecido como azul da Prússia, que possui absorvância em 734 nm (GRAHAM, 1992; WALIA *et al.*, 2009). Assim, o poder

redutor dos compostos presentes nos extratos é proporcional à concentração de azul da Prússia formado durante o processo (Figura 26).



**Figura 26** - Reações de redução do Fe(III) a Fe(II) nos complexos  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3+}$  e formação do azul da Prússia,  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ .

**Fonte:** Cheng *et al.* (2002) - Adaptado.

Os vegetais in natura, processados ou até mesmo os resíduos possuem fontes antioxidantes, dessa forma é importante verificar o potencial antioxidante desses resíduos, haja vista, que os antioxidantes sintéticos possuem efeitos nocivos à saúde humana. Assim sendo, justifica-se o propósito de quantificar a ação antioxidante dos resíduos de polpas de frutas de abacaxi, acerola e cajá (CAETANO *et al.*, 2009).

Para as determinações das atividades antioxidantes, Badarinath *et al.*, (2010) agrupam três grandes ensaios com seus respectivos métodos, sendo eles: HAT, ET e demais ensaios (Tabela 13 e 14).

**Tabela 13** - Lista dos métodos antioxidantes in-vitro

Nº	MÉTODOS	TIPOS DOS MÉTODOS
I	HAT	ORAC - Método da Capacidade de Inativação de Oxigênio Radicalar
		LPIC - Ensaio da capacidade de inibição da peroxidação lipídica.
		TRAP - Total radical trapping antioxidant parameter
		IOC - Consumo por meio da Inibição de Oxigênio
		Clareamento da Crocina
		Atividade de inibição do radical óxido
		Atividade sequestradora de radicais hidroxila por p-NDA (p-butrisidunethyl anilina)
		Inibição de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> radicalar
		Método de inibição do ABTS radicalar
		SASA - Inibição da formação alcalina do radical superóxido
II	ET	TEAC - Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox
		FRAP - Poder Antioxidante pela Redução Férrica
		Ensaio da inibição do radical livre por meio do DPPH
		Capacidade de Redução do cobre (II)
		Fenólicos Totais pelo Folin-Ciocalteu
		Método do N,N-dimetil- <i>p</i> -Fenilenodiamina (DMPD)
III	Outros Métodos	TOSC - Capacidade Antioxidante de Inibição Total
		Método da inibição de Briggs – Reação de oscilação de Rauscher
		Quimioluminescência
		Eletroquimioluminescência
		Análise Fluorimétrica
		ECL – Quimioluminescência melhorada
		TLC – Cromatografia de camada delgada por afinidade
		CAA - Método da Atividade Antioxidante Celular
Método Oxidativo de Substrato colorido		

**Fonte:** Badarinath *et al.* (2010) - Adaptada.

**Tabela 14** - Principais métodos para avaliação da atividade antioxidante com suas respectivas significâncias.

Ensaio antioxidante	Simplicidade	Instrumentação	Relevância biológica	Mecanismo	Tempo de análise
ORAC	++	+	+++	HAT*	++
TRAP	--	--	+++	HAT	+++
FRAP	+++	+++	--	ET**	--
TEAC	+	+	-	ET	-
F-C	+++	-	-	ET	+
TLC	+++	+	---	ET, HAT	---
CAA	-	-	+++	HAT	+++
Método oxidativo de substrato colorido	+	++	++	HAT	+
CUPRAC	+++	+++	---	HAT	+
Análises fluorimétricas	++	++	+	HAT	+
ECL	---	+++	+++	HAT	+++
ABTS	+	+	+	ET	+
DPPH	+	+	++	HAT	+

+, ++, +++ = Característica desejável ou altamente desejável;

-, --, --- = Pouco desejável ou totalmente indesejável.

\*HAT - Hydrogen Atom Transfer methods

\*\* ET - Electron Transfer methods

Fonte: Badarinath *et al.* (2010) - Adaptada.

#### 4.5 Minerais

Minerais são substâncias naturais inorgânicas, sólidas à temperatura ambiente, com composição química definida (não necessariamente fixa) e arranjo atômico altamente organizado formado por processos inorgânicos (KLEIN & HURLBUT, 1999).

Nas ciências dos alimentos, são conhecidos como *elementos minerais* e quando suas quantidades necessárias para a dieta são pequenas, recebem o conceito de *elementos-traço* ou *traços de minerais* (KRAUSE & MAHAN, 1991).

Os minerais são encontrados em estruturas vivas, nos alimentos principalmente na forma de íons, além de atuarem como cofatores enzimáticos que são requeridos mediante à estrutura e saúde do indivíduo. Esses minerais podem ser adquiridos por meio da dieta rica em frutas, pois estas são consideradas as principais fontes de minerais necessários na dieta humana e animal, segundo Gondim *et al.* (2005). Sódio, potássio e cálcio são cátions. Os

não metais que formam ânions incluem o cloro (na forma de cloreto), enxofre (na forma de sulfato) e fósforo (na forma de fosfato). Os minerais também entram na composição de substâncias orgânicas, tais como fosfoproteínas (ortofosfato), fosfolípidos (ortofosfato), hemoglobinas (ferro) e o hormônio tiroxina (iodo) (KRAUSE & MAHAN, 1991).

Os minerais podem ser divididos em macrominerais por apresentarem em maiores quantidades na dieta como o cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro e enxofre e como microminerais encontramos o cobre, zinco, ferro, manganês, iodo, molibdênio, selênio e cromo. Estes últimos quando apresentados em quantidades mínimas, na grandeza de  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  são classificados como elementos traço. Esta nomenclatura é aderida na maioria dos estudos em detrimento da expressão *metal pesado*, a qual não há nenhum relato em órgão oficial de química a definindo como correta (FILHO *et al.*, 1999).

Os elementos traço podem ser classificados em essenciais (mesmo em pequenas concentrações têm importância no metabolismo dos indivíduos, pois estão atuantes em muitos processos fisiológicos) em relação aos seres vivos. Enquanto que os elementos traço não essenciais, como o mercúrio, chumbo e cádmio, não possuem funções conhecidas no metabolismo humano, dessa forma são considerados como tóxicos aos organismos. Vale ressaltar que mesmos os ditos essenciais, se consumidos em altas quantidades ou até mesmo por longos períodos, poderão gerar toxicidade aos seres humanos e aos animais (FILHO *et al.*, 1999). Vale salientar que cada mineral tem a sua ingestão diária recomendada pelas agências reguladoras.

A ANVISA estabeleceu o Índice de Ingestão Diária Recomendada (IDR), o qual refere à quantidade de nutriente que um indivíduo deve consumir diariamente para ter uma alimentação saudável e equilibrada e assim facilitar as escolhas dos consumidores quando forem adquirir os produtos nos mercados. Vale salientar que a IDR (Tabela 15) não deve ser entendida como uma consideração, mas sim uma referência nutricional (PHILIPPI, 2008).

**Tabela 15** - Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos (Portaria SVS n° 33/9825 e Resolução GMC n° 18/94 – Mercosul e (\*) RDA/NAS, 1989).

<b>Nutriente</b> (mg.100g <sup>-1</sup> )	<b>IDR</b> (mg.dia <sup>-1</sup> )
Alumínio	10 a 100
Cálcio	800 a 1000
Cobre	1
Ferro	14
Magnésio	260 a 300
Manganês	2,3 a 5,0
Potássio	4.700
Sódio	2 a 20
Zinco	7 a 15

**Fonte:** BRASIL (2005); CARVALHO & ARAUJO (2008); USDA (2012) – Adaptada.

A RDC 54/ANVISA preconiza que um produto para ser considerado fonte de determinado mineral, faz-se necessário conter, no mínimo, 15% da IDR de referência por porção e para ser considerado rico deverá possuir, no mínimo, 30% da referência por porção, ou seja, a cada 100mL ou 100g do produto, pronto para o consumo, no caso de sólidos, deverá conter 15 mL ou 15g; 30 mL ou 30g, respectivamente (BRASIL, 2012; BRASIL, 2003).

Muitos trabalhos apresentam determinações de minerais a partir de resíduos de frutas no intuito de chamar atenção ao alto poder de nutrientes existente nesses resíduos, os quais poderão ser aproveitados. As frutas e os vegetais enquadram no campo de possuidores de nutrientes necessárias à saúde humana. E dentre esses nutrientes estão os minerais (Tabela 16) que desempenham uma função vital no desenvolvimento e na boa saúde do corpo humano, tendo as frutas como as principais fontes desses (GONDIM *et al.*, 2005).

**Tabela 16** - Caracterização de minerais das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá.

Minerais (mg .100g <sup>-1</sup> )	Abacaxi		Acerola		Cajá	
	Gondim <i>et al.</i> (2005)	Othman (2011)	Freitas <i>et al.</i> (2006)	Aguiar <i>et al.</i> (2010)	SOUZA <i>et al.</i> (2000)	Matiotto, Lopes e Menezes (2010)
Alumínio	-	-	-	-	-	-
Cálcio	76,44	37,34	12	41,76	56	21,76
Cobalto	285,87	-	-	-	-	-
Cobre	0,11	0,23	0,086	0,15	-	0,04
Cromo	-	0,036	-	-	-	-
Ferro	0,71	3,12	0,20	37,23	0,30	0,66
Magnésio	26,79	92,75	18,0	22,24	-	8,27
Manganês	-	5,70	-	0,74	-	0,06
Níquel	-	-	-	-	-	-
Potássio	-	-	146	41,39	-	177,14
Sódio	62,63	4,24	7,0	-	-	-
Zinco	0,45	-	0,10	0,09	-	0,40

O alumínio é o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre (8%) e entre os metais é o mais abundante (OGA *et al.*, 2008). Ele é um elemento traço que é detectado no organismo, como também é habitualmente ingerido por meio dos alimentos, mas pode ser completamente danoso à saúde se ingerido em altas concentrações (DOUGLAS, 2006). É um metal particularmente preocupante, pois é altamente tóxico a pessoas que possuam problemas renais e provoca alteração neurológica na área motora apráxica envolvendo a fala, podendo gerar convulsões e demência (SHILS *et al.*, 2009).

O alumínio é encontrado em plantas, e alimentos animais, como também na água potável a qual é purificada com sulfato de alumínio. Vale salientar que a concentração desse metal no organismo poderá ser aumentada, caso haja a ingestão de antiácido contendo sulfato de alumínio. Ele apresenta uma rápida absorção, depositando nas paredes das artérias, cérebro, tireóide, pulmões e fígado. Por causa da demência causada em indivíduos que apresentam alta taxa de alumínio no organismo, alguns estudos estão buscando correlação a demência senil que os portadores de Alzheimer têm. A injúria oxidativa causada pelo excesso desse mineral poderá ser controlada pela ingestão de vitamina E.

O cálcio é considerado um mineral com alta incidência no organismo humano, correspondendo a 39% dos minerais corpóreos totais. Cerca de 99% dele está presente nos ossos e nos dentes e 1% restante é distribuído no sangue e nos líquidos extracelulares. Ele

tem como função primordial a construção e manutenção dos ossos e dentes, além de atuar no transporte nas membranas celulares, na transmissão nervosa, ativação de enzimas, regulação dos batimentos cardíacos e também no processo de coagulação sanguínea (DUTRA & MARCHINI, 1998; KRAUSE & MAHAN, 2005; MARIA, 2008).

O cobre é um mineral essencial para o sistema de oxi-redução. Ele está muito envolvido com o metabolismo do ferro, principalmente na síntese da hemoglobina e da produção e manutenção dos glóbulos vermelhos. Além disso, ele é responsável pela formação da melanina, dos ossos e tecidos conjuntivos, como também, manter a integridade da bainha de mielina dos neurônios. O cobre pode ser adquirido por meio de peixe, de milho, do melaço da cana, levedura de cerveja, farinha de caranguejo, variando de 20 mg.kg<sup>-1</sup> a 100 mg.kg<sup>-1</sup>. A sua absorção é feita no trato gastrointestinal de forma rápida.

O sódio é um elemento de origem mineral que unido ao cloro forma o cloreto de sódio, conhecido popularmente como sal de cozinha. Neste produto ainda há o iodeto de sódio ou nitrato de sódio que são também formados pelo elemento principal “sódio”. Este mineral está presente em quase todos os alimentos, formando diversos sais e sua excreção, por volta de 90%, é feita pela urina, suor, fezes e vômitos. Os alimentos de origem vegetal possuem baixa quantidade de sódio, como as frutas, leguminosas e cereais, contudo, as algas possuem uma quantidade significativa de sódio. Nos alimentos de origem animal (leite, ovo, carne e peixes), o sódio possui considerável quantidade. Ele é um dos fundamentais constituintes dos tecidos, principalmente, no meio extracelular, atuando na excitabilidade da membrana e variados sistemas enzimáticos.

O sódio tem uma rápida absorção no organismo, pois quase todo o mineral passa pela corrente sanguínea e dessa forma, gera retenção de líquidos nos tecidos, podendo gerar hipertensão, dentre outras doenças. Ele possui grande funcionalidade em sistemas tampões do meio extracelular, possui importante atuação no processo osmótico dos fluidos extracelulares (DOUGLAS, 2006). Os íons de sódio também desempenham um papel importante no metabolismo da água, pois ele é o principal íon monovalente de fluidos extracelulares constituindo cerca de 93% dos íons (bases) presentes no sangue. Ele também tem um efeito sobre a irritabilidade do músculo (contração) e desempenha um papel específico na absorção de hidratos de carbono (FAO, 1987).

O potássio constitui cerca de 5% dos minerais do organismo humano e tem uma função bem definida, juntamente com o sódio e o cloro, no organismo como o equilíbrio

osmótico e ácido-base, irritabilidade muscular normal, além de ser requerido como co-fator de enzimas. Abaixa quantidade de potássio no sangue é denominado hipocalemia, mas é possível evitar esse problema com a utilização de alimentos que são ricos nesse mineral. Ele possui boa absorção no intestino, dessa forma é eliminado pela urina, fezes e suor (MARIA, 2008; KRAUSE & MAHAN, 2005).

O ferro é de grande importância para as reações metabólicas no organismo, pois ele é responsável pelo transporte da molécula de oxigênio e gás carbônico no sangue (presente na hemoglobina) além de se fazer presente em certas enzimas (MARIA, 2008; KRAUSE & MAHAN, 2005; DUTRA & MARCHINI, 1998).

O magnésio é um componente essencial para os ossos e as cartilagens. Ele tem uma importante função que é ativar sistemas de enzimas-chave, como as quinases, mutases, ATPases do músculo, colinesterase, fosfatase alcalina, dentre outras. É responsável também no auxílio da irritabilidade muscular e nervosa (contração), também atua na regulação da homeostase ácido-base intracelular, como também, primordialmente, atua no metabolismo de hidratos de carbono, de proteínas e de lipídios. Esse mineral pode ser adquirido por meio de carnes e ossos, farelos de arroz, de canola, de camarão; farinha de algas e de semente de girassol, dentre outros alimentos. Tem fácil absorção intestinal (FAO, 1987).

O zinco é um componente muito essencial ao organismo, pois está presente em mais de 80 metaloenzimas, ele também tem a função de co-fator em muitos sistemas de enzimas. Ele tem um importante papel sobre os lipídios, as proteínas e no metabolismo dos hidratos de carbono, principalmente na síntese e metabolismo de ácidos ribonucleicos (RNA) e proteínas. Alguns estudos estão sendo feitos para demonstrar o papel do zinco junto a produção da insulina, do glucagon, da corticotrofina, do FSH e do LH. O processo de cicatrização de feridas é colaborado com a presença do zinco. Ele também ajuda na captura de radicais livres. Pode ser encontrado em alimentos, como peixes, grãos secos, farelo de milho e de trigo, subprodutos de aves, farinha de caranguejo e farinha da semente do girassol, variando entre  $100 \text{ mg.kg}^{-1}$  a  $500 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Possui fácil absorção gastrointestinal sendo reduzida na presença de dietas elevadas com cálcio, fósforo e cobre (FAO, 1987; USDA, 2012).

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório do Núcleo de Estudos em Ciências de Alimentos (NECAL) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Itapetinga e em colaboração com o Laboratório Instrumental da Universidade Federal da Bahia, Campus Anísio Teixeira, Instituto Multidisciplinar em Saúde (UFBA/CAT/IMS) em Vitória da Conquista e com o Laboratório Amazile Biagioni Maia (LABM), Belo Horizonte, Minas Gerais. As amostras dos resíduos foram adquiridas em três momentos diferentes para cada uma no período de abril de 2012 a março de 2013. Para a condução do experimento utilizou-se três repetições, exceto para fibras e atividade antioxidante.

### 5.1 Procedência da matéria prima

As frutas utilizadas neste estudo foram provenientes de dois estados (Tabela 17). O abacaxi foi colhido numa fazenda pertencente ao município de Conceição do Araguaia - Pará tem como cidades limítrofes para o Norte: Rio Maria; ao Sul: Santa Maria das Barreiras; ao leste: Couto Magalhães, no estado do Tocantins; ao Oeste: Redenção e Pau D'Arco, tendo uma população de 45.557 habitantes (IBGE, 2012). Conforme CityBrazil (2008), a região apresenta período chuvoso de novembro a maio e o mais seco, de junho a outubro.

A acerola foi colhida num pomar situado no município de Anagé - Bahia. Está situada a 560 km da Capital do Estado, Salvador, tendo como municípios limítrofes ao Norte: Caetanos; ao Sul fica a cidade de Vitória da Conquista; ao Leste, Bom Jesus da Serra e Planalto; ao Oeste com as cidades de Caraíbas e Belo Campo e com uma população de 25.516 habitantes. A Caatinga é a vegetação predominante desta localidade (IBGE, 2012).

O cajá foi proveniente de um pomar na cidade de Itororó - Bahia. Esta localidade dista 540 km de Salvador, capital do estado, tendo como municípios limítrofes: Itapetinga, Itaju do Colônia, Firmino Alves, Caatiba, Itambé, Nova Canaã e Ibicuí, cuja população é de 19.914 habitantes (IBGE, 2012).

**Tabela 17** - Data das coletas e dados geográficos dos pomares onde foram feitas as colheitas das frutas.

<b>Fruta</b>	<b>Lotes</b>	<b>Data da Coleta</b>	<b>Cidade UF</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Pluvios.<sup>1</sup> (mm/ano)</b>	<b>Clima</b>	<b>Temp.<sup>1</sup> (°C)</b>
<b>Abacaxi</b>	1	MAI/12	Conceição	165	08° 15' 28" S	49° 15' 54" W	38-82	2.000	Tropical <sup>2</sup>	22 - 37
	2	JUL/12	do							
	3	MAR/13	Araguaia/PA							
<b>Acerola</b>	1	ABR/12	Anagé/BA	353	14° 36' 44" S	41° 08' 08" W	52-83	5-115	Semi-árido	36 - 40
	2	MAI/12								
	3	AGO/12								
<b>Cajá</b>	1	MAI/12	Itororó/BA	250	15° 07' 01" S	40° 4' 12" W	67-94	804	Tropical úmido	25
	2	JUL/12								
	3	AGO/12								

<sup>1</sup> Médias/Intervalos anuais

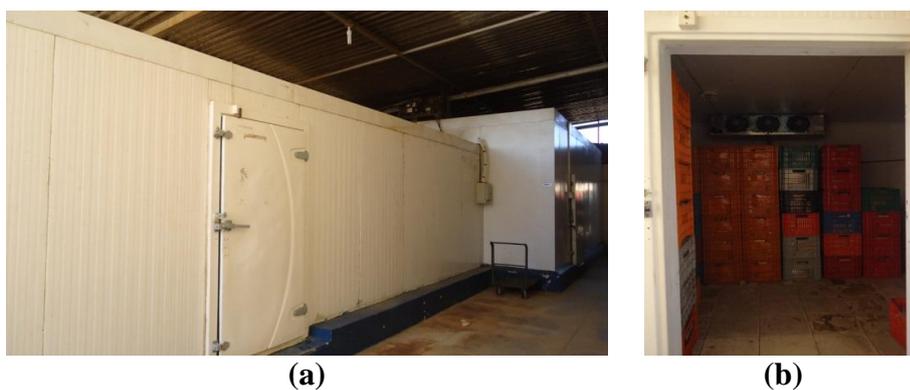
<sup>2</sup> Tropical com estação seca de inverno

**Fontes:** BAHIA (2013); CITYBRAZIL (2008); FÉRIAS (2013); IBGE (2012); SÁ (2006); CLIMA TEMPO (2013).

## 5.2 Obtenção e acondicionamento dos resíduos

Os resíduos das polpas das frutas do abacaxi, da acerola e do cajá foram cedidos gentilmente pela empresa POLIPOLPAS, em Vitória da Conquista – Bahia em 2012 e 2013. As amostras foram imediatamente coletadas da despoldadeira em sacos plásticos de polietileno, previamente identificadas e armazenadas em câmara fria (Figura 27) a  $-8\pm 2^{\circ}\text{C}$ , totalizando 15 kg de cada tipo de resíduo. Posteriormente foram conduzidas para o laboratório do NECAL/UESB e armazenados em freezer a uma temperatura de  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Os resíduos foram coletados em 03 (três) datas diferentes.

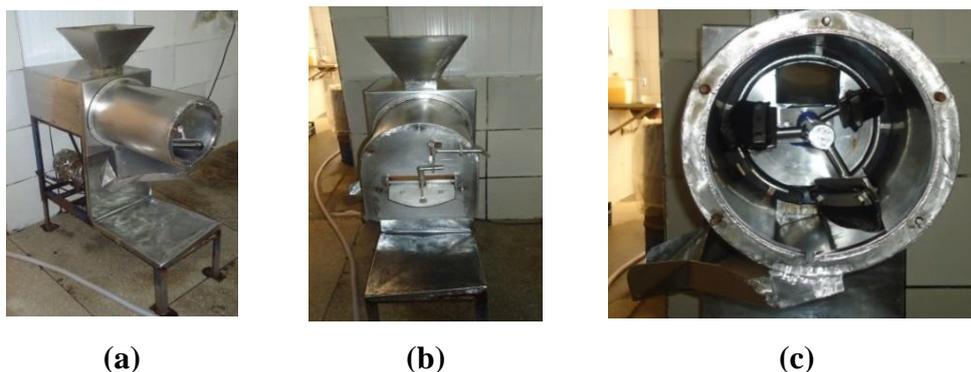
Os resíduos foram processados em dois tipos de equipamentos, sendo uma despoldadeira (Figura 28) e uma de refinagem (Figura 29), sendo esta a que separa a polpa do restante dos resíduos.



**Figura 27** - Câmaras fria. a) Parte externa; b) parte interna.



**Figura 28** - Equipamentos para despoldar e refinar as polpas. a e b) Despoldadeira.



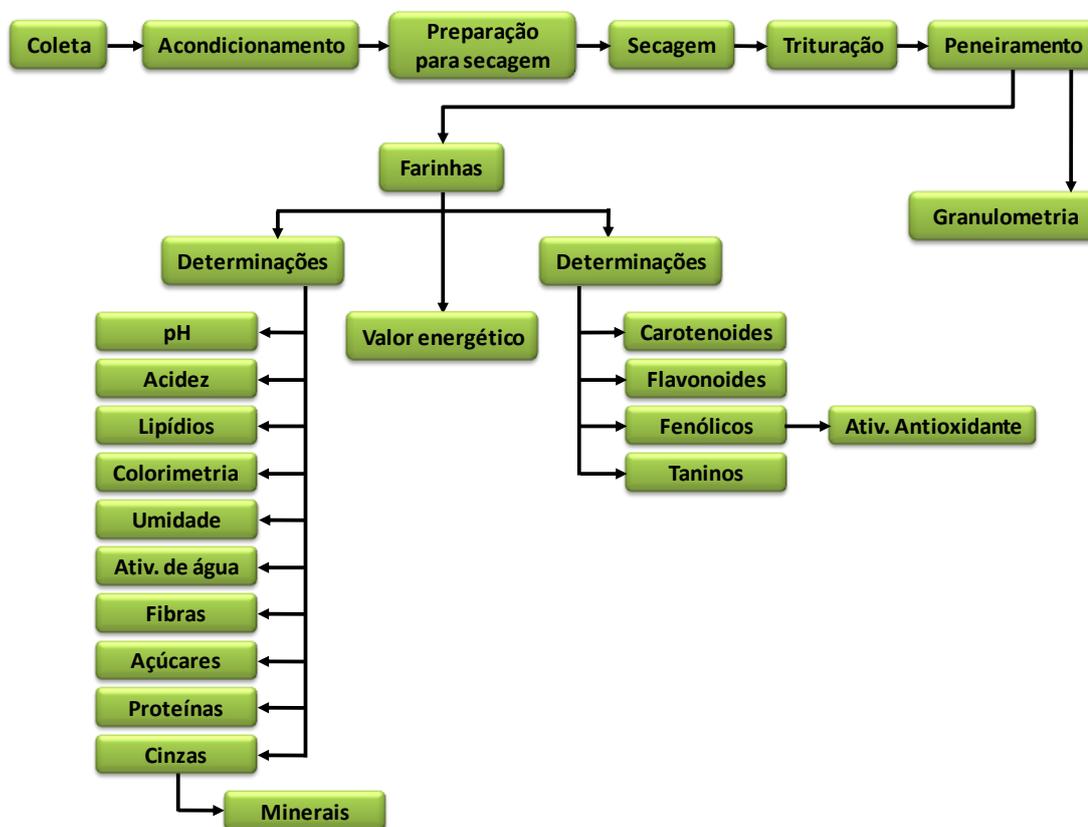
**Figura 29** - Refinadora de polpas de frutas. a) Visão lateral; b) Visão frontal; c) Visão interna - Lâminas.

### 5.3 Processamento e caracterização das farinhas de abacaxi, acerola e cajá

Os resíduos do abacaxi eram compostos apenas do miolo e do resto da polpa, enquanto que os resíduos da acerola e do cajá eram formados por cascas e restos da polpa.

Inicialmente os resíduos foram lavados em água corrente para retirada das sujidades e imersos em água clorada ( $50 \text{ mg.L}^{-1}$  de cloro ativo) por 15 minutos.

O processo de obtenção das farinhas e sua caracterização centésima, físico-química e química está ilustrada na Figura 30.



**Figura 30** - Fluxograma representativo da metodologia utilizada para a caracterização das farinhas de resíduos das polpas de abacaxi (RAb), acerola (RAc) e cajá (RCa).

#### 5.4 Desidratação dos resíduos

Os resíduos foram retirados do freezer  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$  e colocados em refrigerador à temperatura de  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$  para descongelamento durante 24 horas e submetidas ao processo de desidratação.

As amostras foram desidratadas em estufa com circulação e renovação de ar, marca Solab Científica, SL 102, Brasil, à temperatura de  $50\pm 2^{\circ}\text{C}$ , até atingir umidade inferior a 10%. Posteriormente, foram colocadas em dessecador por duas horas e depois mantidas a  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$  em recipientes PET com capacidade para 500 g até o momento das análises.

As farinhas obtidas do processamento dos resíduos das polpas de abacaxi, acerola e cajá foram acondicionadas em recipientes plásticos herméticos de polipropileno transparentes (Figura 31) e mantidos em temperatura de  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$  até o momento das análises.



**Figura 31** - Farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá armazenadas em frascos tipo PET.

Os rendimentos das farinhas dos resíduos foram realizados através da relação entre a massa do resíduo úmido e a massa do resíduo desidratado, conforme equação 1.

$$\text{Equação 1: } R (\%) = \frac{PF}{PI} \times 100$$

Onde, R = rendimento

PF = peso final (resíduo desidratado) kg;

PI = peso inicial (resíduo úmido) kg.

#### 5.5 Trituração, peneiramento e análise granulométrica dos resíduos

Os resíduos foram moídos em moinho de facas (Figura 32) tipo Willye, Marconi, Brasil e, posteriormente, em moinho de bola MA 350 (Figura 32), Marconi, Brasil. Para classificação granulométrica, utilizou-se agitador de peneiras. Uma amostra de 100g de

farinha foi transferida para uma peneira com malha de 80 *mesh*, com agitação manual para promover a separação e a classificação da farinha.



**Figura 32** - Equipamentos para trituração das amostras. a) Moinho de facas; b) Moinho de bola.

## 5.6 Composição centesimal da matéria prima

### 5.6.1 Umidade

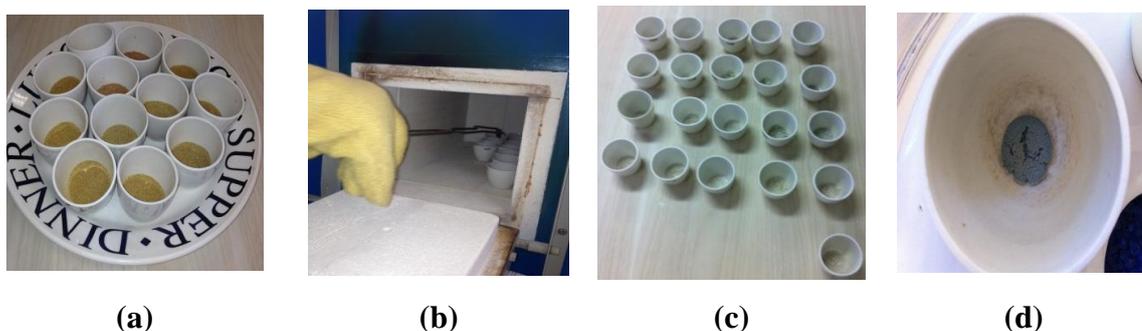
A umidade foi determinada de acordo com a metodologia nº 984.25 da AOAC (2010), por secagem em estufa (SX-DTME, Marca Prolab - Brasil - Figura 33) a  $105\pm 2^{\circ}\text{C}$  até peso constante, sendo utilizadas 5 g de amostra. Os resultados foram expressos em  $\text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$  de amostra seca.



**Figura 33** - Ilustração de processo de determinação do teor de cinzas das amostras das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá. a) Visão externa; b) Visão interna da estufa de secagem e esterilização SX-DTME - Prolab, Brasil.

### 5.6.2 Determinação do teor de cinzas totais

O teor de cinzas totais (Figura 34) foi determinado por calcinação de 5 g de amostra em mufla, (Marconi - Brasil) a  $550\pm 2^{\circ}\text{C}$  até peso constate conforme o procedimento nº 925.51 proposto pela AOAC (2010). Os resultados foram expressos em  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de amostra.



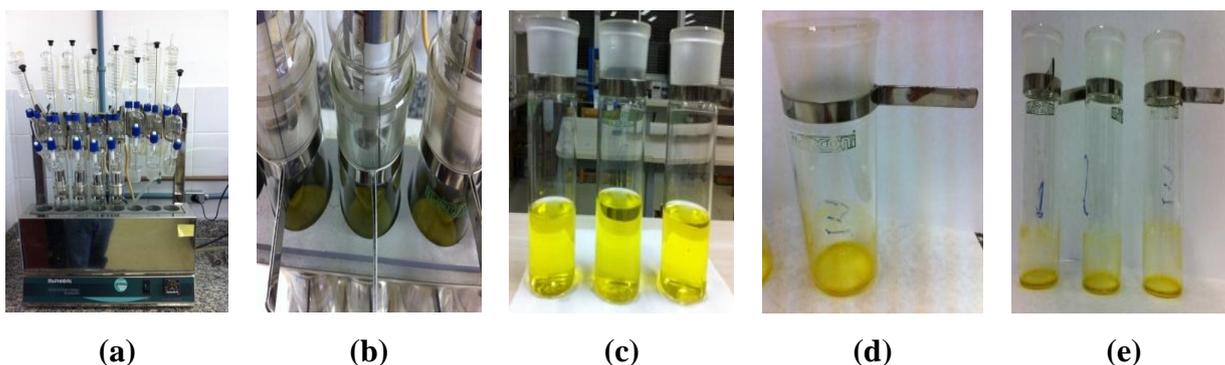
**Figura 34** - Ilustração do processo de determinação do teor de cinzas das amostras das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá. a) Farinha dos resíduos; b) Amostras na mufla; c) Cinzas após calcinação; d) Cinzas do resíduo de abacaxi de coloração verde após a calcinação.

### 5.6.3 Determinação de proteínas

O teor de proteína foi determinado, avaliando-se a concentração de nitrogênio total utilizando o método semi-micro Kjeldahl, segundo a metodologia nº 920.152 proposto pela AOAC (2010), recolhendo-se a amônia liberada em ácido bórico a 4%. O resultado foi multiplicado pelo fator de conversão (Fc) nitrogênio: proteína estabelecido pela Legislação Brasileira (Resolução RDC n. 360 de 23 de dezembro de 2003, da Anvisa), correspondentes a 5,75 para proteínas vegetais.

### 5.6.4 Determinação de lipídios

Os lipídios foram extraídos e determinados conforme o protocolo recomendado pelo IAL (2008). Utilizou-se uma alíquota de 1 g de amostra em extrator de Soxhlet (Figura 35), utilizando o éter de petróleo como solvente extrator, durante 8 horas. Os resultados foram expressos em  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  (%).



**Figura 35** - Extração de lipídios das farinhas de resíduos de abacaxi, acerola e cajá. a) Extrator Soxhlet; b) Copos com a lavagem da amostra no Soxhlet; c) As amostras com éter de petróleo após 8h no aparelho; d, e) os lipídios nas paredes e no fundo dos copos.

### 5.6.5 Determinação de fibra alimentar solúvel, insolúvel e totais

Os teores de fibra alimentar solúvel e insolúvel das amostras foram determinados de acordo com o método enzimático-gravimétrico nº 985.29 da AOAC (1990), descrito por Prosky *et al.* (1988), utilizando kit enzimático Sigma, (Sigma-Aldrich, United States). A fibra alimentar total foi obtida pela soma das frações insolúvel e solúvel, como preconiza o método.

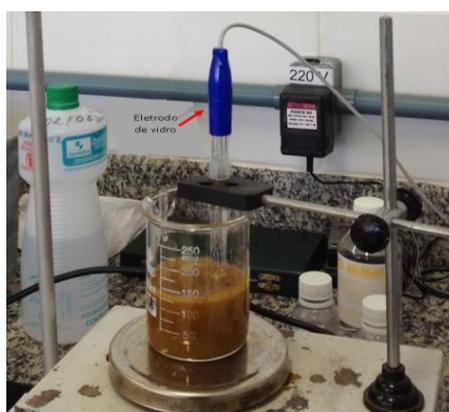
### 5.6.6 Determinação de açúcares (reduzores, totais e não reduzores)

Os açúcares reduzores foram determinados pelo método do ácido dinitrosalicílico (DNS), proposto por MILLER (1959). O ensaio baseia-se na redução do ácido 3,5-dinitrosalicílico (cor amarelo), a um composto de coloração avermelhada, o ácido 3-amino-5-nitrosalicílico, pela oxidação dos monossacarídeos reduzores em meio alcalino, sendo quantificados por espectrofotometria a 540 nm, utilizando-se a glicose como padrão analítico. Para determinação de açúcares totais, utilizou-se o método adaptado por Matissek *et al.* (1998), nesta etapa açúcares não reduzores foram hidrolisados com HCl concentrado sob aquecimento. Posteriormente, a mistura foi neutralizada com NaOH (30%) e finalmente resfriada em banho de gelo até temperatura ambiente. Para quantificação procedeu-se de modo idêntico para os açúcares reduzores. Os açúcares não-reduzores foram obtidos pela diferença dos teores entre os açúcares totais e reduzores. Os resultados foram expressos em mg de glicose.  $100g^{-1}$ .

## 5.7 Caracterização Físico-Química

### 5.7.1 Determinação do pH

Foram homogeneizados 10 g de amostra em 100 mL de água destilada. As medidas do pH foram realizadas conforme metodologia nº 981.12 recomendada pela AOAC (2010). As leituras foram medidas diretamente em potenciômetro digital (Figura 36) previamente calibrado (pHmetro PH 2000 – Instrutherm RS 232 – versão 7.0, Brasil).



**Figura 36** - Ilustração do procedimento de determinação potenciométrica de pH da farinha do resíduo da acerola.

### 5.7.2 Determinação da acidez titulável total (ATT)

Foram homogeneizados 2 g de cada amostra em água destilada. As suspensões foram tituladas com solução de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> e a variação do pH foi acompanhada por pHmetro (pH 2000 – Instrutherm RS 232 – versão 7.0, Brasil) previamente calibrado (Figura 37). O ponto de virada foi determinado por interpolação em pH 8,1, conforme metodologia 942.15 da AOAC (2010). A acidez foi expressa em % mássica de ácido cítrico.



**Figura 37** - Ilustração do procedimento de determinação potenciométrica de acidez titulável da farinha do resíduo da acerola.

### 5.7.3 Atividade de água

Foi determinada em higrômetro de ponto de orvalho digital Aqualab® TE (Decagon Devices Inc, Pullman, EUA), com precisão de 0,003 a 25°C (Figura 38). O método consiste na medida da pressão de vapor que determina a temperatura exata em que ocorreu a condensação do vapor de água.



**Figura 38** - Aparelho Aqualab 4TEV. a) Visão frontal do aparelho fechado; b) Visão frontal do aparelho aberto com a amostra da farinha de abacaxi.

### 5.7.4 Poder calorífico

O poder calorífico foi determinado em bomba calorimétrica digital (IKA WORKS C-200, Alemanha), isoperibólico 25°C (Figura 39). Para calibração da bomba utilizou-se o ácido benzóico como padrão termoquímico com massa de 1,0300 g. Pesaram-se 1 g de amostra e posteriormente transferiu-se para a câmara de combustão alimentada com oxigênio a uma pressão de 30 kg.cm<sup>2</sup>, conforme recomendação do fabricante.



**Figura 39** - Bomba calorimétrica digital (IKAWORKS - C200).

### 5.7.5 Determinação de cor

A cor de cada uma das amostras das farinhas obtidas foi avaliada por meio do sistema de leitura de três parâmetros, o CIELAB (Figura 40), proposto pela "Comission Internacionale de l'Eclairage" (CIE), em 1971. Os parâmetros L\*, a\* e b\* foram fornecidos pelo colorímetro Color Quest XE (Hunter Lab, Estados Unidos, no qual L\* define a luminosidade (L\* = 0 preto e L\* = 100 branco), onde a\* e b\* são responsáveis pela cromaticidade (+a\* vermelho, -a\* verde, + b\* amarelo, -b\* azul (Figura 40c).

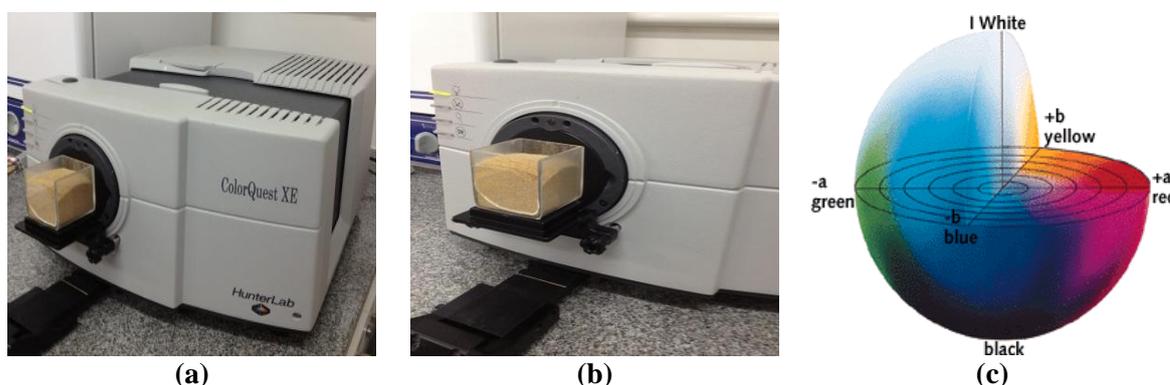


Figura 40 - Aparelho ColorQuest XE. a e b) Amostra da farinha do resíduo do cajá; c) Globo para leitura colorimétrica (Glossary AC, 2003)

### 5.8 Determinação da Composição Química

#### 5.8.1 Determinação de carotenoides totais e RAE

A determinação de carotenoides totais foi realizada segundo o procedimento proposto por KIMURA *et al.* (2003). A absorbância foi medida em espectrofotômetro Shimadzu UV mine 1240 (Japão) a 450 nm. Para quantificar os carotenoides totais utilizou-se a equação 2.

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

Onde:

$A_{450\text{nm}}$  = absorbância

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

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

Para o cálculo do valor de vitamina A (Equação 3) foi realizado segundo as recomendações do "Institute of Medicine" (IOM, 2001), em que 1 Equivalente de

Atividade de Retinol (RAE) equivale a 1 µg de retinol, 12 µg de β-caroteno ou a 24 µg de outros carotenoides provitamínicos, tais como α-caroteno e β-criptoxantina (KHACHIK *et al.*, 1992; HARRISON, 2012).

$$\text{Equação 3 - } RAE (mg.100g^{-1}) = \frac{\mu g(\beta - \text{caroteno})}{12} \times 0,1$$

### 5.8.2 Obtenção dos extratos hidroetanólicos e determinação de fenólicos totais

Os extratos hidroetanólicos (80%, v.v<sup>-1</sup>) foram obtidos de acordo com o procedimento proposto por ZHAO & HALL (2008), com adaptações. Foram homogeneizada em um becker 3 g da farinha de cada resíduo em 15 mL da solução extratora hidroalcolica. A mistura foi imersa em banho ultrassônico (UltraCleaner, USC-1400, Unique, Brasil), durante 25 minutos à temperatura ambiente. Posteriormente o conteúdo foi centrifugado por 8981 RCF - Força Centrífuga Relativa. Em seguida, a farinha do resíduo foi submetida a mais duas extrações sucessivas. Os extratos foram concentrados em rota evaporador (FISOTAN, modelo 802, Brasil) para remoção do solvente durante 20 minutos e finalmente foram armazenados em frasco de vidro âmbar ao abrigo da luz e mantido sob refrigeração a -4°C ±2°C até o momento das análises. Estes extratos foram utilizados para a determinação de fenólicos totais e para a atividade antioxidante.

Para determinação do teor de compostos fenólicos totais, foi adotado procedimento proposto por WETTASINGHE & SHAHIDI (1999), utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu (RFC).

Em tubos de ensaio, a mistura reacional foi constituída de 0,5 mL do RFC, 0,5 mL de extrato e 1,0 mL de solução saturada de bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>). Em seguida avolumou-se para 10 mL com adição de água destilada e submetidos à agitação vigorosa em agitador de tubos da Marca Quimis Modelo Q-220B2. A mistura foi mantida em repouso à temperatura ambiente 28±2°C por 25 minutos e após este tempo, foi centrifugado a 1437 RCF durante 5 minutos.

Um branco foi constituído de 0,5 mL do RFC, 0,5 mL do solvente correspondente, 1 mL de solução saturada de NaHCO<sub>3</sub> e avolumado com água destilada para 10 mL.

A leitura da absorbância das soluções contendo as amostras das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá foi a 773 nm em espectrofotômetro da Marca Shimadzu Modelo UV Mini 1240 para determinação do teor de compostos fenólicos totais. Para obtenção das

curvas analíticas lineares, foi utilizado uma solução estoque de ácido gálico na concentração de  $1 \text{ mg.mL}^{-1}$ . As soluções-estoques foram diluídas de modo a obter concentrações de 0,01 até 0,10 mg de equivalente de ácido gálico .  $\text{mL}^{-1}$ .

O total de compostos fenólicos nos extratos obtidos foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico .  $100 \text{ g}^{-1}$  da amostra desidratada.

### **5.8.3 Determinação de flavonoides totais**

Os extratos foram obtidos a partir de 0,5 g da amostra em 50 mL de solução extratora (etanol 80%), submetidos ao banho de ultrassom (UltraCleaner, USC-1400, Unique, Brasil) por 20 minutos, conforme proposto por Marinova *et al.* (2005). A determinação de flavonoides foi realizada em conformidade com Woisky & Salatino (1998) utilizando como reagente o cloreto de alumínio. As leituras das absorvâncias foram feitas em espectrofotômetro (Shimadzu UVmini-1240, Japão) 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 por mL. Os resultados foram expressos em mg de quercetina por 100 g de base seca da amostra.

### **5.8.4 Determinação de proantocianidinas (taninos condensados):**

#### **a) método do butanol acidificado**

A determinação de taninos condensados (TC) foi realizada pelo método butanol-ácido, de acordo a metodologia recomendada por PORTER *et al.* (1991). Esse método baseia-se na despolimerização oxidativa dos taninos condensados, catalisada por ácido, resultando em antocianidina. Foram homogeneizados 200 mg de amostra em 10 mL de uma solução aquosa de acetona a 70 % (70:30, acetona PA: água,  $\text{v.v}^{-1}$ ) por 10 minutos em agitador magnético. Alíquotas de 0,5 mL desta mistura foi transferida para um tubo de ensaio, com adição de 3 mL do reagente butanol-HCl (95:5,  $\text{v.v}^{-1}$ ) e 0,1 mL de  $\text{Fe}_2\text{NH}_4\text{SO}_4$  ( $2\text{g.}100^{-1}$  mL de água destilada). Os tubos foram aquecidos em banho-maria por 1 hora a  $100^\circ\text{C}$ , resfriados em temperatura ambiente e procederam-se as leituras das absorvâncias em espectrofotômetro (Shimadzu UVmini-1240, Japão) a 550nm. Foram preparados tubos brancos de forma semelhante, porém não aquecidos. Todas as amostras analisadas foram previamente despigmentadas utilizando-se uma solução de éter de petróleo PA em ácido acético glacial (99:1,  $\text{v.v}^{-1}$ ). Os resultados foram expressos em mg de catequina por 100 g de amostra seca.

## **b) Método da vanilina**

Foram homogeneizados 0,5 g de amostra em 30 mL de solução aquosa de acetona 80% (v.v<sup>-1</sup>), em agitador magnético, Marca Fisaton 752, por 20 minutos à temperatura ambiente 28±2°C. A mistura foi filtrada e o resíduo ressuspensa 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 ajustado para 100 mL com o mesmo solvente. A mistura reacional foi constituída por 0,5 mL do extrato, 3 mL da solução metanólica vanilina (4%, m.v<sup>-1</sup>) e homogeneizados vigorosamente. Posteriormente foram adicionados 1,5 mL de HCl concentrado, e novamente agitados. A mistura foi mantida à temperatura de 28±2°C por 20 minutos. Procedeu-se a leitura em espectrofotômetro Shimadzu UV mine 1240 a 500 nm. Para obtenção das curvas analíticas utilizou-se uma solução estoque na concentração de 25 mg.mL<sup>-1</sup> e posterior diluição sequencial variando sua concentração de 0,02 até 0,60 mg de catequina.mL<sup>-1</sup>. Os resultados foram expressos em mg de catequina.100g<sup>-1</sup> em base seca.

### **5.8.5 Determinação de taninos hidrolisáveis e totais**

Os taninos hidrolisados foram determinados de acordo com o método adaptado de BRUNE *et al.* (1991). Para obtenção das curvas analíticas utilizou-se soluções padrão com concentrações variando entre 0,005 a 0,350 mg GAE.mL<sup>-1</sup>. As leituras das absorbâncias foram realizadas em espectrofotômetro Shimadzu UV mine 1240 (Japão) a 578 nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico (GAE) por 100 g de amostra seca.

O teor de taninos totais foi obtido através do somatório dos valores obtidos para os taninos hidrolisáveis e taninos condensados.

## **5.9 Determinação da Atividade Antioxidante (AAT)**

### **5.9.1 Método do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH)**

A atividade antioxidante dos extratos foi determinada utilizando-se o método adaptado de Brand-Williams (1995). O método fundamenta-se na redução do radical DPPH<sup>•</sup> (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes presentes no extrato, resultando num decréscimo da absorbância medida a 515 nm. A partir do extrato obtido no item 4.8.2, alíquotas de 1 mL de extrato etanólico foram realizadas cinco diluições apropriadas em triplicata, foram adicionados a cada 4 mL de uma solução etanólica de DPPH 0,06 mM.

Após 30 minutos, a absorbância da amostra foi lida em 515 nm em espectrofotômetro (Shimadzu UVmini-1240, Japão). O branco foi realizado nas mesmas condições com solução de etanol 80%.

A absorbância da solução DPPH 60 µM foi lida no mesmo comprimento de onda (515 nm) e tomou-se a metade do valor lido para obtenção do EC<sub>50</sub>.

Para o cálculo dos valores de EC<sub>50</sub> (concentração do extrato necessária para reduzir 50% do radical DPPH) dos distintos extratos, foi calculada a atividade antioxidante em diferentes concentrações de forma a traçar uma curva linear entre a capacidade antioxidante do respectivo extrato e sua concentração. Esses dados foram submetidos a uma regressão linear e foi obtida a equação da reta para cálculo do EC<sub>50</sub>. Com a equação de cada extrato, obteve-se a concentração de extrato correspondente à metade da absorbância da solução de DPPH 60µM. De posse desse valor, obteve-se o EC<sub>50</sub> em g de extrato.g<sup>-1</sup> de DPPH através da Equação 5:

$$\text{Equação 5 - EC}_{50}(\text{mg extrato} \cdot \text{L}^{-1}) = a \times \frac{A_{\text{DPPH } 60\mu\text{M}}}{2} + b$$

Onde:

EC<sub>50</sub>: 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<sub>DPPH 60µM</sub>: Metade da absorbância da solução de DPPH 60µM;

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

### 5.9.2 Poder redutor

**Avaliou-se o poder redutor conforme o procedimento** descrito por Oyaizu (1986), com adaptações. A partir do extrato hidroetanólico obtido conforme item 4.7.3.1.2, as amostras foram diluídas em etanol para diferentes concentrações (2,55; 4,95; 7,50; 10,06 e 12,46 mg.mL<sup>-1</sup>). A mistura reacional foi constituída por uma alíquota de 1,0 mL de cada solução padrão, para tubos de ensaio de 2,5 mL. Posteriormente em 1,0 mL das diferentes soluções, foram adicionadas 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>). Posteriormente, a mistura foi incubada a 45°C por 20 minutos. Foram acrescidos 2,5 mL de ácido tricloroacético a 10% (p.v<sup>-1</sup>), sendo, em seguida, centrifugada. Um volume de 2,5 mL da mistura 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>), sob agitação. O branco foi feito sob as mesmas condições, excetuando-se a amostra e as leituras das absorvâncias foram realizadas em triplicata a 700 nm. Para quantificação, foi realizada uma curva analítica com BHT nas mesmas concentrações referidas das amostras. Os resultados foram expressos em absorvância de cada extrato em cada concentração analisada.

### **5.9.3 Método do radical 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico (ABTS)**

Determinou-se a atividade antioxidante pelo método do radical ABTS (2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico ABTS<sup>•+</sup>) conforme procedimento proposto por RE *et al.* (1999). O radical ABTS<sup>•+</sup> é gerado a partir da mistura reacional da solução aquosa de ABTS (7 mM) com 2,45 mM de persulfato de potássio, sendo essa solução mantida ao abrigo da luz, em temperatura ambiente por 16h. A solução contendo o radical foi diluída em etanol até obter uma medida de absorvância de  $0,7 \pm 0,05$  a 734 nm. Os extratos com diferentes concentrações de fenólicos totais (0,75; 3,75; 7,50; 11,26 e 15,01 mg mL<sup>-1</sup>) foram adicionados à solução do ABTS<sup>•+</sup> e a absorvância medida, após 6 minutos, em espectrofotômetro (Shimadzu UVmini-1240, Japão). A capacidade antioxidante da amostra foi calculada em relação à atividade do ácido ascórbico, nas mesmas condições. Os resultados foram expressos em atividade antioxidante equivalente ao ácido ascórbico (mg de VEAC.g<sup>-1</sup> de fenólicos totais do extrato).

### **5.10 Composição mineral das farinhas**

As cinzas, geradas a partir da calcinação dos resíduos, conforme item 4.7.1.2, foram diluídas em 1 mL de ácido clorídrico concentrado. A mistura foi transferida para um balão de 100 mL completou-se o volume com água deionizada. Os elementos alumínio (309,3 nm), cálcio (422,7 nm), cobre (324,7 nm), ferro (248,3), magnésio (285,2 nm), manganês (279,5 nm) e zinco (213,9 nm) foram determinados por espectrometria de absorção atômica com chama (novAA 300, analytik jena, Alemanha (Figura 41a,b). Os parâmetro potássio (766,5 nm) e sódio (589 nm) foram determinados por fotometria de emissão com chama (Fotômetro de Chama 910M – Analyser – Instrumentação Analítica – Série 5942/06, Brasil - Figura 41c).



(a)

(b)

(c)

**Figura 41** - Aparelho de espectrometria de absorção atômica com chama - FAAS. a) Vista do aspirador e câmara de lâmpadas; b) Chama do FAAS; c) Vista do Fotômetro de chama analisando amostra do resíduo de abacaxi.

## **6 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Para condução do experimento foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três repetições, exceto fibras e atividade antioxidante, e os resultados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão (DP). A análise de variância (ANOVA) e as comparações múltiplas de Tukey, ao nível de significância de ( $p < 0,05$ ), foram realizadas usando o programa Assistência Estatísticas (ASSISTAT) versão 7.6 beta, 2013.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1 Processamento e caracterização das farinhas

Na tabela 18 está apresentada a diferença do tempo de desidratação dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá.

**Tabela 18** - Tempo de desidratação de cada lote das amostras dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá. (Tempo em horas).

Lotes	Tempo de desidratação dos resíduos (h)		
	Abacaxi	Acerola	Cajá
1	40,5	38,4	38,7
2	44,5	36,5	39,3
3	47,1	34,0	42,2

Verificou-se que as farinhas dos resíduos das três frutas diferenciaram entre si em relação à quantidade de água, desta forma, apresentaram diversificado tempo de desidratação, isso demonstra que cada espécie de fruta possui quantidade de água variável. São bem consideráveis as diferenças verificadas entre os lotes e, isso, supõe-se que seja devido ao período da colheita, ao tipo de solo, à quantidade hídrica submetida à plantação. Dessa forma é natural que as amostras apresentem diferentes rendimentos de farinha e também quantificações físico-químicas diversificadas, mas salienta-se que as mesmas estão dentro dos valores evidenciados na literatura.

Observou-se também que, dentre os lotes de cada fruto, houve variação do tempo para se atingir o ponto de desidratação para que se pudesse triturar e produzir a farinha. Dentre as amostras desidratadas, as de abacaxi necessitaram de maior tempo enquanto as de acerola necessitaram de um tempo menor para que se chegasse ao ponto específico de submeter a trituração. Essa trituração produziu farinha, a qual foi padronizada com granulometria menor que 80 *mesh* conforme recomendações da ANVISA (BRASIL, 2005).

O rendimento das farinhas é baseado na quantidade da desidratação de cada resíduo das frutas.

Conforme apresentado na Tabela 19, o resíduo da acerola manteve a porcentagem mais equiparada entre os três lotes, já o abacaxi, o lote AB-1 apresentou um percentual menor, proporcionalmente, do que os outros dois lotes do mesmo resíduo, tendo estes últimos valores equiparáveis. Os lotes de cajá também apresentaram valores diferenciados, mas que estão dentro da proporcionalidade dos três lotes.

Em relação à umidade dos resíduos (Tabela 19) verificou-se que os da acerola apresentaram maior uniformidade enquanto que os 3 lotes do cajá apresentaram maior disparidade entre os lotes. Os resíduos utilizados neste trabalho apresentaram umidades variando de 77,6% a 87,9%.

**Tabela 19** - Percentuais de desidratação dos lotes dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA).

<b>Fruta – Lote</b>	<b>Massa inicial (kg)</b>	<b>Massa após desidratação (kg)</b>	<b>Massa de farinha (kg)</b>	<b>Rendimento (%)</b>	<b>Umidade dos resíduos (%)</b>
AB – 1	8,967	7,842	1,125	12,5	87,5
AB – 2	10,124	8,454	1,670	16,5	83,5
AB – 3	14,005	11,815	2,192	15,7	84,3
AC – 1	8,320	7,295	1,025	12,3	87,6
AC – 2	7,450	6,545	0,905	12,1	87,9
AC – 3	6,000	5,230	0,770	12,8	87,2
CA – 1	6,615	5,368	1,247	18,9	81,1
CA – 2	8,655	7,197	1,458	16,8	83,2
CA – 3	12,346	9,586	2,760	22,4	77,6

Um dos pontos observáveis nesse rendimento após a desidratação pode estar associado às variedades, quantidades de nutrientes e água que os resíduos apresentam devido às características geográficas de cada região nas quais as frutas foram cultivadas, sendo de grande importância o solo, a disponibilidade hídrica, a temperatura, a luminosidade além das propriedades fitogenéticas de cada espécie (SOUSA *et al.*, 2011).

Existem discussões a respeito das definições de "farinha" e "pó alimentício". Brasil (1978) define farinha como "o produto obtido pela moagem da parte comestível de vegetais, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados". A mesma comissão determina que pós alimentícios "são produtos constituídos por misturas em pó de vários ingredientes destinados a preparar alimentos diversos pela complementação com água, leite ou outro produto alimentício, submetidos ou não a posterior cozimento". Já BRASIL (2005) define farinha como:

"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."

Diante do exposto, pode-se dizer que pós alimentícios são àqueles produtos constituídos por misturas de pós diversos oriundos de cascas, caroços, miolos e sementes de frutos, além de outras matérias primas, no intuito de gerar um produto alimentício. Por outro lado, as farinhas são constituídas somente pelas partes comestíveis dos frutos, dentre elas as polpas. Não há, na literatura, um consenso a respeito da conceituação entre pó e farinha, dessa forma, utilizou-se a padronização conforme a legislação vigente do país.

Nas amostras das farinhas identificou-se homogeneidade relativa das partículas entre elas. Ficou evidente que a granulometria da farinha do resíduo da acerola tem grande semelhança com a farinha do abacaxi, sendo essas diferentes da granulometria da farinha do cajá.

As imagens mostradas na Figura 42 mostram a fruta *in natura* até a farinha na granulometria de 80 *mesh*, na qual se utiliza para a realização das análises. Conforme Mohamed (1990), as discrepâncias no tamanho das partículas tem influência negativa significativa nas características físicas no produto final.



**Figura 42** - Imagens das frutas, dos resíduos industrial de preparo de polpas das frutas abacaxi (Rab), acerola (Rac) e cajá (Rca), das farinhas obtidas utilizando moinho de facas e moinho de bola e após peneiramento para obter granulometria de 80 *mesh*.

## 7.2. Composição Centesimal

### 7.2.1. Umidade

Os dados expressos na Tabela 20 apresentam valores que, em sua maioria, apresentam semelhanças entre os lotes de abacaxi e acerola entre si.

**Tabela 20** - Teor de umidade da farinha dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) expressos em matéria seca.

Fruta-Lote	Umidade
	(%)
AB – 1	9,12 <sup>a</sup> ± 0,06
AB – 2	8,83 <sup>b</sup> ± 0,05
AB – 3	9,01 <sup>a</sup> ± 0,02
AC – 1	9,66 <sup>a</sup> ± 0,08
AC – 2	7,58 <sup>b</sup> ± 0,05
AC – 3	7,63 <sup>b</sup> ± 0,02
CA – 1	7,37 <sup>b</sup> ± 0,04
CA – 2	7,02 <sup>c</sup> ± 0,06
CA – 3	8,89 <sup>a</sup> ± 0,18

As médias seguidas pela mesma letra na coluna, entre os lotes de cada farinha, não diferem estatisticamente, entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Lemos *et al.* (2010) mostram que o teor de umidade da farinha de abacaxi está entre 8,37% e 10,79%, enquanto neste estudo se obteve parâmetros entre 8,83% a 9,12%. Já os achados referentes a umidade da farinha de acerola, também se encontrou valores representativos baseado no trabalho de Aquino *et al.* (2010), que sinalizou a umidade do resíduo da acerola em 8,60%, enquanto neste estudo encontrou-se valores entre 7,58% e 9,66%. Dos três tipos de resíduos, o do cajá foi o que apresentou menor porcentagem de umidade, variando de 7,02% a 8,89%, enquanto o abacaxi apresentou os maiores parâmetros para a mesma análise. Salienta-se que o baixo teor de água presente em todos resíduos se deve ao fato de já terem sido, previamente, desidratados em estufa de circulação de ar. Assim, boa parte do conteúdo de água foi retirada na etapa de preparação.

### 7.2.2 Determinação do teor de cinzas

Estudo realizado com resíduos desidratados de abacaxi (LEMOS *et al.*, 2010) mostra o teor de cinzas variando de 2,00% a 2,22%, intervalo este que compreende os resultados encontrados neste trabalho. Já os resultados dos resíduos de acerola estão acima do valor encontrado por Aquino *et al.* (2010). Os teores de cinzas entre os lotes AB-1 e

AB-2 e, AC-2 e AC-3 são semelhantes estaticamente segundo o teste de Tukey ( $p < 5\%$ ), enquanto todos os resíduos de cajá são diferentes entre si (Tabela 21).

**Tabela 21** - Teor de cinzas das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em base seca).

Resíduo-Lote	Cinzas
	(%)
AB – 1	2,00 <sup>b</sup> ± 0,00
AB – 2	2,03 <sup>b</sup> ± 0,01
AB – 3	2,23 <sup>a</sup> ± 0,04
AC – 1	4,87 <sup>a</sup> ± 0,04
AC – 2	5,58 <sup>b</sup> ± 0,06
AC – 3	5,48 <sup>b</sup> ± 0,07
CA – 1	4,04 <sup>a</sup> ± 0,04
CA – 2	2,54 <sup>c</sup> ± 0,04
CA – 3	3,36 <sup>b</sup> ± 0,06

As médias seguidas pela mesma letra, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

As porcentagens de cinzas encontradas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá são evidenciadas conforme a sua constituição e quantidade de matéria inorgânica e teor de água, ou seja, quanto menor a quantidade de água e maior quantidade de matéria inorgânica, maior será a porcentagem de cinzas desses resíduos. E com essa determinação, pode-se dizer que existem diversos minerais nessas amostras, os quais serão discutidos no item 7.4.6.

### 7.2.3 Determinação de proteínas totais

Comparando os valores encontrados na análise de proteína, verificou-se que as amostras analisadas obtiveram diferenciados teores protéicos, variando de 3,28% a 8,70% dentre os 3 tipos de farinhas dos resíduos analisados (Tabela 22).

Para as farinhas dos resíduos de acerola encontrou-se neste estudo teores entre 6,11% e 8,70%, sendo estes bem mais superiores aos de abacaxi, mas equivalentes aos de cajá. Os teores entre os lotes AC-1, AC-2 e AC-3 apresentaram diferenças estatisticamente consideráveis entre si. Silva *et al.* (2012) apresentaram teores de proteína de 7,04% para resíduos de acerola. Diante disso, pode-se verificar que as análises destes lotes estão dentro dos parâmetros de outros estudos.

**Tabela 22** - Teor de proteínas das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) (expressos em base seca).

Resíduo-Lote	Proteínas
	%
AB – 1	3,28 <sup>c</sup> ± 0,06
AB – 2	4,35 <sup>b</sup> ± 0,04
AB – 3	5,18 <sup>a</sup> ± 0,07
AC – 1	6,11 <sup>c</sup> ± 0,08
AC – 2	7,95 <sup>b</sup> ± 0,08
AC – 3	8,70 <sup>a</sup> ± 0,10
CA – 1	8,36 <sup>a</sup> ± 0,09
CA – 2	8,15 <sup>b</sup> ± 0,07
CA – 3	7,73 <sup>c</sup> ± 0,08

As médias seguidas pela mesma letra, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Para se traçar um paralelo entre as farinhas dos resíduos e as polpas das mesmas frutas, encontrou-se na literatura, relatos com os teores de proteínas bem menores, como Abud & Narain (2009) encontraram 0,52%; Vedramini & Trugo (2000) encontraram 0,9% e na USDA (2003) foram relatados teores de proteína de 0,40%, todos para polpas de acerola.

Enquanto que as farinhas dos resíduos de cajá apresentaram teores protéicos entre 7,13% e 8,36%, demonstrando também, serem diferentes, estatisticamente, entre os lotes CA-1, CA-2 e CA-3. Essas farinhas apresentaram teores de proteínas maiores do que as farinhas dos resíduos de acerola e estas do que as de abacaxi. Conforme Amorim (1999), os teores de proteínas para resíduos de cajá foram de 8,19%. Assim sendo, é possível equiparar os resultados deste estudo com os revelados pelo autor supramencionado.

Dados da literatura mostram diferentes teores de proteínas para os tipos de farinhas apresentadas neste estudo. Para as amostras das farinhas de abacaxi foi observado teores de proteínas entre 3,28% e 5,18% enquanto que Amorim (1999) encontrou 4,12%; Sousa (2011) apresentou teores protéicos de 1,05%; Costa *et al.* (2007) de 3,18% e Gondim *et al.* (2005) com teores de 1,45%.

Baseado nos teores encontrados nas farinhas evidencia-se que é possível utilizá-las como complementos nos ingredientes para o preparo de produtos alimentícios, no intuito de se agregar valores protéicos para se atingir os determinados na RDC-ANVISA 360/03 que preconiza 75g.dia<sup>-1</sup> para uma dieta de 2000 kcal/ 8400 KJ para um indivíduo adulto.

Sendo assim, por meio das farinhas, confirma-se pela análise realizada, que os resíduos de abacaxi, acerola e cajá são considerados como fontes potenciais de proteínas.

#### 7.2.4 Determinação de lipídios

Os teores de lipídios (Tabela 23) dos resíduos de abacaxi neste estudo estão ligeiramente inferiores àqueles obtidos por Costa *et al.* (2007) que foi de 0,72% e por Sousa (2011) que encontrou 0,69%, mas equivalentes a 0,54% encontrados por Amorim (1999) e a 0,55% determinados por Gondim *et al.* (2005).

**Tabela 23** - Teor de lipídios das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em base seca).

Resíduo-Lote	Lipídios
	(%)
AB – 1	0,54 <sup>a</sup> ± 0,07
AB – 2	0,56 <sup>a</sup> ± 0,02
AB – 3	0,55 <sup>a</sup> ± 0,03
AC – 1	2,47 <sup>a</sup> ± 0,04
AC – 2	2,41 <sup>a</sup> ± 0,05
AC – 3	2,45 <sup>a</sup> ± 0,04
CA – 1	3,61 <sup>a</sup> ± 0,02
CA – 2	3,23 <sup>b</sup> ± 0,09
CA – 3	3,62 <sup>a</sup> ± 0,09

As médias seguidas pela mesma letra, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os resíduos de acerola estão, em média, cinco vezes mais elevados que os reportados por Aquino *et al.* (2010), que foi de, em média, 0,52%, mas equiparados aos valores encontrados por Braga *et al.* (2011) que foram de 2,32%.

Novamente, os resíduos de cajá obtiveram os maiores teores dentre os analisados, muito superiores aos encontrados nos estudos de Amorim (1999) com 0,81%; Leon & Shaw (1990) variando de 0,1% a 2,1%; Embrapa (2003) com 0,2% e Lago-Vanzela *et al.* (2011) com 0,85%.

Estatisticamente todos os lotes de abacaxi e acerola são semelhantes entre si em relação ao teor de lipídios enquanto apenas os lotes CA-1 e CA-3 são semelhantes dentre os resíduos de cajá.

### 7.2.5 Determinação de fibras alimentares solúveis, insolúveis e totais

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 24, pode-se observar que as farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá apresentaram os seguintes teores de fibras solúveis de 6,35%; 17,55% e 10,55%. E 49,40%; 49,80% e 64,45% de fibras insolúveis, respectivamente. Verificou-se que as farinhas dos resíduos de cajá apresentaram maior teor de fibras totais do que as de acerola e estas maiores do que as de abacaxi, com 75,00%; 67,35% e 55,75%, respectivamente.

**Tabela 24** - Teores de Fibras Alimentares solúveis, insolúveis e totais das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em base seca).

Resíduo	Fibras (%)*		
	Solúveis	Insolúveis	Totais
AB	6,35± 0,15	49,40± 0,20	55,75± 0,05
AC	17,55± 0,05	49,80± 0,10	67,35± 0,05
CA	10,55± 0,25	64,45± 0,15	75,00± 0,10

\* Resultados representam a média de três repetições ± desvio padrão.

Aguiar *et al.* (2010) em seu estudo com farinhas das sementes de acerola encontraram 26,54% e Martins *et al.* (2010) encontraram 38,03% de fibras totais em resíduo de acerola, valores estes bem inferiores ao encontrado neste estudo que foi de 67,35% para as farinhas do mesmo resíduo.

Para as farinhas dos resíduos de abacaxi Martins *et al.* (2010) encontraram 15,70% de fibras totais enquanto Mendes (2013) encontrou 43,38% de fibras totais para casca de abacaxi. Já neste trabalho vou quantificado 55,75% de fibras totais nas farinhas dos resíduos do abacaxi.

A farinha do resíduo de cajá apresentou 75% de fibra total enquanto Martins *et al.* (2010) encontraram apenas 14,50% de fibras totais para resíduos de cajá.

Observou-se que todas as farinhas apresentaram alto teor de fibras, conforme à Portaria/ANVISA nº 27 de 13/01/98, referente à Informação Nutricional Complementar, a qual considera "alto teor de fibra" se tiver, no mínimo, 6 % de fibra no alimento e como "fonte de fibra" se tiver, no mínimo, 3% (BRASIL, 1998).

A *Food Nutrition Board* (FNB), por meio das Referências Diárias Indicadas (DRI), definiu a recomendação adequada para as fibras de 38g para homens e 25g para mulheres, ambos adultos (IOM, 2002).

Diante da Portaria da ANVISA e da referência da FNB, os teores de fibras das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá são de grande importância e contribuição para complementação alimentar, haja vista um grande teor de fibras, apresentando teores bem superiores das recomendações diárias pelas agências regulamentadoras supramencionadas.

### 7.2.6 Determinação de açúcares redutores, não-redutores e totais

É verificado na literatura que as frutas são possuidoras de considerável quantidade de açúcares redutores (glicose e frutose), na qual é de grande importância para se avaliar o potencial de fermentação do produto. Foi encontrada uma maior concentração de açúcares redutores na farinha dos resíduos do abacaxi com uma média de 9,22%, depois na farinha da acerola com média de 8,61% e com a menor quantidade entre as farinhas, está o cajá com uma média de 5,47% conforme dados apresentados na tabela 25.

**Tabela 25** - Teores de Açúcares Redutores, Não-Redutores e Totais das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em base seca).

Resíduo-Lote	Açúcares (%)		
	Redutores	Não Redutores	Totais
AB – 1	8,61 <sup>b</sup> ± 0,21	18,36 <sup>b</sup> ± 0,47	26,98 <sup>b</sup> ± 0,52
AB – 2	10,86 <sup>a</sup> ± 0,22	12,84 <sup>c</sup> ± 0,73	23,71 <sup>c</sup> ± 0,60
AB – 3	8,18 <sup>b</sup> ± 0,32	25,28 <sup>a</sup> ± 1,07	33,46 <sup>a</sup> ± 0,82
AC – 1	7,49 <sup>c</sup> ± 0,20	2,76 <sup>a</sup> ± 0,19	10,24 <sup>ab</sup> ± 0,14
AC – 2	9,76 <sup>a</sup> ± 0,15	0,78 <sup>c</sup> ± 0,30	10,54 <sup>a</sup> ± 0,15
AC – 3	8,58 <sup>b</sup> ± 0,13	1,56 <sup>b</sup> ± 0,16	10,14 <sup>b</sup> ± 0,08
CA – 1	5,13 <sup>b</sup> ± 0,06	1,99 <sup>b</sup> ± 0,14	7,12 <sup>b</sup> ± 0,15
CA – 2	5,60 <sup>a</sup> ± 0,04	3,11 <sup>a</sup> ± 0,06	8,71 <sup>a</sup> ± 0,09
CA – 3	5,67 <sup>a</sup> ± 0,06	1,16 <sup>c</sup> ± 0,20	6,83 <sup>b</sup> ± 0,15

As médias seguidas pela mesma letra, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Na determinação de açúcar não-redutor realizada nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá verificou-se que as farinhas do abacaxi apresentaram maiores teores, seguida das amostras de cajá e por último de acerola com as médias de 18,83%, 2,09% e 1,70%, respectivamente.

Os teores de açúcar total variaram de 6,83% a 33,46%. As farinhas dos resíduos de cajá apresentaram baixa quantificação de açúcares totais em relação às de acerola e abacaxi, com médias de 28,05%; 10,31% e 7,55, respectivamente.

É sabido que a porção comestível do abacaxi é possuidora de uma importante taxa de açúcares. O abacaxi é o fruto que apresenta a maior quantidade de sacarose em relação aos outros frutos das quais se utilizou os resíduos neste trabalho, em média, representa 66% dos açúcares no fruto maduro, daí demonstrando uma maior significância comparada com os açúcares redutores (BLEINROTH, 1996). Segundo Abdullah & Mat (2008) em seu estudo verificaram que o fruto do abacaxi possui um percentual de açúcar redutor de 40,40%, açúcar não-redutor de 57,09%, e açúcar total de 73,76%.

Baseado nesses dados observa-se que as farinhas oriundas dos resíduos de abacaxi possuem, em média, 10 vezes menos açúcares em relação ao fruto. Os teores médios de açúcares totais, açúcares não-redutores e de açúcares redutores, neste estudo, foram de 8,86% de glicose, 5,34% de sacarose e de 3,23% de glicose, respectivamente. Os teores de sacarose encontrados neste estudo estão dentro da faixa relatada por Carvalho & Botrel (1996) variando de 5,9% a 12,0%.

O abacaxi é possuidor de uma quantidade significativa de açúcares e isso pode elevar a taxa glicêmica do indivíduo, principalmente aqueles acometidos pelo diabetes. Assim, a farinha do resíduo do abacaxi, que possui uma menor quantidade de açúcares em relação a acerola e cajá, pode ser utilizada em substituição à fruta para a complementação alimentar de pessoas que são acometidas por essa enfermidade.

### **7.3 Caracterizações Físico-químicas**

#### **7.3.1 Determinação de pH**

Os valores de pH encontrados neste trabalho variaram de 2,73 a 4,02 podendo classificar as farinhas como ácidas. Estes valores de pH estão abaixo ou próximos de 4,5 (sendo este valor o ponto delimitante para o desenvolvimento de microrganismos) e, diante disso, podem ser considerados como farinhas ácidas com baixo ou difícil crescimento microbiano (UCHOA *et al.*, 2008; ORDONEZ, 2005; BARUFFALDI & OLIVEIRA, 1998).

As determinações de pH (Tabela 26) indicaram que a farinha do resíduo do cajá é a mais ácida de todos os três tipos de farinhas de resíduos analisadas. A farinha do resíduo

do cajá apresenta pouca variação entre os três analisados, seguido da acerola e do abacaxi. Comparados a estudos já realizados, as farinhas dos resíduos da acerola analisadas neste trabalho possuem pH semelhantes, em valores próximo a 3,87 (ABUD & NARAIN, 2009). Já para as farinhas dos resíduos de abacaxi, os valores obtidos de pH foram mais altos quando comparados a estudos realizados com resíduos dessa fruta, que ficaram entre 3,67 a 3,77 segundo Lemos *et al.*(2010). Pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), os lotes de abacaxi, AB-1 e AB-2 possuem valores de pH que não diferem entre si enquanto Costa *et al.* (2007), apresentaram em seu trabalho, o pH de 3,98 para a farinha da casca do abacaxi.

**Tabela 26** - Valores de pH das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em base seca).

Resíduo-Lote	pH
	-
AB – 1	4,02 <sup>a</sup> ± 0,02
AB – 2	3,98 <sup>a</sup> ± 0,01
AB – 3	3,79 <sup>b</sup> ± 0,02
AC – 1	3,69 <sup>a</sup> ± 0,01
AC – 2	3,59 <sup>b</sup> ± 0,01
AC – 3	3,35 <sup>c</sup> ± 0,01
CA – 1	2,83 <sup>a</sup> ± 0,02
CA – 2	2,75 <sup>ab</sup> ± 0,02
CA – 3	2,73 <sup>b</sup> ± 0,02

As médias seguidas pela mesma letra, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Em todos os lotes da farinha dos resíduos de acerola encontrou-se diferença significativa entre eles e para os lotes da farinha do resíduo do cajá não houve diferença estatística entre os lotes CA-1 e CA-2 e CA-2 e CA-3, mas são diferentes os lotes CA-1 e CA-3.

Encontrou-se na literatura resultados para polpas de cajá e esses foram utilizados como padrão para comparação com este estudo, pois se evidenciou ausência de dados a respeito da caracterização físico-química de farinhas dos resíduos desidratados de cajá nas bases de dados consultadas.

### 7.3.2 Determinação de acidez titulável total (ATT)

Os resultados de acidez titulável (Tabela 27) para os resíduos de abacaxi analisados neste estudo estão acima da média encontrada por Lemos *et al.* (2010). Os resíduos de acerola obtiveram teores de acidez menores que o reportado por Aquino *et al.* (2010), com média de 8,13% em ácido cítrico e por Costa *et al.* (2007) que encontraram o valor de acidez de 2,53% de ácido cítrico para a farinha da casca do abacaxi, sendo estes últimos valores próximos aos encontrados nesse estudo para o mesmo tipo de resíduo. Em consonância aos valores de pH, os resíduos de cajá também exibiram os maiores teores de acidez. Pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), todos os resíduos de abacaxi e acerola são diferentes entre si e apenas os lotes CA-1 e CA-2 são semelhantes dentre os resíduos de cajá.

**Tabela 27** - Teores de acidez titulável total (ATT) das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em base seca).

Resíduo-Lote	ATT
	(% ac.cítrico)
AB - 1	2,36 <sup>b</sup> ± 0,01
AB - 2	2,23 <sup>c</sup> ± 0,02
AB - 3	3,07 <sup>a</sup> ± 0,01
AC - 1	3,93 <sup>c</sup> ± 0,04
AC - 2	4,17 <sup>b</sup> ± 0,01
AC - 3	4,61 <sup>a</sup> ± 0,02
CA - 1	4,40 <sup>b</sup> ± 0,05
CA - 2	4,51 <sup>b</sup> ± 0,03
CA - 3	4,71 <sup>a</sup> ± 0,06

As médias seguidas pela mesma letra, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 7.3.3 Atividade de Água

Em relação as atividades de água (Tabela 28) do material preparado, ficou evidente que todos os tipos de resíduos e seus respectivos lotes diferem entre si, mas segundo Vandenberg & Bruin (1981), todos estão dentro da faixa em que o desenvolvimento microbiano é dificultado, pois variam de 0,3007 a 0,4520, enquanto que para iniciar atividade microbiana é necessário ter valores significativos acima de 0,6000 conforme Fennema *et al.* (2010); Gock *et al.* (2003); Troller (1987).

Baseado no princípio do valor significativo para a proliferação de microrganismos, as farinhas dos resíduos deste estudo levam um tempo considerável para serem degradadas

por atividade enzimática de microorganismos, visto que a quantidade de água para que esses seres se desenvolvam e se proliferem é insuficiente. Diante disso pode-se relacionar diretamente o conteúdo de água de um alimento com a sua conservação, pois quanto menor for o seu conteúdo de água, menos perecível ele será. E para se obter eficácia na conservação dos alimentos, se utiliza a extração de água por desidratação (ORDONEZ, 2005).

**Tabela 28** - Valores da atividade de água das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em matéria seca).

<b>Resíduo-Lote</b>	<b>a<sub>w</sub></b>
AB – 1	0,3007 <sup>c</sup> ± 0,0029
AB – 2	0,3829 <sup>a</sup> ± 0,0030
AB – 3	0,3517 <sup>b</sup> ± 0,0018
AC – 1	0,3867 <sup>b</sup> ± 0,0027
AC – 2	0,3894 <sup>b</sup> ± 0,0018
AC – 3	0,4123 <sup>a</sup> ± 0,0028
CA – 1	0,3678 <sup>b</sup> ± 0,0012
CA – 2	0,3343 <sup>c</sup> ± 0,0009
CA – 3	0,4520 <sup>a</sup> ± 0,0025

As médias seguidas pela mesma letra, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente, entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 7.3.4 Poder calorífico

Os resultados relativos ao poder calorífico (Tabela 29) variaram de 358 kcal a 476 kcal entre os lotes das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá Levando em consideração os valores diários de referencia (IDR) estabelecidos pela ANVISA, para valor energético (BRASIL, 2003), as médias dos valores das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá correspondem a 18,87%, 19,97% e 22,95%, respectivamente. Abud & Narain (2009) encontraram 332,53 kcal.100g<sup>-1</sup> para os resíduos de acerola, dando um percentual menor do que os encontrados neste estudo. Já para o resíduo do abacaxi, Oliveira *et al.* (2011) encontraram 468,05 kcal, valores superiores aos apresentados neste estudo enquanto que não foram encontrado valores referentes ao poder calórico do resíduo do cajá.

Diante dos dados apresentados neste trabalho, verificou-se que todos os lotes diferiram estatisticamente entre si conforme teste Tukey ( $p < 0,005$ ). Os valores calóricos das farinhas do cajá apresentaram teores mais elevados entre os três tipos de farinhas

estudados, seguidos dos valores das farinhas de acerola e por último das de abacaxi. Logo, pode-se sinalizar que as farinhas desses resíduos é uma boa alternativa para o enriquecimento energético.

**Tabela 29** - Valores calorimétricos das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em base seca).

Resíduo-Lote	Poder Calorífico
	(kcal 100 g <sup>-1</sup> )
AB - 1	390 <sup>a</sup> ± 1
AB - 2	384 <sup>b</sup> ± 0
AB - 3	358 <sup>c</sup> ± 0
AC - 1	393 <sup>c</sup> ± 1
AC - 2	402 <sup>b</sup> ± 0
AC - 3	403 <sup>a</sup> ± 0
CA - 1	459 <sup>b</sup> ± 1
CA - 2	476 <sup>a</sup> ± 0
CA - 3	442 <sup>c</sup> ± 0

As médias seguidas pela mesma letra, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 7.3.5 Determinação de cor

Os resultados de colorimetria (Tabela 30) mostraram que os lotes 2 e 3 de resíduos de abacaxi são semelhantes em termos de luminosidade, assim como os lotes 1 e 2 de resíduos de cajá.

**Tabela 30** - Avaliação da cor das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB), acerola (AC) e cajá (CA) - (expressos em matéria seca).

Resíduo-Lote	Cor		
	L*	a*	b*
AB - 1	66,69 <sup>b</sup> ± 0,26	4,66 <sup>a</sup> ± 0,04	17,35 <sup>b</sup> ± 0,03
AB - 2	71,05 <sup>a</sup> ± 0,55	3,65 <sup>c</sup> ± 0,09	17,08 <sup>b</sup> ± 0,20
AB - 3	71,11 <sup>a</sup> ± 0,05	4,21 <sup>b</sup> ± 0,01	19,84 <sup>a</sup> ± 0,13
AC - 1	50,53 <sup>a</sup> ± 0,06	9,39 <sup>a</sup> ± 0,20	19,21 <sup>a</sup> ± 0,28
AC - 2	59,10 <sup>b</sup> ± 0,22	9,26 <sup>a</sup> ± 0,04	17,42 <sup>c</sup> ± 0,10
AC - 3	58,32 <sup>c</sup> ± 0,24	9,35 <sup>a</sup> ± 0,03	18,05 <sup>b</sup> ± 0,14
CA - 1	61,72 <sup>a</sup> ± 0,30	6,32 <sup>b</sup> ± 0,09	18,08 <sup>c</sup> ± 0,17
CA - 2	62,68 <sup>a</sup> ± 0,60	7,61 <sup>a</sup> ± 0,21	20,87 <sup>a</sup> ± 0,13
CA - 3	59,40 <sup>b</sup> ± 0,77	7,58 <sup>a</sup> ± 0,16	20,17 <sup>b</sup> ± 0,18

As médias seguidas pela mesma letra, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente, entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O teste de Tukey mostrou diferença significativa entre os três lotes de acerola. Todos os resultados de  $L^*$  mostraram que os resíduos estão mais próximos do branco ( $L^* > 0$ ), são mais avermelhados ( $a^* > 0$ ) e mais amarelados ( $b^* > 0$ ). Embora o teste de Tukey mostre diferenças significativas entre os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  dentre todas as amostras, todas estão na mesma região do diagrama CIELAB (STANZIOLA, 1979; HUNTERLAB, 2008).

Baseado nesses parâmetros, pode-se inferir que as farinhas de acerola apresentam-se mais escuras e avermelhadas do que as de cajá e estas mais escuras do que as de abacaxi. Neste caso, uma indústria poderá utilizar a farinha conforme o produto que será preparado e a coloração do mesmo que essa indústria desejará, se for um biscoito, um pão, um bolo, até mesmo a multimistura, no intuito de gerar complementação nutricional.

## **7.4 Determinação das Composições Químicas**

### **7.4.1 Determinação de carotenoides totais e da atividade equivalente de retinol (RAE)**

Diante da atividade antioxidante que o  $\beta$ -caroteno desempenha, pode-se inferir que é interessante se utilizar frutas, verduras e outros vegetais, como também os resíduos deles como fontes nutricionais complementares ou até mesmo repositórias.

Os resultados das análises quantitativas obtidos para os carotenoides totais e de vitamina A como Equivalente de Atividade de Retinol (RAE) em farinhas de resíduos de abacaxi, acerola e cajá estão apresentados na (Tabela 31).

As análises neste trabalho apresentaram baixos teores de carotenoides nas farinhas dos resíduos de abacaxi, o que está de acordo com a coloração do abacaxi, fora da faixa de cor dos carotenoides.

Os menores teores de carotenoides foram encontrados nos resíduos de abacaxi, embora os teores encontrados sejam superiores àqueles obtidos por RODRIGUEZ-AMAYA & KIMURA (2008), que foi de  $150 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ .

Os teores encontrados para acerola também estão acima dos encontrados pelos mesmos autores (RODRIGUEZ-AMAYA & KIMURA, 2008). Entretanto, Sousa et al. (2011), realizando a caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais, encontrou teores médios de carotenoides de  $880 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  para a acerola.

**Tabela 31** - Caracterização dos Carotenoides e da Atividade Equivalente de Retinol (RAE) das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá.

Resíduo – Lote	Carotenoides Totais ( $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ )	ERA ( $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ )
AB – 1	206,40 <sup>c</sup> ± 3,86	1736,11 <sup>b</sup> ± 16,08
AB – 2	362,10 <sup>a</sup> ± 10,68	3172,50 <sup>a</sup> ± 10,50
AB – 3	266,97 <sup>b</sup> ± 16,27	2364,04 <sup>b</sup> ± 13,81
AC – 1	1353,56 <sup>b</sup> ± 13,02	11981,67 <sup>b</sup> ± 17,24
AC – 2	2235,67 <sup>a</sup> ± 10,69	19345,33 <sup>a</sup> ± 11,93
AC – 3	1278,96 <sup>c</sup> ± 11,57	10554,67 <sup>b</sup> ± 13,58
CA – 1	1159,99 <sup>c</sup> ± 8,99	9653,00 <sup>c</sup> ± 11,00
CA – 2	1946,50 <sup>b</sup> ± 15,50	16377,33 <sup>b</sup> ± 15,57
CA – 3	2461,00 <sup>a</sup> ± 15,52	20617,78 <sup>a</sup> ± 15,67

As médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente, entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Foi determinada a composição dos carotenoides e da vitamina A do cajá, detectando e identificando sete carotenoides. A polpa com casca apresentou um total de carotenoides de 25,8  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  enquanto o total da polpa foi de apenas 17,0  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , segundo Rodriguez-Amaya & Kimura (1999).

Não há dados na literatura sobre o teor de carotenoides especificamente em resíduos de cajá. Entretanto, Carvalho *et al.* (2011), trabalhando com as características físicas, químicas e atividade antioxidante de 30 matrizes de cajazeiras no estado do Pará, obteve valores variando de 1070,00 a 3760,00  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de carotenoides, valores próximos ao encontrado neste trabalho.

Entre os lotes de um mesmo tipo de resíduo, o Teste de Tukey mostrou que todos diferem entre si, estatisticamente. Essa variação encontrada nos teores de carotenoides totais pode ocorrer como resultado de fatores como estágio de maturação, clima, localização geográfica da produção, parte da planta amostrada, condições de plantio, manuseio pós-colheita e principalmente devido à variabilidade do material genético (CHITARRA & CHITARRA 2005; RODRIGUEZ-AMAYA & KIMURA, 2008).

Quanto aos valores de Vitamina A encontrados, verifica-se que todos os resíduos possuem teores muito acima dos preconizados pelo *Institute of Medicine* (IOM, 2001) o qual sugere uma ingestão diária de vitamina A em  $\mu\text{g}$  de RAE, equivalente a 625  $\mu\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$  (mulher) e 900  $\mu\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$  (homens). As determinações de RAE neste estudo mostraram que as farinhas dos resíduos de cajá obtiveram o maior teor seguido das farinhas de acerola e por último, as farinhas de abacaxi, mesmo apresentando o menor teor, não significa que

seja desprezível, pois a recomendação pelo IOM (2001) é inferior ao que se pode encontrar em apenas 100 g da farinha.

As farinhas de cajá e acerola apresentaram teores médios de carotenoides totais superiores às de abacaxi. Entretanto, todas as farinhas destacam-se pelo seu potencial em vitamina A para as populações que as utilizam na dieta. Assim sendo, a inclusão frequente dessas farinhas na alimentação, na produção de bolos e biscoitos, podem minimizar os dados epidemiológicos da hipovitaminose A no Brasil e no mundo.

#### 7.4.2 Determinação de fenólicos totais

Diante dos dados apresentados (Tabela 32) encontramos teores de fenólicos que variam de 54,1 a 476,0 mg GAE.100g<sup>-1</sup>. As farinhas dos resíduos de cajá foram as que apresentaram o maior teor de fenólicos, seguidas das farinhas de acerola e de abacaxi com médias de 307,2; 298,4 e 59,7mg GAE.100g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Tanto os três lotes das farinhas dos resíduos do cajá quanto os lotes das farinhas dos resíduos do abacaxi apresentaram diferenças significativas entre eles conforme Tukey (p < 0,05). Enquanto que os lotes das farinhas dos resíduos de acerola, AC-2 e AC-3, apresentaram semelhança, estatisticamente, segundo Tukey (p < 0,05), tendo o lote AC-1 o com menor teor em relação aos outros dois.

**Tabela 32** - Teores dos Compostos fenólicos das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá.

Resíduo – Lote	Fenólicos (mg GAE*.100g <sup>-1</sup> )
AB – 1	54,1 <sup>c</sup> ± 1,8
AB – 2	59,4 <sup>b</sup> ± 1,1
AB – 3	66,4 <sup>a</sup> ± 1,1
AC – 1	191,5 <sup>b</sup> ± 4,7
AC – 2	344,4 <sup>a</sup> ± 7,3
AC – 3	359,2 <sup>a</sup> ± 6,5
CA – 1	306,8 <sup>b</sup> ± 5,1
CA – 2	476,0 <sup>a</sup> ± 5,4
CA – 3	138,7 <sup>c</sup> ± 2,4

As médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente, entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

\* Equivalente de ácido gálico

No trabalho de Lima *et al.* (2009) apresentaram 8,60 e 9,11 mg GAE.100g de amostra dos extratos dos resíduos de abacaxi extraído por meio aquoso e hidroalcoólico, respectivamente. Neste trabalho encontrou-se, média entre os lotes das farinhas dos resíduos do abacaxi, 59,7 mg GAE.100g<sup>-1</sup>, valores bem elevados em relação ao trabalho supramencionado.

Encontrou-se neste trabalho uma média para fenólicos totais, de 298,4 mg GAE.100g<sup>-1</sup> nas farinhas dos resíduos de acerola enquanto no trabalho de VIEIRA *et al.* (2011) encontraram 449,63 mg GAE.100g de polpa<sup>-1</sup> e no Sousa *et al.* (2011) encontraram 247,62 mg GAE.100g de polpa<sup>-1</sup>. Observa-se que as farinhas dos resíduos do cajá apresentam teores de compostos fenólicos maiores do que o último trabalho e com mais de 50% da quantidade de fenólicos em relação ao primeiro trabalho citado.

Na quantificação da farinha do resíduo do cajá, encontrou-se uma média de 307,2 mg GAE.100g<sup>-1</sup> da farinha enquanto Sousa *et al.* (2011) encontraram apenas 6,6 mg GAE.100g de polpa<sup>-1</sup>. Logo, nota-se que a farinha dos resíduos do cajá apresenta um teor de fenólicos totais 50 vezes maior do que a farinha da polpa em relação aos trabalhos supramencionados.

Sendo assim, sugere-se a utilização das farinhas dos resíduos de cajá, acerola e de abacaxi como coadjuvantes na matéria prima de produtos alimentícios, pois estas apresentam elevadas concentrações de fenólicos em relação às farinhas da polpa da fruta.

#### **7.4.3 Determinação de flavonoides totais**

Os flavonoides são uma grande classe de metabolitos secundários englobando mais de 10.000 estruturas. Muitos estudos têm mostrado que eles possuem funções antioxidantes em plantas superiores (WINKEL-SHIRLEY, 2002; AGATI & TATTINI, 2010; POLLASTRI & TATTINI, 2011).

As frutas e muitos outros vegetais possuem grande quantidade de compostos fenólicos, os quais são correlacionados à redução no risco de doenças cardiovasculares, câncer e outras doenças crônicas (SPENCER *et al.*, 2008; MANACH *et al.*, 2005). E mediante a isso, pode-se demonstrar que não só as frutas em si, mas os resíduos delas possuem muitos compostos que poderão atuar como antioxidantes.

Neste trabalho verificou-se que as farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá apresentaram teores de flavonoides, com valores médios de 2,54; 13,13 e 9,29 µg .100g<sup>-1</sup> de matéria seca, respectivamente (Tabela 33). Percebeu-se que as farinhas dos resíduos de

acerola apresentaram teores mais elevados do que as de cajá e abacaxi, tendo esta última com valores muito baixos em relação às outras duas.

**Tabela 33** - Teores de flavonoides totais das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá.

<b>Resíduo – Lote</b>	<b>Flavonoides totais (<math>\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}</math>)</b>
AB – 1	$2,27^b \pm 0,02$
AB – 2	$2,96^a \pm 0,00$
AB – 3	$2,38^b \pm 0,09$
AC – 1	$9,23^c \pm 0,20$
AC – 2	$14,73^b \pm 0,02$
AC – 3	$15,44^a \pm 0,13$
CA – 1	$8,30^c \pm 0,04$
CA – 2	$10,08^a \pm 0,00$
CA – 3	$9,48^b \pm 0,07$

As médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente, entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Verificou-se nas farinhas dos resíduos de abacaxi, uma média entre os lotes, do teor de flavonoides de  $2,54 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  enquanto no trabalho de Sousa *et al.* (2011) encontraram  $0,90 (\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1})$  para as farinhas do mesmo resíduo.

Neste trabalho as farinhas dos resíduos de acerola apresentaram teores de flavonoides, em média entre os lotes, de  $13,13 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  enquanto no trabalho de Rufino *et al.* (2010) foi de  $9,6 \text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  para a polpa da fruta.

As farinhas dos resíduos do cajá apresentaram uma média de  $9,29 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , já no trabalho de Rufino *et al.* (2010) encontrou-se teores de  $7,1 \text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  para a polpa da fruta, não se evidenciando na literatura a quantificação para os resíduos, dessa forma, este trabalho é de grande relevância, haja vista a deficiência na literatura para a quantificação desses composto para a farinha em questão.

Notou-se que todos os lotes de cada farinha apresentaram diferença, estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Logo, pode-se dizer que cada resíduo apresenta características singulares, sendo assim, diferenças entre os lotes e também entre os tipos de farinhas serão evidenciadas. Essas diferenças podem estar relacionadas com as condições edafoclimáticas, bem como as de transporte e processamento. Destaca-se ainda as características moleculares dos flavonoides que são importantes na expressão da atividade antioxidante, ou seja, as propriedades redox dos

grupos fenólicos e a relação estrutural entre as diferentes partes da estrutura química dos fenólicos interferem no poder antioxidante dos mesmos. Sendo assim, apresentação de um grupo catecol (anel B), uma insaturação no anel C, a função 4-oxo no anel C e os grupos 3 e 5-hidroxil no anel C e A, respectivamente, podem interferir no teor de fenólicos em cada amostra analisada e conseqüentemente na sua atividade antioxidante conforme afirmam FERNANDEZ-PANCHON *et al.* (2008); KIOKIAS *et al.* (2008); MELO *et al.* (2011).

É importante salientar que este trabalho está quantificando teores residuais, ou seja, existe ainda uma quantidade muito significativa no restante da fruta.

#### **7.4.4 Determinação de proantocianidinas (taninos condensados) – método do butanol acidificado e da vanilina, taninos hidrolisáveis e totais.**

A quantificação de taninos nos alimentos é dificultada devida a diversidade estrutural desses compostos, da natureza polimérica e da escassez de padrões comerciais específicos (AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2003).

Os taninos condensados foram determinados pelo método da Vanilina e do Butanol-ácido, métodos esses muito utilizados na quantificação desses compostos.

Pelo método da vanilina, encontraram-se valores mais elevados em relação às farinhas de acerola e de abacaxi. Verificou-se que as amostras de acerola, cajá e abacaxi apresentaram médias de 8.117, 7.192 e 3.825, respectivamente, sendo todas expressas em mg catequina.100g<sup>-1</sup>. As mesmas amostras quantificadas pelo método do Butanol-ácido apresentaram teores mais elevados em relação ao método da vanilina, exceto as amostras de abacaxi. Pelo método do butanol-ácido, as farinhas apresentaram teores, médios, de 13996, 13572 e 1534 para cajá, acerola e abacaxi, respectivamente, expressos em mg catequina.100g<sup>-1</sup> (Tabela 34).

A diferença entre os valores dos teores de taninos condensados verificada pelos dois métodos já se esperava, haja vista que o método do butanol-ácido é muito mais específico do que o da vanilina. Além disso, essa diferença pode ser explicada pela grande variação estrutural que os taninos apresentam nas diferentes formas dos vegetais e por basearem em princípios químicos diferentes (AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2003).

No método da vanilina, a reação se dá por meio de um aldeído aromático (neste caso a vanilina) com um anel metal-substituído dos flavonóis, gerando um composto de cor vermelha. Já o método do butanol-ácido se baseia na despolimerização oxidativa de taninos condensados em meio ácido (HAGERMAN, 1989).

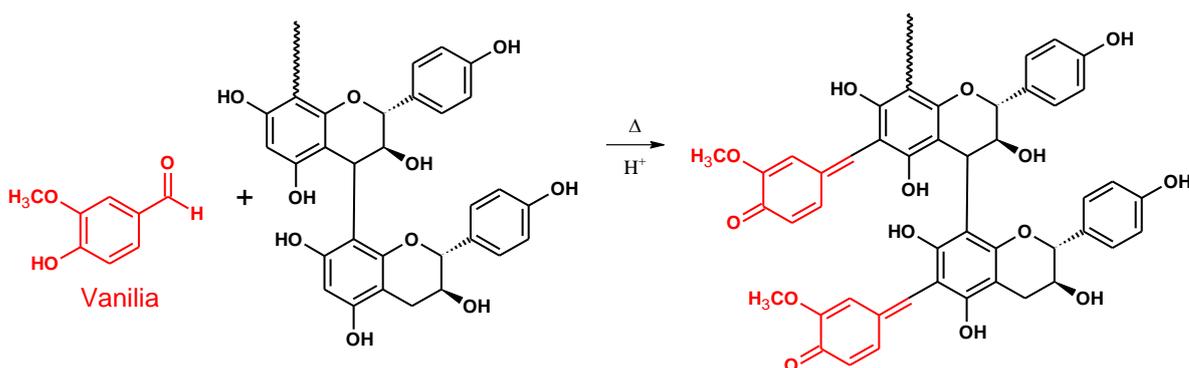
**Tabela 34** - Teores de taninos condensados (método da vanilina e butanol-ácido) e hidrolisáveis das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá.

TANINOS			
Resíduo – Lote	Condensados		Hidrolisáveis
	Vanilina	Butanol-ácido	-
	mg catequina.100g <sup>-1</sup>	mg catequina.100g <sup>-1</sup>	mg GAE*.100g <sup>-1</sup>
AB – 1	3.160 <sup>a</sup> ± 5	1.008 <sup>c</sup> ± 4	336 <sup>ab</sup> ± 16
AB – 2	3.128 <sup>a</sup> ± 109	1.892 <sup>a</sup> ± 71	343 <sup>a</sup> ± 11
AB – 3	5.187 <sup>a</sup> ± 594	1.701 <sup>b</sup> ± 74	309 <sup>b</sup> ± 10
AC – 1	6.583 <sup>c</sup> ± 63	13.291 <sup>b</sup> ± 93	405 <sup>c</sup> ± 7
AC – 2	8.083 <sup>b</sup> ± 73	13.590 <sup>a</sup> ± 75	682 <sup>a</sup> ± 6
AC – 3	9.685 <sup>a</sup> ± 72	13.835 <sup>a</sup> ± 156	638 <sup>b</sup> ± 14
CA – 1	7.087 <sup>b</sup> ± 64	14.122 <sup>a</sup> ± 66	685 <sup>b</sup> ± 9
CA – 2	7.465 <sup>a</sup> ± 83	14.021 <sup>a</sup> ± 186	550 <sup>c</sup> ± 16
CA – 3	7.024 <sup>b</sup> ± 32	13.846 <sup>a</sup> ± 0,00	790 <sup>a</sup> ± 15

As médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente, entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

\* Equivalente de ácido gálico

De acordo com AGOSTINI-COSTA *et al.* (2003), a vanilina tem sua especificidade reduzida, devido ao fato de poder detectar tanto flavonoides monoméricos quanto poliméricos. Entretanto, esse método possui especificidade apenas para um grupo limitado de compostos que apresentem uma ligação simples na posição 2, 3 e grupos hidroxila em alternância no anel A (Figura 43).



**Figura 43** - Reação entre a vanilina e o tanino condensado.

O método do butanol-ácido é mais recomendado para determinação de taninos condensados, pois tem uma seletividade maior, além do íon férrico conferir um aumento à reprodutibilidade e sensibilidade ao ensaio (HAGERMAN, 2002). Neste mesmo método, é feita uma despigmentação da amostra para então fazer-se a determinação, pois os pigmentos poderão interferir nos resultados (PORTER, 1991).

Para determinação dos taninos hidrolisáveis utilizou-se o equivalente de ácido gálico. As farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá apresentaram médias de 329, 575 e 675 mg GAE. 100g<sup>-1</sup>, respectivamente. Percebe-se que o maior teor de taninos hidrolisáveis está nas farinhas dos resíduos do cajá, seguido da farinha dos resíduos de acerola e por último a farinha de abacaxi.

As farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá apresentaram teores de taninos totais, médias entre os lotes de cada farinha, 329,33; 575,00 e 675,00 mg GAE. 100g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Para a determinação de taninos totais utilizou-se a soma entre o resultado dos taninos condensados pelo método da vanilina com os taninos hidrolisáveis. As farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá apresentaram médias para taninos totais de 3.947,25; 8.763,47 e 7.993,09, respectivamente. Diante dos dados pode-se inferir que as farinhas dos resíduos de cajá apresentaram maior teor de taninos totais seguida da farinha de acerola e por último a farinha de abacaxi. Sendo assim, verifica-se que a farinha com maior quantidade de taninos é proporcional à farinha que obteve o maior teor de taninos condensados pelo método do butanol-ácido, sendo inversamente proporcional ao método da vanilina, cuja explicação se dá pelas suas características estruturais e bioquímicas.

#### **7.4.5 Determinação da Atividade Antioxidante**

De acordo com Barreiros *et al* (2006) existem na literatura diversas maneiras a respeito da relação entre estrutura química dos compostos fenólicos e atividade antioxidante. Sabe-se que estes compostos respondem pela maior parcela da atividade antioxidante em matrizes provenientes de recursos vegetais (KUSKOSKI *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2008). Assim, nas determinações da atividade antioxidante pelos ensaios do sequestro do radical livre ABTS<sup>•+</sup>, DPPH<sup>•</sup> e Poder Redutor utilizou-se apenas os lotes de cada tipo de resíduo que apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos.

##### **7.4.5.1 Método do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH)**

Entre os valores de EC<sub>50</sub> para a atividade antioxidante pelo método de captura de radicais DPPH<sup>•</sup>, aqueles obtidos com o extrato da farinha dos resíduos do cajá são os mais significativos, com 216,90 µg.mL<sup>-1</sup> do extrato hidroalcolico, seguido da acerola e abacaxi (Tabela 35). O extrato da farinha dos resíduos de abacaxi apresentou um valor de EC<sub>50</sub>

(1.791,10  $\mu\text{L.mL}^{-1}$ ) muito elevado, indicando que sua atividade antioxidante é muito pequena em relação aos outros dois extratos referenciados neste estudo.

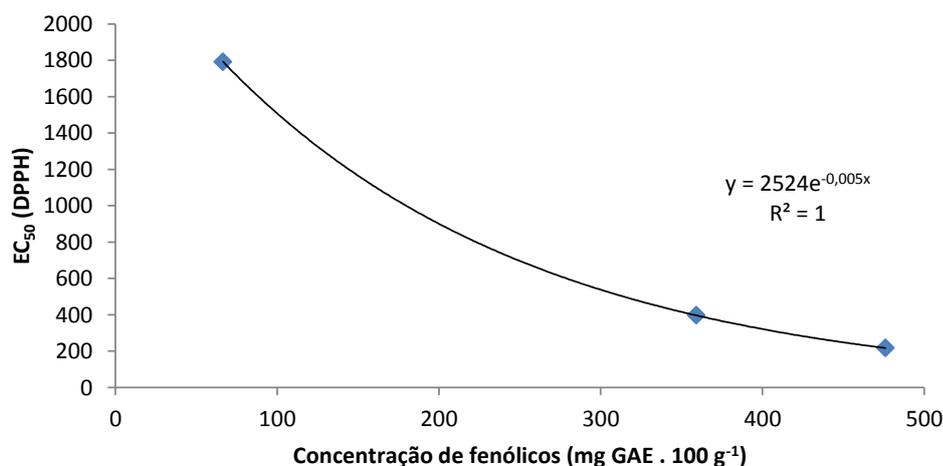
**Tabela 35** - Caracterização da atividade antioxidante das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá pelo método do DPPH para  $\text{EC}_{50}$ .

Farinhas	DPPH para $\text{EC}_{50}$
	( $\mu\text{g.mL}^{-1}$ -do extrato)
AB	1.791,10
AC	397,70
CA	216,90

Lima *et al.* (2009) encontraram resultados para a capacidade antioxidante ( $\text{EC}_{50}$  em  $\mu\text{L.mL}^{-1}$ ) dos extratos aquoso e hidroalcoólico dos resíduos das polpas do abacaxi, utilizando o radical livre DPPH $\cdot$  de 7.486,5 e 3.293,92, respectivamente. Enquanto que Sousa *et al.* (2011) encontraram 1,74  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  para extratos da polpa da acerola e 486,65  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  para extratos da popa de cajá.

Ficou evidenciado que os extratos das farinhas dos resíduos do cajá e acerola apresentaram  $\text{EC}_{50}$  bem inferiores aos resíduos de abacaxi, ou seja, as duas primeiras possuem maior capacidade antioxidante dentre as três farinhas analisadas por esse método. Enquanto nos experimentos de Vieira *et al.* (2011) encontraram melhores resultados para extratos da polpa de acerola neste mesmo ensaio. Vários estudos reportam a relação entre conteúdo de compostos fenólicos e atividade antioxidante e verificaram uma forte relação entre ambos em frutas e outros produtos de origem vegetal (VELIOGLU *et al.*, 1998; CATANEO *et al.*, 2008; NASUTI *et al.*, 2011).

Como previsto, os teores de fenólicos nas amostras das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá apresentaram valores proporcionais à atividade antioxidante pelo método do DPPH. Observou-se uma correlação do tipo exponencial muito significativa ( $R^2 \geq 0,99$ ) entre as duas grandezas como mostrado na Figura 43.

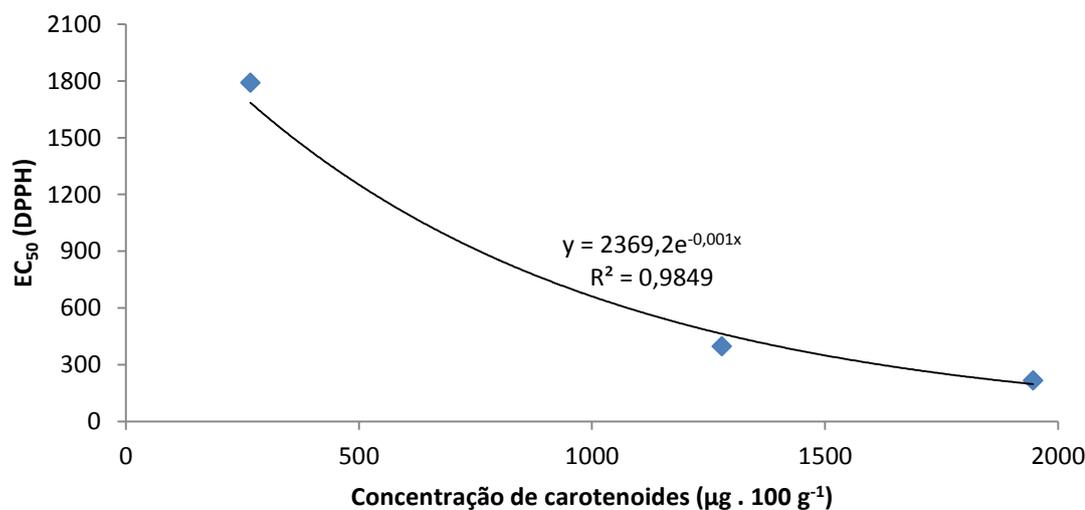


**Figura 44** - Correlação entre o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante pelo método DPPH<sup>\*</sup> expresso em EC<sub>50</sub> (µg . mL<sup>-1</sup>)

Sabe-se que os compostos fenólicos são espécies químicas que possuem a capacidade de neutralizar ERO através da doação de radicais hidrogênio e até mesmo complexação com íons metálicos que catalisam a formação desses radicais livres. O método do sequestro do radical livre DPPH<sup>\*</sup> mensura a capacidade de espécies químicas em doar hidrogênio na forma radicalar e, portanto, é um indicador do potencial antioxidante de um referido extrato. Dessa forma, a forte correlação entre a concentração dos compostos fenólicos nos extratos dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá indica que esses compostos são responsáveis pela ação antioxidante dos referidos extratos através da neutralização dos radicais livres por doação de hidrogênio radicalar.

Embora não tenham sido utilizadas como indicadores biológicos da capacidade antioxidante neste estudo, as concentrações de carotenoides nos extratos utilizados no ensaio do sequestro do radical livre DPPH<sup>\*</sup> estão também correlacionadas com certa relevância dado o valor do índice de correlação  $R^2 \geq 0,90$  (Figura 45).

Ao agirem como antioxidantes na neutralização de ERO, os carotenoides se tornam radicalares e estabilizam esse elétron não-ligante através de um sistema de ligações conjugadas semelhante aos compostos fenólicos. Entretanto, essa estabilização não é tão eficiente quanto nos anéis benzênicos presentes nos fenólicos devido à ausência de aromaticidade nas estruturas moleculares dos carotenoides. Assim, correlação entre as suas concentrações e a capacidade antioxidante pelo método do DPPH é menor quando comparada àquela dos compostos fenólicos.



**Figura 45** - Gráfico de correlação entre o teor de carotenoides e a capacidade de sequestro livre do radical DPPH' expresso em EC<sub>50</sub> (µg . mL<sup>-1</sup>).

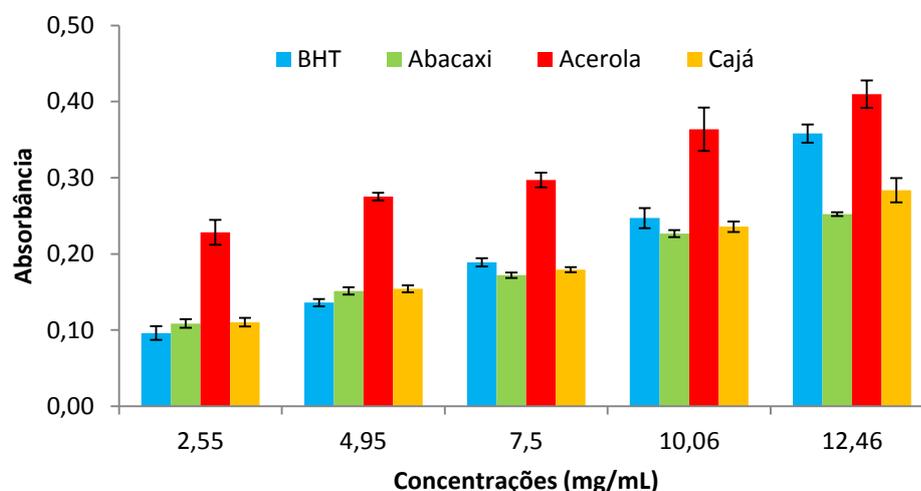
#### 7.4.5.2 Poder redutor

Os teores de fenólicos totais encontrados para a farinha do resíduo do cajá foram superiores em relação aos teores das farinhas de acerola e abacaxi, com valores médios de 307,2; 298,3 e 60,0 mg.100g<sup>-1</sup>, respectivamente.

É possível perceber que os valores entre fenólicos totais e o método do poder redutor foram correlatos. Isso demonstra que os compostos fenólicos apresentam grande relevância para esse ensaio, corroborando com relatos de outros autores (SUN *et al.*, 2002; KUSKOSKI *et al.*, 2006; PATTHAMAKANOKPORN *et al.*, 2008).

Os dados apresentados na Figura 46 demonstram que a farinha do resíduo da acerola possui maior atividade antioxidante do que a farinha do resíduo do cajá e do abacaxi, independente da concentração que fora apresentada.

Em todas as concentrações, a farinha da acerola apresentou atividade antioxidante superior a outras duas farinhas e até mesmo ao antioxidante sintético utilizado como padrão, o BHT.



**Figura 46** - Caracterização da atividade antioxidante das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá pelo método do Poder Redutor.

Apenas nas concentrações de 2,55 mg.mL<sup>-1</sup> e 4,95 mg.mL<sup>-1</sup> todas as três farinhas apresentaram atividade antioxidante superior ao BHT. Pode ainda dizer que o potencial antioxidante das farinhas de acerola e de cajá é equivalente em quase todas as concentrações, havendo disparidade apenas a de 12,46 mg.mL<sup>-1</sup>.

Na tentativa de estabelecer alguma relação de proporcionalidade entre o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante expressa pelo ensaio do Poder Redutor, não se observou correlação significativa. Existe correlação entre os teores de fenólicos e o Poder Redutor apenas para os resíduos de abacaxi e acerola. Os resíduos de cajá não obedecem à proporcionalidade. Acredita-se que os compostos fenólicos presentes nos resíduos de cajá não sejam totalmente ativos quanto à redução do íon férrico ao íon ferroso. Fatores como sinergismo, impedimento estérico e menor disponibilidade de doação de elétrons devido a grupos retiradores de densidade eletrônica nos anéis aromáticos podem ser as causas dessa baixa reatividade nas reações redox.

#### 7.4.5.3 Método do radical 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico (ABTS)

Este método é baseado no mecanismo de transferência de elétrons assim como o método do Poder Redutor.

Neste trabalho verificou-se que as farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá apresentaram atividade antioxidante considerável em relação ao padrão utilizado (Vitamina C). A farinha de acerola apresentou 897 mg de vitamina C. g<sup>-1</sup> de base seca. Este valor demonstra que a atividade antioxidante desta farinha é quase o mesmo do que o encontrado no ácido ascórbico puro. O mesmo aconteceu para a farinha do resíduo do cajá que apresentou 794 mg de vitamina C g<sup>-1</sup> de base seca e a farinha do resíduo do abacaxi apresentou 633 mg de vitamina C g<sup>-1</sup> de base seca (Tabela 36).

**Tabela 36** - Valores de VCEAC (atividade antioxidante equivalente ao ácido ascórbico) da farinha do resíduo de abacaxi, acerola e cajá aplicando o método ABTS

Farinhas	VCEAC (mg.g <sup>-1</sup> )*
AB	633
AC	897
CA	794

\* mg de vitamina C por grama de base seca

Na literatura não se encontrou valores a respeito da quantidade de vitamina C em resíduos das polpas de frutas, utilizadas neste trabalho, para quantificação da atividade antioxidante por meio da metodologia ABTS-VCEAC, dessa forma, utilizou-se determinações com polpas de frutas e outras espécies de resíduos de frutas para se fazer comparativo.

Santos *et al.* (2010) em seu trabalho com polpas de cupuaçu, encontraram nessa polpa atividade antioxidante equivalente à vitamina C (VEAC) variando de 14,33 a 36,14 mg de ácido ascórbico.100g<sup>-1</sup> de peso fresco. Esses valores foram pouco expressivos se comparados com outras frutas, como a graviola e o açaí, estudadas por KUSKOSKI *et al.* (2005), que estudaram a atividade antioxidante de 11 polpas diferentes. Neste mesmo estudo, os valores encontrados pelos autores mostraram que o cupuaçu foi classificado como o fruto de menor capacidade antioxidante entre as 11 polpas estudadas.

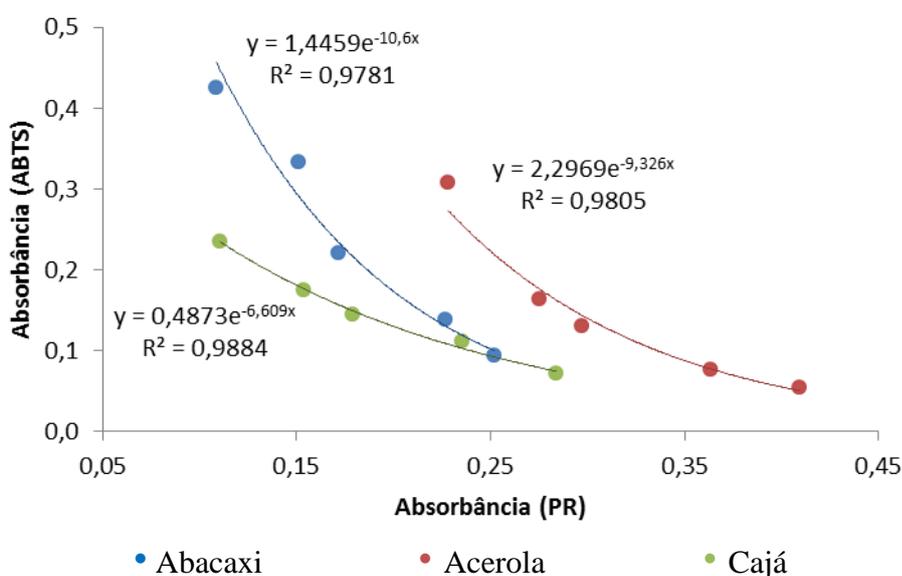
Vedana *et al.* (2008) encontraram valores para o VCEAC (114,95 mg.100g<sup>-1</sup> de uva) e para o TEAC (3,41 µmol.g<sup>-1</sup> de uva) na metodologia do ABTS com extratos

hidroalcoólicos a frio. Já Ou *et al.* (2002) em estudo comparativo, avaliaram diferentes métodos de determinação da atividade antioxidante e observaram resultados também diferentes.

Soares *et al.* (2008) encontraram em seu trabalho 404,68 mg.100 g<sup>-1</sup> em base seca e 76,83 mg.100 g<sup>-1</sup> em base úmida de atividade antioxidante no bagaço de maçã cv. Gala (safra 2005/2006) pelo método do ABTS-VCEAC. Enquanto que em outro trabalho com a mesma variedade de maçã, Kim *et al.* (2002) encontraram valores de 205,4 mg.100 g<sup>-1</sup> em base seca VCEAC e ainda fizeram análises com extratos de outras variedades de maçãs produzidas em diversos países e encontraram valores que variaram de 205 a 559.mg.100 g<sup>-1</sup> em base seca VCEAC.

Diante do exposto, pode-se dizer que as farinhas dos resíduos da acerola, do cajá e do abacaxi, apresentaram elevada atividade antioxidante em relação a todos os estudos com polpas e bagaços de variadas frutas acima mencionadas para o método do ABTS-VCEAC. Sendo assim, sugere-se a utilização das farinhas como coadjuvantes da matéria prima na indústria alimentícia.

Verificou-se ainda correlação entre as absorvâncias dos métodos do Poder Redutor com o ABTS e encontrou-se forte significância, ou seja, R<sup>2</sup> acima de 0,960 (Figura 47). Diante disso, percebeu-se que todas as correlações foram significativas, tendo a correlação da farinha do cajá com maior R<sup>2</sup>, seguida da correlação da farinha da acerola e por conseguinte a correlação da farinha do abacaxi.



**Figura 47** – Correlações dos métodos do Poder Redutor com o ABTS.

#### **7.4.6 Composição mineral**

A composição de minerais analisados a partir das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá está apresentada na Tabela 37.

As farinhas dos resíduos de abacaxi apresentaram concentrações de minerais na ordem decrescente,  $Mg > K > Ca > Na > Mn > Cu > Fe > Zn > Al$ , respectivamente.

As farinhas obtidas dos resíduos da acerola apresentaram concentrações de minerais na ordem decrescente,  $Ca > K > Mg > Fe > Na > Zn > Al > Cu > Mn$ , respectivamente.

As farinhas obtidas dos resíduos do cajá apresentaram concentrações de minerais na ordem decrescente,  $Ca > K > Fe > Mg > Na > Al > Zn > Cu > Mn$ , respectivamente.

O cálcio foi o mineral que apresentou maior concentração nas farinhas dos resíduos de acerola e cajá, enquanto que o manganês foi o mineral de maior teor nas farinhas dos resíduos de abacaxi.

Pela escassez de trabalhos relativos a composição mineral dos resíduos oriundos da indústria processadora de frutas, a discussão da composição de minerais obtidos das farinhas analisadas será baseada nas legislações e pelo que estabelecem as agências reguladoras do Índice de Recomendação Diária (IDR). Deste modo, a Portaria nº 31/98, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (xxx), define “alimento fonte de vitaminas e minerais” como “aquele com no mínimo 15% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de referência por 100 gramas de alimento sólido” e “alimento rico em minerais e vitaminas” como “aquele que contém no mínimo 30% da IDR de referência por 100 gramas de alimento sólido”.

**Tabela 37** - Composição mineral das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá

Minerais (mg .100g <sup>-1</sup> ) expressos em base seca	Amostras								
	Farinha abacaxi			Farinha acerola			Farinha cajá		
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Alumínio	0,06 <sup>ab</sup> ± 0,03	0,02 <sup>b</sup> ± 0,03	0,14 <sup>a</sup> ± 0,05	2,02 <sup>b</sup> ± 0,08	3,82 <sup>a</sup> ± 0,10	3,91 <sup>a</sup> ± 0,20	1,47 <sup>a</sup> ± 0,07	0,56 <sup>c</sup> ± 0,02	1,25 <sup>b</sup> ± 0,08
Cálcio	29,09 <sup>b</sup> ± 0,57	38,88 <sup>c</sup> ± 1,14	56,46 <sup>a</sup> ± 1,72	1.245,17 <sup>b</sup> ± 36,05	1.103,20 <sup>c</sup> ± 35,10	1.350,43 <sup>a</sup> ± 44,65	56,70 <sup>b</sup> ± 1,47	70,44 <sup>a</sup> ± 1,23	70,34 <sup>a</sup> ± 1,21
Cobre	6,19 <sup>b</sup> ± 0,58	7,70 <sup>a</sup> ± 0,68	7,59 <sup>a</sup> ± 0,14	1,62 <sup>b</sup> ± 0,03	1,95 <sup>a</sup> ± 0,07	2,04 <sup>a</sup> ± 0,05	0,63 <sup>a</sup> ± 0,30	0,77 <sup>a</sup> ± 0,10	1,09 <sup>a</sup> ± 0,12
Ferro	1,07 <sup>b</sup> ± 0,14	3,02 <sup>a</sup> ± 0,26	3,21 <sup>a</sup> ± 0,06	22,47 <sup>c</sup> ± 0,51	48,32 <sup>b</sup> ± 0,70	55,11 <sup>a</sup> ± 0,68	26,29 <sup>a</sup> ± 1,82	11,72 <sup>c</sup> ± 0,59	20,74 <sup>b</sup> ± 0,37
Magnésio	70,71 <sup>a</sup> ± 1,06	69,66 <sup>a</sup> ± 1,40	71,57 <sup>a</sup> ± 1,32	48,97 <sup>a</sup> ± 0,38	47,17 <sup>b</sup> ± 0,19	47,06 <sup>b</sup> ± 0,18	23,61 <sup>c</sup> ± 0,28	28,86 <sup>a</sup> ± 0,21	24,54 <sup>b</sup> ± 0,35
Manganês	7,67 <sup>b</sup> ± 0,13	8,85 <sup>a</sup> ± 0,23	8,58 <sup>a</sup> ± 0,11	0,86 <sup>c</sup> ± 0,04	1,16 <sup>a</sup> ± 0,02	1,06 <sup>b</sup> ± 0,03	0,62 <sup>a</sup> ± 0,06	0,32 <sup>b</sup> ± 0,04	0,18 <sup>c</sup> ± 0,05
Potássio	56,00 <sup>b</sup> ± 2,01	54,67 <sup>b</sup> ± 1,15	69,99 <sup>a</sup> ± 1,99	93,33 <sup>a</sup> ± 3,05	87,33 <sup>a</sup> ± 2,32	89,99 <sup>a</sup> ± 4,00	50,00 <sup>b</sup> ± 3,46	65,33 <sup>a</sup> ± 1,16	52,00 <sup>b</sup> ± 0,01
Sódio	17,33 <sup>a</sup> ± 1,15	16,67 <sup>a</sup> ± 1,15	16,00 <sup>a</sup> ± 0,00	22,00 <sup>a</sup> ± 1,00	20,33 <sup>a</sup> ± 0,76	22,00 <sup>a</sup> ± 1,00	14,00 <sup>b</sup> ± 2,00	23,33 <sup>a</sup> ± 1,15	14,67 <sup>b</sup> ± 1,16
Zinco	0,54 <sup>a</sup> ± 0,04	0,58 <sup>a</sup> ± 0,04	0,51 <sup>a</sup> ± 0,03	2,27 <sup>a</sup> ± 0,06	2,34 <sup>a</sup> ± 0,04	2,28 <sup>a</sup> ± 0,08	0,71 <sup>b</sup> ± 0,02	0,84 <sup>a</sup> ± 0,05	0,51 <sup>c</sup> ± 0,02

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas, entre os lotes de cada resíduo, não diferem estatisticamente, entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

As farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá apresentaram teores médios de **alumínio**,  $0,07 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ,  $3,25 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ,  $1,09 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  respectivamente. Assim sendo, verifica-se que os teores encontrados nessas amostras contribuem entre 1% a 10% do mínimo recomendável pela IDR que é de 10 a  $100 \text{ mg} \cdot \text{dia}^{-1}$  proposta pela USDA (2003). A RDC/ANVISA nº 54/12 determina que um produto para que seja considerado fonte de determinado mineral, faz-se necessário conter, no mínimo, 15% da IDR de referência por porção e para ser considerado rico deverá possuir, no mínimo, 30% da referência por porção (BRASIL, 2012).

Verificou-se que as farinhas de acerola apresentaram teores superiores para o **cálcio** em relação aos teores encontrados por USDA (2003) no trabalho com farinhas oriundas das sementes da acerola com  $41,76 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . O IDR proposto pela USDA (2012) está entre 800 a  $1000 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . O cálcio é o mineral que apresentou maior concentração dentre todos os minerais analisados nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá, apresentando médias entres os lotes, de  $41,48 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ,  $1,232,93 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e  $65,83 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , respectivamente. As farinhas dos resíduos de abacaxi e cajá apresentaram concentrações entre 7% e 9% do IDR recomendado pela TACO (2011) e pela USDA (2012).

Foram observados teores de **cobre** variando de  $7,16 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ,  $1,87 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e  $0,83 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  para as farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá, respectivamente. O IDR de cobre para crianças ou adultos de ambos os sexos é de  $1 \text{ mg} \cdot \text{dia}^{-1}$  a  $3 \text{ mg} \cdot \text{dia}^{-1}$  (BRASIL, 2005; CARVALHO & ARAUJO, 2008; USDA, 2012). As farinhas de abacaxi destacaram-se por apresentarem 6 vezes mais do que os teores recomendados pelo IDR. Aos teores de cobre nas farinhas de acerola estão dentre da faixa recomendada. E as farinhas de cajá representam 83% em relação ao IDR.

As farinhas dos resíduos de acerola e cajá apresentaram teores médios correspondentes a  $41,97 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ,  $19,58 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , respectivamente. Sendo assim, consideradas ricas em **ferro**. Baseando-se na ingestão média diária de  $14 \text{ mg} \cdot \text{dia}^{-1}$  de ferro por um indivíduo, sendo este criança ou adulto, do sexo masculino ou feminino, (Brasil (2005) e USDA (2012). Enquanto que as farinhas dos resíduos de abacaxi apresentaram  $2,43 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . Estas farinhas podem ser inseridas nas farinha de trigo e de milho como ingrediente em produtos de panificação e dentre outros como apresentado por BRASIL (2002) onde o Ministério da Saúde determina que a cada 100g das farinhas de trigo e de milho devem ser enriquecidas com  $4,2 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  de ferro para fortificar os pães, macarrão,

biscoitos e misturas para bolos e salgados. Essa determinação foi devido ao elevado índice de anemia na população.

As amostras das farinhas estudadas apresentaram médias entre 70,65 mg.100g<sup>-1</sup>, 47,73 mg.100g<sup>-1</sup> e 25,67 mg.100g<sup>-1</sup> de **magnésio** para abacaxi, acerola e cajá, respectivamente. Assim sendo, observa-se que as farinhas deste estudo possuem em média, 45% da quantidade diária de magnésio recomendada pela IDR proposta por IOM (2005); ANVISA (2005) e USDA (2012) que é de 300 mg.100 g<sup>-1</sup>, tanto para crianças quanto adultos de ambos os sexos. Essas farinhas podem ser utilizadas como ingredientes complementares em formulações alimentícias dentre outras possibilidades.

Os maiores teores de **manganês** foram observados para as farinhas de abacaxi (8,37 mg.100g<sup>-1</sup>) este valor representa 4 a 6 vezes a mais que o valor recomendado pela IDR proposta por USDA (2012) que preconiza a ingestão entre 1,2 mg.dia<sup>-1</sup> a 1,8 mg.dia<sup>-1</sup>, tanto para crianças, adolescentes e adultos de ambos os sexos. Teores inferiores foram observados para as farinha de acerola (1,03 mg.100g<sup>-1</sup>) e para as farinhas de cajá (0,37 mg.100g<sup>-1</sup>). Embora a farinha do cajá apresente, em média, 15% do valor diário necessário à ingestão, apresenta potencial para ser utilizada como ingredientes em formulações alimentícias.

As farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e cajá, apresentaram os seguintes valores médios de **potássio**: 60,22 g.100g<sup>-1</sup>; 90,22 g.100g<sup>-1</sup>; 55,78 g.100g<sup>-1</sup>, respectivamente. As farinhas de abacaxi, acerola e cajá apresentam teores entre 9 e 10 vezes a quantidade necessária diária para ingestão de acordo com a IDR proposta por IOM (2005) e ANVISA (2005). A USDA (2012) recomenda 3 g.dia<sup>-1</sup> para crianças e 4,7 g.dia<sup>-1</sup> adultos, de ambos os sexos.

Constatou-se que as farinhas dos resíduos de acerola apresentaram a maior concentração média de **sódio** (21,44 mg.100g<sup>-1</sup>), valores inferiores foram observados para as farinhas de cajá (17,33 mg.100g<sup>-1</sup>) e de abacaxi (16,67 mg.100g<sup>-1</sup>). Os valores encontrados no estudo são importantes, pois a quantidade de sódio observada nas farinhas é inferior ao recomendado por IOM (2005); ANVISA (2005); USDA (2012) com a IDR (principalmente na forma de cloreto de sódio) de 2 a 20 g.dia<sup>-1</sup>. Esses achados são de grande relevância, pois qualquer indivíduo hipertenso ou que possua alguma patologia relacionada com os teores de sódio não terá problema em consumi-la.

Os teores médios de **zinco** observados nas farinhas de abacaxi, acerola e cajá foram, 0,54 mg.100g<sup>-1</sup>, 2,3 mg.100g<sup>-1</sup> e 0,69 mg.100g<sup>-1</sup>, respectivamente. Assim sendo,

estes valores observados podem contribuir em média de 10% a 15% do IDR recomendada pela IOM (2005); ANVISA (2005); USDA (2012) que estabelece a ingestão diária entre 7 mg.g<sup>-1</sup> e 15 mg.g<sup>-1</sup> .

Embora trabalhando com resíduos e diante de todas as perdas que podem ocorrer dentro da cadeia produtiva da industrialização das polpas de frutas foi possível quantificar os minerais residuais contidos nos resíduos, objeto deste estudo. Diante disso, ainda é possível recomendar a utilização das farinhas desses resíduos para a utilização na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética.

## 8 CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos neste estudo, constata-se ser possível elaborar farinhas com boa qualidade nutricional a partir de resíduos da indústria processadora de polpas de frutas, destacando-se como fonte natural de fibra alimentar e antioxidante. Ademais, apresenta-se como alternativa viável para minimizar os prejuízos ambientais que essa matéria-prima causa quando descartada no meio ambiente;

Todas as farinhas são fontes de compostos bioativos, os maiores teores de taninos totais, flavonoides e fenólicos totais foram observados para a farinha de acerola seguida pela de cajá e abacaxi respectivamente;

Todas as farinhas são boas fontes de fibra alimentar total e os teores de minerais (cálcio, cobre, ferro, magnésio e potássio) apresentam quantidades superiores as recomendadas pelas agências reguladoras de alimentos nacionais e internacionais;

As variações observadas na composição química e bioquímica das farinhas analisadas influenciam na expressão da atividade antioxidante. As farinhas de acerola, cajá e abacaxi apresentam as maiores atividades antioxidantes quando comparadas ao BHT, antioxidante sintético e da vitamina C, antioxidante natural;

As farinhas apresentam fitoquímicos bioativos com expressiva atividade antioxidante, além de apresentar correlação direta com os teores de compostos fenólicos totais. As farinhas apresentam atividade antioxidante significativa ( $p < 0,05$ ), tanto pelo método do DPPH quanto do poder redutor, mas a farinha dos resíduos da acerola apresentou maior atividade antioxidante pelo ensaio do Poder Redutor. Enquanto que a farinha dos resíduos do cajá apresentou maior atividade antioxidante pelo ensaio do DPPH.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, D. S. P.; **Estresse oxidativo e alimentação**. In: TIRAPEGUI J, coord. Nutrição: fundamentos e aspectos atuais. Atheneu. p. 179- 200, 2000.
- ABDULLAH; MAT, H. Characterisation of solid and liquid Pineapple waste. **Reaktor**, v. 12, p. 48-52, 2008.
- ABRAHÃO, S. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; DUARTE, S. M. S.; LIMA, A. R.; LVARENGA, D. J.; FERREIRA, E. B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (Coffe arabica L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p.414-420, 2010.
- 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.
- AGATI, G.; AZZARELLO, E.; POLLASTRIB, S.; TATTINIC, M. Flavonoids as antioxidants in plants: Location and functional significance. Review. **Plant Science**, v.196. p. 67–76, 2012.
- AGATI, G.; TATTINI, M. Multiple functional roles of flavonoids in photoprotection, **New PhytologistTrust**, v. 186, p. 786–793, 2010.
- AGOSTINI-COSTA, T. S.; LIMA, A.; LIMA, M. V. Determinação de Tanino em pedúnculo de caju: método da vanilina *versus* método do butanol ácido. **Química Nova**, v. 26, p. 763-765, 2003.
- AGUIAR, T. M.; RODRIGUES, F. S.; SANTOS, E. R.; SABAA-SRUR, A. U. O. Chemical characterization and evaluation of the nutritional value of *Malpighia puniceifolia* seeds. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 35, p. 91-102, 2010.
- AJAO, A.; SHONUKAN, O.; FEMI-ONADEKO, B. Antibacterial effect of aqueous and alcohol extracts of *Spondias mombin* and *Alchornea cordifolia* - two local antimicrobial remedies. **International Journal of Crude Drug Research**, v. 23, p. 67-72, 1985.
- AJILA, C. M.; BHAT, S. G.; PRASADA RAO, U. J.S. Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. **Journal of Food Chemistry**, v. 102, p. 1006-1011, 2007.
- AJILA, C. M.; NAIDU, K. A.; BHAT, S. G.; PRASADARAO, U. J. S. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. **Food Chemistry**, v. 105, p. 982-988, 2007b.
- ALVES, C. Q.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P.; BAHIA, M. V.; AGUIAR, R. M. Métodos para Determinação de Atividade Antioxidante *in vitro* em Substratos Orgânicos. **Química Nova**, v. 33, p. 2202-2210, 2010.

AMAROWICZ, R. C. R.; DONGOWSKI, G.; DURAZZO, A.; GALENSA, R.; KAMMERER, D.; MAIANI, G.; PISKULA, M. K. Influence of postharvest processing and storage on the content of phenolic acids and flavonoids in foods. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 53, (Suppl 2), p.151–83, 2009.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC. Dietary Fiber Technical Committee. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, v. 46, p. 112-146, 2001.

AMORIM, J. A. **Caracterização de alguns bagaços de polpa de frutas obtidos na indústria de processamento Milfrutas indústria alimentícias LTDA**. Relatório de Estágio Supervisionado do Departamento de Engenharia Química da UFRN. Natal – RN, 1999.

ANTOLOVICH, M.; PRENZLER, P. D.; PATSALIDES, E.; McDONALD, S., ROBARDS, K. Methods for testing antioxidant activity. **Analyst**, v. 127, p. 183-198, 2002.

ANTONIUS, P. A. J. **A exploração dos recursos naturais face à sustentabilidade e gestão ambiental: uma reflexão teórico-conceitual**. Belém – PA: NAEA, 1999. 30p.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 136p, 2009.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz 136p, 2010.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz 140p, 2013.

AQUARONE, E, BORZANI, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia: tópicos de microbiologia industrial**, v. 2. São Paulo: E. Blücher, 1990.

AQUINO, A. C. M. S.; MÓES, R. S.; LEÃO, K. M. M.; FIGUEIREDO, A. V. D.; CASTRO, A. A. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista Institucional Adolfo Lutz**, v. 69, p. 379-86, 2010.

ARABBI, P. R.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Flavonoids in vegetable foods commonly consumed in Brazil and estimated ingestion by the Brazilian population. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 1124-1131, 2004.

ARAUJO, J. M. A.; SILVA, M. V.; CHAVES, J. B. P. Supercritical fluid extraction of daidzein and genistein isoflavones from soybean hypocotyl after hydrolysis with endogenous b-glucosidases. **Food Chemistry**, v. 105, p. 266–272, 2007.

ARNAO, M. B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. **Trends in Food Science & Technology**, v.11, p. 419-421, 2000.

AROSTEGUI, F.; PENNOCK, W. **La acerola**. Rio Piedras: Universidad de Puerto Rico, 1955. 9 p. (University of Puerto Rico. EUA. Publicación Miscelánea, 15).

ARUOMA, O. I. Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants. **Food Chemistry and Toxicology**, v. 32, p. 671-683, 1994.

AZMIR, J.;ZAIDUL, I. S. M.; RAHMAN, M. M.; SHARIF, K. M.; MOHAMED, A.; SAHENA, F.; JAHURUL, M. H.A.; GHAFOR, K.; NORULAINI, N. A. N.; OMAR, A. K. M. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. **Journal of Food Engineering**, v. 117, p. 426–436, 2013.

BADARINATH, A. V.; MALLIKARJUNA, R. K.; CHETTY, C. M. S.; RAMKANTH, S.; RAJAN, T. V. S.; GNANAPRAKASH, K. A Review on In-vitro Antioxidant Methods: Comparisons, Correlations and Considerations. **International Journal of PharmTech Research**, v. 2, p. 1276-1285, 2010.

BAE, J. M.; LEE, E .J.; GUYATT, G. Citrus fruit intake and stomach cancer risk; a quantitative systematic review. **Gastric Cancer** , v.11, p. 23–32, 2008.

BAHIA. Governo do Estado da Bahia. **Aspectos Geográficos**. 2013. Disponível: <<http://bahia.com.br/aspectos-geograficos/>> Acesso: 02 de jul. 2013.

BAIANO, A.; BEVILACQUA, L.; TERRACONE, C.; CONTÒ, F.; NOBILE, M. A. Single and interactive effects of process variables on microwave-assisted and conventional extractions of antioxidants from vegetable solid wastes. **Journal of Food Engineering**, v. 120, p. 135–145, 2013.

BALASUMDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, p. 191–203, 2006.

BARBOSA, W. C.; NAZARÉ, R. F. R.; HASHIMOTO, K. **Estudo bromatológico e tecnológico da graviola e do taperebá**. Belém: Embrapa. 15 p. Boletim de pesquisa, v. 32, 1981.

BARREIROS, L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesas do organismo. **Química Nova**, p. 113-123, v. 29, 2006.

BARRET, R. L. C.; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Choque a frio e atmosfera modificada no aumento da vida pós-colheita de tomates: 2-Coloração e textura. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.1, p.14-26, 1994.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Fundamentos de tecnologia de alimentos. v. 3. São Paulo: Atheneu Editora, 1998.

BAST, A.; HAENEN, G. R.; DOLEMAN, C. J. Oxidants and antioxidants: State of the art. **American Journal Medicine**, v. 91, p.2-13. 1991.

BAZZANO, L. A.; HE, J.; OGDEN, L. G.; LORIA, C. M.; WHELTON, P. K. Dietary fiber intake and reduced risk of coronary heart disease in US men and women. **Archive International Medical**, v. 163, p. 1897-1904, 2003.

BEHRENS, J. H.; ROIG, S. M.; SILVA, M. A. P. Aspectos de funcionalidade de Rotulagem e de Aceitação de Extrato Hidrossolúvel de Soja Fermentado e Culturas Lácteas Probióticas. **Boletim da Sociedade Brasileira e Tecnologia de Alimentos**, v. 34, p. 99-106, 2000.

BELLO, J. Los alimentos funcionales o nutraceuticos. I – Nueva gama de productos em la industria alimentaria. **Alimentaria**, v. 33, p. 25-30, 1995.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Review of Nutrition**, v. 12, p. 123-130, 1999.

BLEINROTH, E. W. Colheita e beneficiamento. In: GORGATTI NETTO, A.; ARDITO, E. F. G.; FREIRE, F. C.O.; MENEZES, J. B.; BORDIN, M. R.; BRAGA SOBRINHO, R.; ALVES, R. E. **Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996, 41p- (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 23).

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. São Paulo - SP: Varela, p. 15, 1992.

BORS, W.; HELLER, W.; MICHEL, C.; SARAN, M. Flavonoids as antioxidants: determination of radical-scavenging efficiencies. **Methods Enzymology**, v. 186, p. 343-355, 1990.

BOSCO, J.; SOARES, K. T.; AGUIAR FILHO, S. P.; BARROS, R. V. **A cultura da cajazeira**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2000. 29 p.

BRAGA, A. C. D.; LIMA, M. S.; AZEVEDO, L. C.; RAMOS, M. E. C. Caracterização e obtenção de farinha do resíduo gerado no processo industrial de clarificação do suco de acerola. **Revista Semiárido De Visu**, v. 1, p.126-133, 2011.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **RESOLUÇÃO Nº 313, DE 29 DE OUTUBRO DE 2002**. BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **RESOLUÇÃO nº 313**, de 29 de outubro de 2002. Publicada no DOU. N. 226, de 22 de novembro de 2002, Seção 1, páginas 85-91. 2002.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA **RESOLUÇÃO nº 358**, de 29 de abril de 2005. Publicada no DOU. N. 84, de 4 de maio de 2005, Seção 1, páginas 63-65. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos – CNNPA. **RDC nº 12 de 3 de**

**março de 1978** – Publicada no Diário Oficial da União de 24 de julho de 1978. Poder Executivo, Brasília, 1978.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998** - Regulamento Técnico Referente à Informação Nutricional Complementar. Publicada no Diário Oficial da União de 16 de janeiro de 1998. Poder Executivo, Brasília, 1998.

BRASIL. ANVISA - Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Resolução n. 18 de 19 de novembro de 1999** - Diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Publicada no Diário Oficial da União de 03 de dezembro de 1999. Poder Executivo, Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução nº 40 de 21 de março de 2001**. Aprova O Regulamento Técnico para Rotulagem Nutricional Obrigatória de Alimentos e Bebidas Embalados. In. Diário Oficial (Da Republica Federativa do Brasil), Brasília, 21 de março de 2001b. Revogada através da Resolução-RDC nº 360/03, de 23 de dezembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **RESOLUÇÃO RDC nº 275, 21 de outubro de 2002**. Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Publicada no DOU. N. 206, de 23 de outubro de 2002, Seção 1, página 126.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA **Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA **Resolução RDC nº 216, 15 de setembro de 2004**. Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Diário Oficial da União. Poder Executivo, Brasília, 16 de setembro de 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 263, 22 de setembro de 2005**. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União, 22 set. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA **Resolução RDC nº 269, 22 de setembro de 2005**. Aprova o regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Diário Oficial da União. Poder Executivo, Brasília, 23 set. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-Químicos para análise de Alimentos**. Diário Oficial da União. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **RDC 64 de 16 de setembro de 2008**. Publica a Lista das Denominações Comuns Brasileiras - DCB da Farmacopeia Brasileira. 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, de 13 de novembro de 2012.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutrition significance. **Nutrition Reviews**, v. 56, p. 317-333, 1998.

BRAZILIAN FRUIT. **Retrospectiva Analítica 2010 da Cadeia Produtiva das Frutas**. IBRAF, 2013. Disponível em:  
<<http://www.brazilianfruit.org/Pbr/Fruticultura/Fruticultura.asp>>. Acesso em: 12 de jan. 2013.

BRENNAN, O. V.; PAGLIARINI, E. Multivariate analyses of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 4841-4844, 2001.

BRUNE, M.; HALLBERG, L.; SKANBERG, A. Determination of Iron-binding Phenolic groups in Foods. **Journal of Food Science**, v. 56, n. 1, p. 128-131, 1991.

BRUNE, M.; HALLBERG, L.; SKANBERG, A. Determination of iron-binding phenolic groups in foods. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, p. 1147-1160, 2000.

BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. Eds American Society of Plant Physiologists, p. 610-628, 2000.

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

BURRI, B. J.; LIN, Y.; NEIDLINGER, T. R.; MÜLLER, H. G.; DUEKER, S. R.; CLIFFORD, A. J. Estimating the concentration of beta-carotene required for maximal protection of low-density lipoproteins in women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, p. 837-845, 1998.

BURNS, J.; GARDNER, P. T.; MATTHEWS, D.; DUTHIE, G. G.; LEAN, M. E. J.; CROZIER, A. Extraction of phenolics and changes in antioxidant activity of red wines during vinification. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 5797-5808, 2001.

CAETANO, A. C. S.; MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. I. S.; ARAUJO, C. R. Extração de antioxidantes de resíduos agroindustriais de acerola. **Brazilian Journal of Food and Technology**, v. 12, p. 155-160, 2009.

CALLEGARO, M. G. K.; DUTRA, C. B.; HUBER, L. S.; BECKER, L.V.; ROSA, C. S.; HASHIME, K.; HECKTHEUR, L. H. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber of corn products. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 271-274, 2005.

CAMPOS, E. M. F.; ROGONI, T. T.; MASSOCATTO, C. L.; DINIZ, K. M.; CAETANO, J.; DRAGUNSKI, D. C. Quantificação de minerais em sucos industrializados. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 14, p. 11-16, 2010.

CARIS-VEYRAT, C. Antioxidant and prooxidant actions and stabilities of carotenoids in vitro and in vivo and carotenoid oxidation products. In: SOCACIU, C. **Food colorants: chemical and function properties**. CRC Press: USA. p. 177-195, 2007. 648p.

CARVALHO, A. V.; CAVALCANTE, M. A.; SANTANA, C. L.; ALVES, R. M. Características físicas, químicas e atividade antioxidante de frutos de matrizes de cajazeira no estado do Pará. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, p. 45-53, 2011.

CARVALHO, P. B.; ARAUJO, W. M. C. Rotulagem de suplementos vitamínicos e minerais: uma revisão das normas federais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, p. 779-791, 2008.

CARVALHO, V. D.; BOTREL, N. Características da fruta para exportação. In: GORGATTI NETTO, A. Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: **EMBRAPA-SPI**, 1996. 41p. (FRUPEX. Publicações Técnicas, 23).

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. **Ciências Agrárias**, v. 29, p. 93-102, 2008.

CITYBRAZIL. **Busca por cidades**. 2008. Disponível em: <<http://www.citybrazil.com.br/ba/index.php>>Acesso: 30 de jun 2013.

CHENG, Z.; REN, J.; YAN, G.; LI, Y.; CHANG, W.; CHEN, Z. Quantitative elucidation of the molecular mechanisms of hydroxyl radical quenching reactivity of phenolic compounds. **Bioorganic Chemistry**, v. 31, p.149-162, 2003.

CHIANG, W. D.; SHIEH, C. J.; CHU, Y. H. Optimization of acid hydrolysis conditions for total isoflavones analysis in soybean hypocotyls by using RSM. **Food Chemistry**, v. 72, p. 499-503, 2001.

CHIPAULT, J. R.; MIZUN, G. H.; HAWKINS, J. M.; LUNDBERG, W. O. The antioxidant properties of natural spices. **Food Research**, v. 17, p. 46-55, 1952.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

CLIMATEMPO. O céu fala. A gente entende. Previsão do tempo para Itororó - Bahia. Disponível: <<http://www.climatepo.com.br/previsao-do-tempo/cidade/4898/itororo-ba>>. Acesso: 13 de jul. 2013.

COHEN, M. V. Free radicals in ischemic and reperfusion myocardial injury: is this time for clinical trials? **Annals of Internal Medicine**, v. 111, p. 918-931, 1989.

COOK, N. C.; SAUMMAN, J. Flavonoids – chemistry, metabolism, cardioprotective effects and dietary sources. **Journal Nutrition and Biochemistry**, v. 7, p. 66-76, 1996.

COSTA, R. P.; MENENDEZ, G.; BRICARELLO, L. P.; ELIAS, M. C.; ITO, M. Óleo de peixe, fitoesteróis, soja e antioxidantes: impactos nos lipídios e aterosclerose. **Revista da Sociedade de Cardiologia**, v. 10, p.819-832, 2000.

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 Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, p. 228-232, 2007.

COSTA, A. G. V.; GARCIA-DIAZ, D. F.; JIMENEZ, P.; SILVA, P. I. S. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. **Journal of functional foods**, v. 5, p. 539-549, 2013.

CRAVEIRO, A. C.; CRAVEIRO, A. A. **Alimentos Funcionais: A Nova Revolução**. Fortaleza: PADETEC, 2003.

CRESTANIL, M. BARBIERI, R. L, HAWERROTH, F. J., DE CARVALHO, F. I. F., DE OLIVERIA, A. C. Das Américas para o Mundo - origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, p.1473-1483, 2010.

CROFT, K. D. The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. **Annals of the New York Academy of Science**, v. 854. p. 435-442, 1998.

CUPPARI, L. **Guia de Nutrição: Nutrição clínica no adulto**. Barueri: Manole, 2005.

DE BEER, D.; JOUBERT, E.; GELDERBLOM, W. C. A.; MANLEY, M. Antioxidant activity of South African red and white cultivar wines selected wine phenolic compounds: Inhibition of microsomal lipid peroxidation. **Food Chemistry**, v. 90, p. 569-577, 2005.

DECKER, E. A. Phenolics: prooxidants or antioxidants? **Nutrition Reviews**, v. 55, p. 396-407, 1997.

DEMAJORIVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, p. 88-93, 1995.

DENG, S., PALU, A. K., WEST, B. J., SU, C. X., ZHOU, B. N.; JENSEN, J. C. Lipoxygenase inhibitory constituents of the fruits of Noni (*Morinda citrifolia*) collected in Tahiti. **Journal of Natural Products**, v. 70, p. 859–862, 1997.

DEWICK, P. M. **Medicinal Natural Products: A biosynthetic Approach**. 3 ed. John Wiley & Sons LTDA, Chichester- uK, 2009.

DOUGLAS, C. R. **FISIOLOGIA APLICADA À NUTRIÇÃO**. ed. 2. Guanabara Koogan: São Paulo, 2006. 1074p.

DURAN, R. M.; PADILLA, B. Actividad antioxidante de los compuestos fenolicos. **Grasas y Aceites**, v. 44, p. 101-106, 1993.

DUTHIE, G. G.; DUTHIE, S. J.; KYLE, J. A. M. Plant polyphenols in cancer and heart disease: implications as nutritional antioxidants. **Nutrition Research Reviews**, v. 13, p. 79-106, 2000.

DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências Nutricionais - Aprendendo a Aprender**. ed. 2. Sarvier: São Paulo, 2008. 760p.

DUTRA, O. J. E., MARCHINI, J. S. **Ciências Nutricionais**, Sarvier: São Paulo, 1998.

DREHER, M. L. Food industry perspective: functional properties and food uses of dietary fiber. In: KRITCHEVSKY, D.; BONFIELD, C. (Ed.). **Dietary fiber in health & disease**. Minnesota: Eagan, v. 1, p. 467-74, 1995.

DREOSTI J. E. Antioxidant polyphenols in tea, cocoa, and wine. **Nutrition**, v. 16, p. 692-694, 2000.

EL-AGAMEY, A.; LOWE, G. M.; McGARVEY, D. J.; MORTENSEN, A.; PHILIP, D. M.; TRUSCOTT, T. M.; YOUNG, A. J. Carotenoid radical chemistry and antioxidant/pro-oxidant properties. **Archives Biochemistry and Biophysics**, v. 430, p. 37-48, 2004.

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

EMPRESA BASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultivo do Abacaxi em Rondônia**. Porto Velho: 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Abacaxi/CultivodoAbacaxiRO/index.htm>> Acessado em: 26 de abr. 2013.

EMPRESA BASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Equipe técnica de abacaxi comemora 30 anos de atividades e realizações**. Cruz das Almas, BA, 2007.

EMPRESA BASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Informe técnico: **Características das cultivares de abacaxizeiros cultivadas no Estado de Rondônia**. Porto Velho, 2009.

EMPRESA BASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Mandioca e Fruticultura**. Acerola. 2011. Disponível em: <[http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas\\_pesquisadas-acerola.php&menu=2](http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadas-acerola.php&menu=2)>. Acessado em 25 de abr. 2013.

- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1994. 652p.
- FALLER, A. L. K.; FIALHO, E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, p. 211-218, 2009.
- FARHOOSH, F.; GOLMOVAHHED, G. A.; KHODAPARAST, M. H. H. Antioxidant activity of various extracts of old tea leaves and black tea wastes (*Camellia sinensis* L.) **Food Chemistry**, v. 100, p. 231-236, 2007.
- FARIAS JR., J. C., LOPES, A. S. Comportamentos de risco relacionados à saúde em adolescentes. **Revista brasileira de Ciência e Movimento**, v. 12, p. 7-12, 2004.
- FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**. - 4 Ed. Artmed, Porto Alegre – RS, 2010. 900p.
- FÉRIAS. Férias.tur.br. **Seu portal de Turismo**. Itororó. 2013. Disponível: <<http://www.ferias.tur.br/informacoes/729/itororo-ba.html>> Acesso: 29 de jun. 2013.
- FERNANDES, A. F.; PEREIRA, J.; GERMANI, R.; OIANO-NETO, J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum Lineu*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 56-65, 2008.
- FERNANDEZ-PANCHON, M. S.; VILLANO, D.; TRANCOSO, A. M. GARCIA-PARRILLA. Antioxidant activity of phenolic compounds: from *in vitro* results to in vivo evidence. **Critical reviews in Food Science and Nutrition**, v. 8, p. 649-671, 2008.
- FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; LOBO, R. N. B.; VASCONCELOS, V. R. Valor nutritivo das silagens de capim elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1380-1385, 2004.
- FERREIRA, A. L. A; MATSUBARA, L. S. Radicais Livres: conceitos, doenças relacionados, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 43, p. 61-68, 1997.
- FILHO, J. C. S.; ARMELIN, M. J. A.; SILVA, A. G. determinação da composição mineral de subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação animal, pela técnica de ativação neutrônica. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v. 34, p. 235-241, 1999.
- FONTANA, J. D.; MENDES, S. V.; PERSIKE, D. S.; PERACETTA, L. F.; PASSOS, M. Carotenóides. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, v. 2, p. 40-45, 2000.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS AND WORLD HEALTH ORGANIZATION. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp; a training manual.1: **The essential nutrients**. 1987. 126p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB470E/AB470E00.htm>> Acessado em: 20 nov. 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS AND WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Carbohydrates in human nutrition**. Food and nutrition. Rome: FAO, 1998. 140p. (Report, 66). Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/w8079e/w8079e00.htm>>. Acessado: 14 de out. 2013.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Center for Food Safety & Applied Nutrition. **A good labelling guide**: appendix C Health Claims. 1998. Disponível: <<http://www.vf.cfsan.fda.gov>>. Acessado em: 7 de mar. 2013.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FDA. Beverages. Bottled water. U.S. Code of Federal Regulations 21 CFR 165.110. 2005. Disponível: <[www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm](http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm)> Acessado em: 15 de out. 2013.

FRAIFE FILHO, G. A.; LEITE, J. B. V.; RAMOS, J. V. **Cajá**. 2013. Disponível: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/caja.htm>> Acesso: 10 de mai. 2013.

FRANKEL, E. N. In search of better methods to evaluate natural antioxidants and oxidative stability in food lipids. **Food Science and Technology**, v. 4, p. 220-225, 1993.

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. 1925-1941, 2000.

FREITAS, C. A. S.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, p. 395-400, 2006.

GARDNER, P. T.; WHITE, T.; MCPHAIL, D.; DUTHIE, G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruits juices. **Food Chemistry**, v. 68, p. 471-474, 2000.

GAZETA. **Anuário Brasileiro de Fruticultura**. Editora Gazeta. São Paulo, 2007. 44p. Disponível em: <<http://www.anuarios.com.br>> Acessado em: 05 de out. 2012.

GHISELLI, A.; NATELLA, F.; GUIDI, A.; MONTANARI, L.; FANTOZZI, P.; SCACCINI, C. "Beer Increases plasma antioxidant capacity in humans". **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 11, p. 76-80, 2000.

GIADA, M. L. R.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante in vitro de compostos fenólicos de alimentos. **Nutrire**, v. 28, p. 91-107, 2004.

GILLMAN, M. W.; CUPPLES, L. A.; GAGNON, D. Protective effect of fruits and vegetables on development of stroke in men. **The Journal of the American Medical Association**, v. 273, p. 1113-1117, 1995.

GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 53, p. 1-7, 2003.

GLOSSARY AC. **Cielab, Lab, \*L \*a \*b**. 2013. Disponível: <<http://migre.me/eOBrp>> Acesso: 31 de mai. 13.

GOCK, M. A.; HOCKING, A. D.; PITT, J. I.; POULOS, P. G. Influence of temperature, water activity and pH growth of some xerophilic fungi. **International Journal of Food Microbiology**, v. 81, p. 11-19, 2003.

GOLDBERG, I. **Functional foods - designer foods, pharmafoods, nutraceuticals**. Chapman & Hall, Inc., New York: 1994, 571p.

GOMES, R. P. II Fruticultura especial. In: GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. São Paulo: Nobel, p.72-75, 1976.

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

GUTTERIDGE J.M.C.; HALLIWELL B.; **Antioxidants in nutrition, health and disease**. New York: Oxford University, 1994.

HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. Choosing appropriate methods and standards for assaying tannin. **Journal of Chemical Ecology**, v. 15, p.1795-1810, 1989.

HAGERMAN, A .E. **Tannin Chemistry**. Tannin Handbook. Miami University, Oxford, 2002.

HALLIWELL, B.; Antioxidants and human disease: a general introduction. **Nutrition Reviews**, v. 55, p. 44-52, 1997.

HALLIWELL, B.; Free radicals and antioxidants: a personal view. **Nutrition Reviews**, v. 52, p.253-265, 1994.

HALLIWELL, B.; CROSS, C. E.; GUTTERIDGE, J. M. C. Free radicals, antioxidants and human disease: where are we now? **Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, v. 119, p. 598-620, 1992.

HALLIWELL, B., GUTTERIDGE, J. M. C. In: **Reactive species can be poisonous, in Free Radicals in Biology and Medicine**. 4th ed.. Oxford University Press; New York: 2007. p. 440-487.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. The chemistry of free radicals and, related 'reactive species'. In: **Free radicals in biology and medicine**. 3. ed. Oxford: Clarenton Press; p. 36-104, 1999.

HAMID, A. A.; AIYELAAGBE, O. O.; USMAN, L. A.; AMEEN, O. M.; LAWAL, A. Antioxidants: its medicinal and pharmacological applications. **African Journal of Pure and Applied Chemistry**, v. 4, p. 142–151, 2010.

HARBORNE, J. B. **Phytochemical Methods**. London: Chapman and Hall, 1973. 278p.

HARBORNE, J. B. **Flavonoids: advances in research since 1986**. London: Chapman and Hall, 1994.

HARRISON, E. H. Mechanisms involved in the intestinal absorption of Dietary vitamin A and provitamin A carotenoids. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1821, p. 70-77, 2012.

HE, F.; NOWSON, C.; LUCAS, M.; MACGREGOR, G. Increased consumption of fruit and vegetables is related to a reduced risk of coronary heart disease: Metaanalysis of cohort studies. **Journal of Human Hypertension**, v. 21, p. 717–728, 2007.

HELDT, H.; HENNINGSSON, S.; HYDE, K.; SMITH, A.; CAMPBELL, M. The value of resource efficiency in the food and drink industry: a waste minimisation project in East Anglia, UK', **Journal of Cleaner Production**, v. 12, p. 505-512, 1997.

HERRERA, I.; TOVAR, J. **Fibra dietética y seus beneficios**. Contenido de fibra en raciones de alimentos. Caracas: Instituto Nacional de Nutrición, 2000.

HOCMAN, G.; Chemoprevention of cancer: phenolic antioxidants (BHT, BHA). **International Journal Biochemistry**, v. 20, p. 639-651, 1988.

HOULIHAN, C. M.; HO, C.; CHANG, S. S. The structure of rosmariquinone - a new antioxidant isolated from *Rosmarinus officinalis* L. **Journal of the American Oil Chemistry's Society**, v. 62, p. 96-98, 1985.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 1841-1856, 2005.

HUNTERLAB - Measure Color. Measure Quality. CIEL L\* a\* b\* Color Scale. **Insight on Color**, v. 8, n. 7. Reston-Virginia: USA. 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. 4 ed. v. 4. São Paulo: IAL, 2008, 1020p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Culturas temporárias e permanentes 2011. **Produção Agrícola Municipal**, Rio de Janeiro, v. 38, p.1-97, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/index.php>> Acesso: 01 de jul. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 de fev.2013.

JARDINI, F. A.; MANCINI FILHO, 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.

JAYAPRAKASHA, G. K.; SINGH, R. P.; SAKARIAH, K. K. Antioxidant activity of grape seed (*Vitis vinifera*) extracts on peroxidation models *in vitro*. **Food Chemistry**, v. 73, p. 285-290, 2001.

JERONIMO, C. E. M.; CEZAR, G. M.; OLIVEIRA, G. V.; SANTIAGO JUNIOR, A. F.; MELO, H. N. S. **Caracterização dos resíduos das indústrias Potiguaras de beneficiamento de polpa de frutas**. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. VI SIBESA. Vitória, ES – Brasil. 2002.

JERONIMO, C. E. M.; CEZAR, G. M.; OLIVEIRA, G. V.; SANTIAGO JUNIOR, A. F.; MELO, H. N. S. **SOFTWARE DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE FRUTAS**. 2002. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/viii-027.pdf>> Acessado: 11 out. 2011.

JIMENEZ-GARCIA, S. N.; GUEVARA-GONZALEZ, R. G.; MIRANDA-LOPEZ, R.; FERREGRINO-PEREZ, A. A.; TORRES-PACHECO, I.; VAZQUEZ-CRUZ, M. A. Functional properties and quality characteristics of bioactive compounds in berries: Biochemistry, biotechnology, and genomics. **Food Research International**, v. 54, p. 1195-1207, 2012.

KAHKONEN, M.P.; HOPIA, A.I.; HEINONEN, M. Berry phenolics and their antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 4076–4082, 2001.

KANNER, J.; GERMAN, J.B.; KINSELLA, J.E. Initiation of lipid peroxidation in biological systems. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 25, p. 317-364, 1987.

KARAKAYA, S. Bioavailability of phenolic compounds. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 44, p. 453-464, 2004.

KATSUYAMA, A. M.; OLSON N. A.; QUIRK, R. L.; MARCER, W. A. **Solid waste management in the food processing industry**. National Cannery Association: California – EUA, 1973. 317p.

KEPLER, R.; FAIR, T. Estudo da competitividade da indústria de polpa de frutas baiana. Administração. **Revista Estudantil de Produção Acadêmica - SEPA**. v. 11, p. 1-13, 2007.

KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R.; ARAÚJO, A. C.; MAYORGA, R. D. Estudo de Mercado de Polpas de Frutas Produzidas na Região Sudeste do Estado da Bahia. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 34, p. 308-327, 2003.

KIM, D. O.; LEE, K. W.; LEE, H. J.; LEE, C. Y. Vitamina C equivalente antioxidant capacity (VCEAC) of phenolics phytochemicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 3713-3717, 2002.

KIM, Y.; GIRAUD, D. W.; DRISKELL, J. A. Tocopherol and carotenoid contents of selected Korean fruits and vegetables. **Journal of Food Composition and Analysis**, Netherlands, v. 20, p. 458-465, 2007.

KIM, A. Y.; TARAHOVSKY, Y. S.; YAGOLNIK, E. A.; KUZNETSOVA, S. M.; MUZAFAROV, E. N. Lipophilicity of flavonoid complexes with iron(II) and their interaction with liposomes. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 431, p. 680–685, 2013.

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

KIOKIAS, S.; VARZAKAS, T.; OREOPOULOU, V. *In vitro* activity of vitamins, flavonoids and natural phenolic antioxidants against the oxidative deterioration of oil-based systems. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, p. 78-93, 2008.

KLEIN, C & HURLBUT, C.S. **Manual of Mineralogy**. New York, John Wiley & Sons, 21st edition, 1999, 596p.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 1008-1014, 2005.

KRAUSE, M. V.; MAHAN, L. K. **Estado nutricional do indivíduo**. In: KRAUSE, M.V, MAHAN, L. K. Alimentos, nutrição e dietoterapia. 7. ed. São Paulo : Roca. 1991. 194p.

KRAUSE, M. V.; MAHAN, L. K, Alimentos, nutrição e dietoterapia. 11. ed. São Paulo: roca. 2005. 981p.

KRIS-ETHERTON, P. M; HECKER, Kari D; BONANOME, Andrea ; COVAL, Stacie M; BINKOSKI, Amy E; HILPERT, Kirsten F; GRIEL, Amy E; ETHERTON, Terry D. Bioactive Compounds in Foods: Their Role in the Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer. The **American Journal of Medicine**, v. 113, p. 71–88, 2002.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicacion de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidant en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 726-732, 2005.

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

KYNGMI, M. S.; EBELER, E. Flavonoid effects on DNA oxidation at low concentrations relevant to physiological levels. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 96-104, 2008.

LAFKA, T.; SINANOGLU, V.; LAZOS, E. S. On the extraction and antioxidant activity of phenolics compounds from winery wastes. **Food Chemistry**, v. 104, p. 1206-1214, 2007.

LAGO-VANZELA, E. S.; RAMIN, P.; UMSZA-GUEZ, M. A.; SANTOS, G. V.; GOMES, E.; SILVA, R. Caracterização química e sensorial de geléia da casca e polpa de cajá-manga (*Spondias cytherea* Sonn.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p. 398-405, 2011.

LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud, obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos**. São Paulo: Varela, 2001.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Carboidratos en alimentos regionales iberoamericanos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006.

LAMEU, E. **CLÍNICA NUTRICIONAL**. Revinter: Rio de Janeiro, 2005. 1071p.

LANGSETH, L. **Oxidant, antioxidants and disease prevention**. Ed. International Life Sciences Institute Europe. Belgium, 1995. 32p.

LAPORNIK, B.; PROSEK, M.; WONDRA, A. G.; Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. **Journal of Food Engineering**, v. 71, p.214–222, 2005.

LAROZE, L. ZÚNIGA, M. E.; SOTO, C. Raspberry phenolic antioxidants extraction. **Journal of Biotechnology**, v. 136, p. 717–742, 2008.

LARRAURI, J. A. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by products. **Trends Food Science Techonology**, v. 10, p. 3-8, 1999.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (a) the upgrading concept; (b) practical implementations. **Bioresource Technology**, v. 87, p. 167-198, 2003.

LAWOKO, M. **Lignin Polysaccharide Networks in Softwood and Chemical Pulps: Characterisation, Structure and Reactivity**. Tese [Doutorado] - KTH Chemical Science and Engineering, Royal Institute of Technology, Department of Fibre and Polymer Technology, Division of Wood Chemistry. Stockholm - Suécia, 2005. 64p.

LEE, K. G.; MITCHELL, A. E.; SHIBAMOTO, T.; Determination of antioxidant properties of aroma extracts from various beans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 4817-4820, 2000.

LEITE, A. V.; MALTA, L. G.; RICCIO, M. F.; EBERLIN, M. N.; PASTORE, G. M.; MAROSTICA, M. R. Antioxidant potential of rat plasma by administration of freeze-dried jaboricaba peel (*Myrciaria jaboricaba* VellBerg). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 2277–2283, 2011.

LEMOS, D. M.; OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. S.; SOUSA, E. P.; MATIAS, M. L. Composição físico-química de resíduos de abacaxi *in natura* e desidratado. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 4, p.53-56, 2010.

LEON, J.; SHAW, P. E. *Spondias*: the red mombian and related fruits in: NAGY, S.; SHAW, P. E.; WARDONSKI, F. W. (Ed.). **Fruits of tropical and subtropical orígem: composicion, properties and uses**. Lake Alfred: FSS, 1990. p. 117-128.

LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruit in Singapore markets. **Food Chemistry**, v. 76, p. 69-75, 2002.

LESLIE, K.; BLAY, R.; HAISCH, C.; LODGE, A.; WELLER, S. Clinical and experimental aspects of viral myocarditis. **Clinical Microbiology Review**, v. 2, p.191-203, 1989.

LI, H.B.; CHENG, K.W.; WONG, C.C.; FAN, K.W.; CHEN, F.; JIANG, Y. Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. **Food Chemistry**, v. 102, p. 771–776, 2007.

LI, H.B.; WONG, C.C.; CHENG, K.W.; CHEN, F. Antioxidant properties in vitro and total phenolic contents in methanol extracts from medicinal plants. **LWT- Food Science and Technology Journal**, v.41, p. 385–390, 2008.

LIMA, A.; SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L.; SILVA, M. J. M.; ANDRADE, T. J. A. S. Caracterização química e nutricional, e capacidade antioxidante in vitro de resíduo de polpa de abacaxi (*Ananas comosus* L). **Nutrire**, v. 34, p.131-131, 2009.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, D. E. S. Fenólicos e carotenoides totais em pitanga. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 447-450, 2002.

LIU, R. H. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention:mechanism of action. **The Journal of Nutrition**, v. 134, p. 3479-3485, 2004.

LIU, K.; LIN, X.; YUE, J.; LI, X.; FANG, X.; LIN, J.; QU, Y.; XIAO, L. High concentration ethanol production from corncob residues by fed-batch strategy. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 4952-4958, 2010.

LOCATELLI, A. F.; SANCHEZ, R. S. S.; DE ALMEIDA, F. Q. A. Redução, reutilização e reciclagem de resíduos em unidade de alimentação e nutrição. **Revista Simbio-Logias**, v. 1, p. 1-9, 2008.

LOUSADA JUNIOR, J. E.; NEIVA, J. N. N.; RODRIGUEZ, N. M.; PIMENTEL, J. C. M. P.; LÔBO, R. N. B. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p.659-669, 2005.

LUCZAJ, W.; SKRZYDLEWSKA, E. Antioxidative properties of black tea. **Preventive Medicine**, v. 40, p. 910-918, 2005.

LU, Y.; FOO, L. Y. The polyphenol constituents of grape pomace. **Food Chemistry**, v. 65, p. 1-8, 1999.

LU, Y.; FOO, L. Y. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. **Food Chemistry**, v. 68, p. 81-85, 2000.

- LUXIMO-RAMMA, A.; BAHORUN, T.; CROZIER, A. Antioxidant actions and phenolic and vitamin C contents of common Mauritian exotic fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 496-502, 2003.
- MANACH, C.; WILLIAMSON, G.; MORAND, C.; SCALBERT, A.; RÉMÉSY, C.; Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, p. 230-242, 2005.
- MANCINI FILHO, J.; VAN-KOIJ, A.; MANCINI, D. A. P.; COZZOLINO, F. F.; TORRES, R. P. Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomun zeylanicum*, Breyne) extracts. **Bolletino Chimico Farmaceutico**, v. 137, p. 443-447, 1998.
- MANETTI, L. M. Metabólitos secundários da família bromeliaceae. **Química Nova**, v.15, p. 1-13, 2009.
- MANRIQUE, G. D.; LAJOLO, F. M. **Maduración, almacenamiento y procesamiento de frutas y vegetales: modificaciones en los componentes de la fibra soluble. Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud, obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos.** São Paulo: Varela, 2001. cap. 22, p. 283-296.
- MARINI, Rodrigo. Tecnologia contra desperdício. GCN Comunicação. 2013. Disponível: <<http://www.gcn.net.br/jornal/index.php?codigo=214106>> Acessado: 26 jun. 2013.
- MARCO, G. J. A rapid method for evaluation of antioxidants. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 45, p. 594-598, 1968.
- MARIA, C. A. B. **Bioquímica básica: Introdução a bioquímica dos hormônios, sangue, sistema urinário, processos digestivo e absorptivo e micronutrientes.** Interciência: Rio de Janeiro, 2008.
- MARINOVA, D.; RIBAROVA, F.; ATANASSOVA, M. Total phenolics and total flavonoids in Bulgaria fruits and vegetables. **Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy**, v. 40, p. 255-260, 2005.
- MARQUEZ, L. R. **A fibra terapêutica.** 2.ed. BYK Química São Paulo, 2001. 175p.
- MARTIN, K. R.; APPEL, C. L. Polyphenols as dietary supplements: A double-edgeds word. **Nutrition and Dietary Supplements**, v. 2, p. 1-12, 2010.
- MARTÍNEZ-FLÓREZ, S.; GONZÁLEZ-GALLEGO, C. M.J.; TUÑÓN, M. A. J. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. **Nutrición Hospitalaria**, v. 17, p.271-278, 2002.
- MARTINS, C. **Fibras e fatos: como as fibras podem ajudar na sua saúde.** Curitiba: Nutroclínica,. p. 2-4, 1997.
- MARTINS, C. R.; FARIAS, R. M. Produção de alimentos X desperdícios: tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola - Revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v. 9, p. 83-93, 2002.

MARTINS, P. E. S.; PUPO, M. M. S.; SANTOS, E. J.; SANTOS, N. L.; SILVA, E. R. Projeto de viabilidade para implantação de agroindústria de beneficiamento de mandioca para produção de farinha enriquecida com resíduo de polpa de fruta. **Enciclopédia biosfera, centro científico conhecer**, v. 6, p. 1-19, 2010.

MATIETTO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 13, p. 156-164, 2010.

MATISSEK, R.; SCHNEPEL, F. M.; STEINER, G. **Analisis de los alimentos: fundamentos, métodos, aplicaciones**. Zaragoza: Acribia, 1998. 416p.

MATOS, A. T. **Curso sobre tratamento de resíduos agroindustriais**. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Maio de 2005.

MAZZA, G. **Functional foods - biochemical and processing aspects**. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, 1998, 460p.

MEDINA, J. C. **A cultura do abacaxi**. In: MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; MARTIN, Z. J.; SOUZA JÚNIOR, A. J.; LARA, J. C. C.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V. A.; MARQUES, J. F. *Frutas tropicais 2*. São Paulo: Canton, 1987. p. 06-68.

MELLO, J. P. C.; SANTOS, S. C. **Em Farmacognosia: da planta ao medicamento**; 3<sup>a</sup> ed., Schenckel, E. P., orgs.; Ed. UFSC: Porto Alegre; 2001.

MELO, B. Qualidade é o futuro: produtores e varejo apontam para vender melhor as frutas, que continua, tendo perdas na cadeia. **Revista Frutas e Derivados**, Ano 1. ed. 02, p. 18-24, 2006. Disponível em: <  
[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Politica\\_Agricola/revista\\_politica\\_agricola/RPA\\_03\\_2013.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Politica_Agricola/revista_politica_agricola/RPA_03_2013.pdf)>. Acessado em: 06 de dez. 2013.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 36, p. 1-11, 2002.

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

MELO, P. S.; BERGAMASCHII, K. B.; TIVERON, A. P.; MASSARIOLI, A. P.; OLDONI, T. L. C.; ZANUS, M. C.; PEREIRA, G. E.; ALENCAR, S. M. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, v. 41, p.1088-1093, 2011.

MENDES, B. A. B. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha das cascas de abacaxi e de manga**. Dissertação [Mestrado]. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Itapetinga-Bahia. 2013.

- MENOTTI, A; KROMHOUT, D; BLACKBURN, H; FIDANZA, F; BUZINA, R; NISSINEN, A. Food intake patterns and 25-year mortality from coronary heart disease: cross-cultural correlations in the Seven Countries Study. The Seven Countries Study Research Group. **Europe Journal Epidemiology**, v. 15, p. 507–515, 1999.
- MESSIAS, K. L. S. Os Antioxidantes. Dossiê Antioxidantes. **Foods Ingredients Brasil**, v. 6, p. 16-31, 2009.
- MILLER, G. L. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31 p. 426–428, 1959.
- MINUSSI, R. C.; ROSSI, M.; BOLOGNA, L.; CORDI, L.; ROTILIO, D.; PASTORE, G. M.; DURÁN, N. Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. **Food Chemistry**, v. 82, p. 409-416, 2003.
- MOHAMED, S. Factors affecting extrusion characteristics of expanded starch-based products. *Journal of Food Processing Preservation*, v. 14, p. 437-452, 1990.
- MOLLER, P.; LOFT, S. Interventions with antioxidants and nutrients in relation to oxidative DNA damage and repair. **Mutation Research: fundamental and molecular mechanisms of mutagenesis**, v. 551, p. 79-89, 2004.
- MONTANARI, C. A.; BOLZANI, V. da S. Planejamento racional de fármacos baseado em produtos naturais, **Química Nova**, v. 24, p. 105–111, 2001.
- MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAUJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. TANINOS: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, p. 892-896, 2005.
- MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, p. 109-122, 2006.
- MORORÓ, R. C. **Indústria de polpa de frutas. Um bom negócio para o agricultor**. 1993. Disponível no site: <<http://www.cpt.com.br/materia/254/industria-de-polpa-de-frutas>>Acessado em: 04 abr. 2013.
- MORTENSEN, A.; SKIBSTED, L. H.; TRUSCOTT, T. G. The interaction of dietary carotenoids with radical species. **Archives Biochemistry and Biophysics**, v. 385, p. 13-19, 2001.
- MOURE, A.; CRUZ, J. M.; FRANCO, D.; DOMINGUEZ, J. M.; SINEIRO, J.; DOMINGUEZ, H.; NUNEZ, M. J.; PARAJO, J. C. Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**, v. 72, p. 145-171, 2001.
- MURGA, R.; SANZ, M.T.; BELTRÁN, S.; CABEZAS, J.L. Solubility of some phenolic compounds contained in grape seeds, in supercritical carbon dioxide. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 23, p. 113-121, 2002.

MURTHY, K. N. C.; KIM, J.; VIKRAM, A.; PATIL, B. S. Differential inhibition of human colon cancer cells by structurally similar flavonoids of citrus. **Food Chemistry**, v. 132, p. 27–34, 2012.

NACZK, M.; SHAHIDI, F.; Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, v. 1054, p. 95–111, 2004.

NAMIKI, M. Antioxidants /antimutagens in food. **Journal of Nutrition**, v. 29, p. 273-300, 1990.

NASUTI, S.; SARIRI, R.; AGHAMAALI, M. R.; GHAFOORI, H.; SHAHMOHAMADI, R. In vitro antioxidant activity of extracts from wastes of five Iranian citrus species. **Pharmacologyonline**, v. 3, p.853-859, 2011.

NEUMANN, A. I. C. P.; ABREU, E. S.; TORRES, E. A. F. S. Alimentos Saudáveis, Alimentos Funcionais, Fármaco Alimentos, Nutracêuticos. Você Já Ouviu Falar? **Revista Higiene Alimentar**, v. 14, p.19-23, 2000.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O retrato da citricultura brasileira**. Markestrat. FEA/USP ed. Ribeirão Preto - SP, 2011. 136P. Disponível em:  
<[http://www.citrusbr.com.br/download/biblioteca/o\\_retrato\\_da\\_citricultura\\_brasileira\\_baixa.pdf](http://www.citrusbr.com.br/download/biblioteca/o_retrato_da_citricultura_brasileira_baixa.pdf)>. Acessado: 23 de out. 2013.

NEUKAM, K.; STAHL, W.; TRONNIER, H.; SIES, H.; HEINRICH, U. Consumption of flavanol-rich cocoa acutely increases microcirculation in human skin. **European Journal of Nutrition**, v. 46, p. 53-56, 2007.

NGUYENLE, T.; WANG, E.; CHEUNG, A. An investigation on the extraction and concentration of isoflavones in soy-based products. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 14, p. 221-232, 1995.

NIMPTSCH, K. ; ROHRMANN, S.; LINSEISEN, J. Dietary intake of vitamin K and risk of prostate cancer in the Heidelberg cohort of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC-Heidelberg). **American Society for Clinical Nutrition**, v. 87, p.985-992, 2008.

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

**Official methods of analysis of the AOAC International** - AOAC International Fruits and Fruit Products. Gaithersburg: Published by AOAC International. Chapter 37, 2010.

**Official methods of analysis of the AOAC International**. Total, Soluble and Insoluble Dietary Fiber in foods - AOAC International. Method 991.43. Gaithersburg: Published by AOAC International, 1990.

OGA, S.; CAMARGO, M. M. A.; BATISTUZZO, J. A. O. **Fundamentos de toxicologia**. ed 3. Atheneu: São Paulo, 2008. 677p.

OKONOJI, A.; DUANGRAT, C.; ANUCHPREEDA, S.; TACHAKITTIRUNGROD, S.; Chowwanapoonpohn, S. Comparison of antioxidant capacities and cytotoxicities of certain fruit peels. **The Journal of Food Chemistry**, v. 103, p. 839–846, 2007.

OLIVIER, J.; PALOU, A. Chromatographic determination of carotenoids in foods. **Journal of Chromatography A**, v. 881, p. 543-555, 2000.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F. Fontes vegetais naturais de Antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, p. 689-702, 2009.

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, M. E. B.; BASTOS, M. S. R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. A. C.; SILVA, M. G. G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, p. 28-31, 1999.

OLIVEIRA, D. S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S. M. R.; PROENÇA, R. P. C.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum**, v. 33, p. 89-98, 2011.

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

OTHMAN O.C. Physicochemical characteristics and levels of inorganic elements in off-vine ripened pineapple (*Ananas comosus L.*) fruits of Dares Salaam, Tanzania. **KIST Journal of Science and Technology**, v. 1, p. 23-30, 2011.

OU, B.; HUANG, D.; HAMPSCH-WOODILL, M.; FLANAGAN, J. A.; DEEMER, E. K. Analysis of antioxidant activity of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 3122-3128, 2002.

OYAIZU, M. Studies on products of the browning reaction. Antioxidative activities of browning reaction products prepared from glucosamine. *Eiyogaku Zasshi*, v. 44, p. 307-315, 1986.

PANDEY, K. B.; RIZVI, S. I. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2, p. 270–278, 2009.

PANNALA, A. S.; CHAN, S. T.; O'BRIEN, J. P.; RICE-EVANS, A. C. Flavonoid B-ring chemistry and antioxidant activity: fast reaction kinetics. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 282, p.1161-1168, 2001.

PARK, Y. K.; KOO, M. H.; CARVALHO, P. O. Recentes progressos dos alimentos funcionais. **Boletim da SBCTA**, v. 31, p. 200-206, 1997.

PANTELIDIS, G. E.; VASILAKAKIS, M.; MANGANARIS, G. A.; DIAMANTIDIS, G. R. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. **Food Chemistry**, v. 102, p. 777-783, 2007.

PATTHAMAKANOKPORN, O.; PWRASTIEN, P.; NITITHAMYONG, A.; SIRICHAKWAL, P. P. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, p. 241-248, 2008.

PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. O. Utilização de Resíduos Agro-Industriais em Processo Biotecnológicos como Perspectiva de Redução do Impacto Ambiental. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 2, p. 118-127, 2007.

PENNA, E. W.; TUDESCA, M. V. Desarrollo de alimentos. In: LAJOLO, F. M. In: LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud, obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos**, cap.17, p.245-265, 2001.

PEREZ-JIMENEZ, J.; ARRANZ, S.; TABERNERO, M.; DIAZ-RUBIO, M.E.; SERRANO, J.; GONI, I.; SAURA-CALIXTO, F. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant, food, oils and beverages: extraction, measurement and expression of results. **Food Research International**, v. 41, p.274-285, 2008.

PESCHEL, W.; SANCHEZ-RABANEDA, F.; DIEKMANN, W.; PLESCHER, A.; GARTZIA, I.; JIMENEZ, D.; LAMUELA-RAVENTOS, R.; BUXADERAS, S.; CODINA, C. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. **Food Chemistry**, v. 97, p.137-150, 2006.

PFANDER, H. **Key to Carotenoids**. 2nd ed. Editora Basel, Birkhauser – Suíça, 1987.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. Barueri – Sp, Ed. Manole, 2008.

PIENIZ, S.; COLPO, E.; OLIVEIRA, V. R.; ESTEFANEL, V.; ANDREAZA, R. Avaliação *in vitro* do potencial antioxidante de frutas e hortaliças. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 552-559, 2009.

PIETTA, P. G. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**, v. 63, p. 1035-1042, 2000.

PIETTA, P.; SIMONETTI, P.; MAURI, P.; Antioxidant activity of selected medicinal plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 4487–4490, 2000.

PIMENTEL, B. M. V.; FRANCKI, M.; GOLLÜCKE, B. P. **Alimentos funcionais: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Editora Varela, 2005. 95p.

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

PODSEDEK, A. Natural antioxidants capacity of brassica vegetables: a review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 40, p. 1-11, 2007.

POLLASTRI, S.; TATTINI, M. Flavonols: old compound for old roles, **Annals of Botany**, v. 108, p. 1225–1233, 2011.

POMPEU, R. C. F. F.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; FILHO, G. S. O.; AQUINO, D. C.; LÔBO, R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de subprodutos do processamento de frutas tropicais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, p. 77-83, 2006.

PORTER, L. H.; HRSTICH, L.N.; CHAN, B. C. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to groups in foods. **Journal of Food Science**, v. 56, p.128-132, 1991.

POULSEN, H. E.; PRIEME, H.; LOFT, S. Role of oxidative DNA damage in cancer initiation and promotion. **European Journal of Cancer Prevention**, v. 7, p. 9-16, 1998.

PRIOR, R. L.; CAO, G. *In vivo* total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 27, p. 1173-1181, 1999.

PROSKY, L.; ASP, N. G.; SCHWEIZER, T. F.; DEVRIES, J. W.; FURDA, I. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods products: interlaboratory study. **Journal Association of Analysis Chemistry**, v. 71, p. 1017-1023, 1988.

PROSKY, L. What is dietary fiber? **Journal of AOAC International**, v. 83, p. 985-987, 2000.

QUEIROZ, C. R. A. dos A., MORAIS, S. A. L. de., NASCIMENTO, E. A. Caracterização dos Taninos da Aroeira-Preta (*Myracrodruon urundeuva*). **Revista Árvore**, v. 26, p.485-492, 2002.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos, **Química Nova**, v. 29, p.755-760, 2006.

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

- RATLEDGE, C.; EVANS, C. T. **Lipids and their metabolism**. In: Rose, A. H.; Harrison, J. S. *The yeasts: Metabolism and Physiology of yeasts*, v. 3, 2nd ed. Academic Press: Oxford - Inglaterra, 1989.
- REDDY, N. R.; PIERSON, M. D.; SATHE, S. K.; SALUNKHE, D. K. **Phytates in Cereals and Legums**. Boca Raton, Florida – USA, 1989. 152p.
- REIS, J.; PAIVA, P. C. A.; TIESENHAUSEN, I. M. E. V. V.; REZENDE, C. A. Composição química, consumo voluntário e digestibilidade de silagens de resíduos do fruto de maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa*) e de capimelefante (*Pennisetum purpureum Schum*) cv. Cameroon e suas combinações. **Ciência e Agroecologia**, v. 24, p. 213-224, 2000.
- RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. Structure Antioxidant Activity Relationships of Flavonoids and Phenolic Acids Free Radic. **Biology and Medicine Journal**, v. 20, p. 933-956, 1997.
- RIVERO, F.; FALLARERO, A.; CASTAÑEDA, O.; DAJAS, F.; MANTA, E.; ARECES, F.; MANCINI FILHO, J.; VIDAL, A. Antioxidant activity in vivo and in vitro of *Halimeda incrassata* aqueous extracts. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 256-263, 2003.
- RODRIGUES, M. B. S.; MEGÍAS, S. M.; BAENA, B. M. Alimentos funcionales y nutrición óptima. **Revista da Espanha de Salud Pública**, v. 77, p. 317-331, 2003.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoides y Preparación de Alimentos: La Retención de los Carotenoides Provitamina A em Alimentos Preparados, Procesados y almacenados**. Tradução: Saturnino de Pablo, Universidade Estadual de Campinas: Campinas – São Paulo, 1999.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Latin american food sources of carotenoids. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 49, p. 74-84, 1999.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. Carotenóides e valor nutritivo de Vitamina A em cajá (*Spondias lutea* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 9, p. 148-162, 1989.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. MMA/SBF: Brasília - DF, 2008. 100p.
- RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996–1002, 2010.
- RUXTON, C.; GARDNER, E.; WALKER, D. Can pure fruit and vegetable juices protect against cancer and cardiovascular disease too? A review of the evidence. **International Journal of Food Science and Nutrition**, v. 57, p. 249–272, 2006.

SÁ, R. F. **Biotecnologia de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e dispersão de machos estéreis de *Ceratitis capitata* (Wied.) em pomares comerciais de manga (*Mangifera indica* L.) na região sudoeste da Bahia.** UESB: Vitória da Conquista – Ba., 2006. 131p.

SACRAMENTO, C. K.; SOUZA, F. X. **Cajá (*Spondias mombin* L.).** Série Frutas Nativas, ed. 4, 42p. Jabuticabal – Funep, 2000.

SAFER, A.M.; AL-NUGHAMISH, A.J. Hepatotoxicity induced by the anti-oxidant food additive butylated hydroxytoluene (BHT) in rats: An electron microscopical study. **Histology and Histopathology**, v. 14, p. 391–406, 1999.

SALINAS R. D. **Alimentos e Nutrição: Introdução à bromatologia.** 3ª ed. Artmed: São Paulo – SP, 2002. 81p.

SAMMAN, S.; LYONS, P. M.; COOK, N. C. Flavonoids and coronary heart disease: Dietary perspectives. In: EVANS, C. A. R.; PACKER, L. **Flavonoids in Health and Disease.** New York: Marcel Dekker, p. 469-482, 1998.

SANTOS, G. M.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M.C.; FIGUEIREDO, R. W.; PRADO, G. M. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 58, p. 187-192, 2008.

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.

SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*spondias tuberosa* x *s. mombin*) provenientes do recôncavo sul da bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 1089-1097, 2010.

SAURA-CALIXTO, F. Evolución del concepto de fibra. In: LAJOLO, F. M. In: LAJOLO, F. N. M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud, obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos.** São Paulo: Varela, 2001.

SAURA-CALIXTO, F.; GOÑI, I. Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet, **Food Chemistry**, v. 94, p. 442–447, 2006.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G.; Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. **Journal of Nutrition**, v.130, p. 2073-2085, 2000.

SCALBERT, A.; JOHNSON, I. T.; SALTMARSH, M. Polyphenols: Antioxidants and beyond. **The American Journal Clinical Nutrition**, v. 81, p. 215–217, 2005.

SCHAFER, F. Q.; WANG, H. P.; KELLEY, E. E.; CUENO, K. L.; MARTIN, S. M.; BUETTNER, G. R. Free Radical an *et al.* Comparing  $\beta$ -carotene, vitamin E and nitric

oxide as membrane antioxidants. **Journal of Biological Chemistry**, v. 277, p. 671-681, 2002.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F.C.; CARLE, R. Byproducts of plant food processing as a source of functional compounds: recent developments. **Trends Food Science Technology**, v. 12, p. 401- 413, 2001.

SCHWEIZER, T. F.; EDWARDS, C. A. **Dietary fibre - A Component of Food: Nutritional function in health and disease**. Springer Verlag, London, N. Y., 1992, 354p.

SENA, R. F.; NUNES, M. L. Utilização de resíduos agroindustriais no processamento de rações para carcinicultura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.7, p.94-102, 2006.

SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Revisão: alimentos funcionais fisiológicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 2, p.7-19, 1999.

SHAHIDI, F.; WANASUNDARA, P. K. J. P. D. Phenolic antioxidants. **CRC-Critical Review in Food Science and Nutrition**, v. 32, p.67-103, 1992.

SHILS, M. E.; SHIKE, M.; ROSS, A. C.; CABALLERO, B.; COUSINS, R. J. **NUTRIÇÃO MODERNA NA SAÚDE E NA DOENÇA**. ed 10. Manole: São Paulo, 2009. 2222p.

SHUI, G.; LEONG, L. P. Residue from star fruit as valuable source for functional food ingredients and antioxidant nutraceuticals. **Food Chemistry**, v. 97, p. 277-284, 2006.

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, A. S. **Avaliação da secagem do bagaço de cajá usando planejamento fatorial composto central**. [Dissertação] Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2008. 83p. Disponível: <[http://bdt.d.bczm.ufrn.br/tde\\_arquivos/12/TDE-2008-10-01T064508Z-1447/Publico/AndreiaSS.pdf](http://bdt.d.bczm.ufrn.br/tde_arquivos/12/TDE-2008-10-01T064508Z-1447/Publico/AndreiaSS.pdf)>. Acessado em: 05 fev. 2013.

SILVA, B. M.; ANDRADE, P. B.; VALENTAO, P.; FERRERES, F.; SEBRA, R. M.; FERREIRA, M. Quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit (pulp, peel, and seed) and jam: Antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 4705-4712, 2004.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v. 22, p. 95-103, 1999.

SILVA, I. F. B.; SOUSA, B. A. A.; BESERRA, A.; SILVA, W. A.; MEDEIROS, G. C. A. **ELABORAÇÃO DE BISCOITOS TIPO COOKIES COM FARINHA DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE POLPA DE ACEROLA**. Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia. UEPb, 2012.

SILVA, J. S. **Estudos do reaproveitamento dos resíduos sólidos industriais na região metropolitana de João Pessoa.** [Dissertação] João Pessoa: universidade Federal da Paraíba. 2004. 133p. Disponível em: <<http://bit.ly/r3FeQy>> Acessado: 13 out. 2012.

SILVA, P. A.; CUNHA, R. L.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Caracterização de farinhas de tapioca produzidas no estado do Pará. **Ciência Rural**, v. 19, p. 8269-8277 2012.

SIMPSON, K. L.; CHICHESTER, C. O.; PHAFF, J. J. **Carotenoid pigments of yeast.** In Rose, A. H.; Harrison, J. S. Ed. *The Yeast*. Academic Press, New York, 1971.

SKIBOLA, C. F.; SMITH, M. T. Potential health impacts of excessive flavonoid intake. **Free Radical Biologic Medical**, v. 29, p. 375-383, 2000.

SOARES, L. M. V.; SHISHIDO, K.; MORAES, A. M. M.; MOREIRA, V. A. Composição mineral de sucos concentrados de frutas brasileiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, p. 202-206, 2004.

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

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

SOONG, Y.; BARLOW, P. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. **Food Chemistry**, v. 88, p. 411-417, 2004.

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.; DA SILVA, M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Revista Ciência agrotécnica**, v. 35, p. 554-559, 2011.

SOUZA, F. X.; ARAUJO, C. A. T. Avaliação dos métodos de propagação de algumas *Spondias agroindustriais*. Fortaleza: **Embrapa-CNPAT**. p. 1-4, 1999.

SOUZA FILHO, M. S. M.; ARAGÃO, A. O.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H.A.C. F. **Aspectos da colheita, pós-colheita e transformação industrial do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.).** Embrapa, 2000. Disponível em <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/aspectoColheita\\_Caju\\_000g7d94xb102wx5ok0wtedtxxfvd00.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/aspectoColheita_Caju_000g7d94xb102wx5ok0wtedtxxfvd00.pdf)>. Acessado em: 11 de dez. 2012.

SPENCER, J. **Quem mexeu no meu queijo?** Trad. Maria Clara de Biase. 1. ed. 4ª tiragem. Rio de Janeiro: Record, 2000.

SPENCER, J. P.; ABD, E.; MOHSEN, M. M.; MINIHANE, A. M.; MATHERS, J. C.; Biomarkers of the intake of dietary polyphenols: Strengths, limitations and application in

nutrition research. **British Journal of Nutrition**, v. 99, p. 12-22, 2008.

STANZIOLA, R. **Colorimetry and the calculation of color difference**. Trad. por: Luiz Fatarelli. São Paulo: Superlab, 1986. 27p, 1979.

SUN, J.; CHU, Y. F.; WU, X. Z.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 7449-7454, 2002.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. Núcleo de Estudos e pesquisas em Alimentação – NEPA. 4. ed. revisão e ampliada. UNICAMP - Campinas: 2011. 161p.

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.

TALCOTT, S. T.; PERCIVAL, S. S.; PITTET-MOORE, J.; CELORIA, C. Phytochemical composition and antioxidant stability of fortified yellow passion fruit (*passiflora edulis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 935-941, 2003.

THÉ, P. M. P.; NUNES, R. P.; SILVA, L. I. M. M.; ARAUJO, B. M. Características físicas, físico-químicas, químicas e atividade enzimática de abacaxi cv. *smooth cayenne* recém colhido. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, p. 273-281, 2010.

THEBAUDIN, J. Y.; LEFEBVRE, A. C.; HARRINGTON, M.; BOURGEOIS, C. M. Dietary fibres: nutritional and technological interest. **Trends in Food Science & Technology**, v. 8, p. 41-48, 1987.

THIAGARAJAN, G.; CHANDANI, S.; SUNDARI, S.; RAO, H.; KULKARNI, A.; BALASUBRAMANIAN, D. An oxidative property of green tea and black tea and their potential ability to retard the progression of eye lens cataract. **Experimental Eye Research**, v. 73, p. 393-401, 2001.

THOMAS, M. J. The role of free radicals and antioxidants. **Nutrition**, v. 16, p.16-18, 2000.

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.

TIMOFIECSYK, F. R. PAWLOWSKY, U. Minimização de Resíduos na Indústria de Alimentos: **Revisão. B. CEPPA**, v. 18, p. 221-236, 2000.

TREVISAN, M. T. S.; SPIEGELHALDER, B.; BARTSCH, H.; OWEN, R.; WURTELE, G.; PFUNDSTEIN, B.; HAUBNER, R. Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food Chemistry Toxicology**, v. 44, p. 188-197, 2006.

TROLLER, J. A.; Trend in research related to the influence of "water activity" on microorganisms in food. **Applied Environment Microbiology**, v. 53, p. 1142-1146, 1987.

TUTTOBENE, R.; AVOLA, G.; GRESTA, F.; ABBATE, V. Industrial orange waste as organic fertilizer in durum wheat. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 29, p. 557-563, 2009.

UCHOA, A. M. A.; DA COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; SILVA, E. M. C.; CARVALHO, A. F. F. U.; MEIRA, T. R. Parâmetros Físico-Químicos, Teor de Fibra Bruta e Alimentar de Pós Alimentícios Obtidos de Resíduos de Frutas Tropicais. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 15, p. 58-65, 2008.

UENOJO, M.; PASTORE, M. G. Pectinases: aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, p. 388-394, 2007.

USDA (National Nutrient Database for Standard). **Release 16**, july 2003. Disponível em: <[http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut\\_search.pl?acerola](http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl?acerola)>. Acessado em: 20 jan. 2013.

USDA. Dietary Reference Intakes (DRIs). Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Elements. 2012. Disponível em: <<http://fnic.nal.usda.gov/dietary-guidance/dietary-reference-intakes/dri-tables>>. Acessado em: 21 de nov. 2013.

U. S. Institute of Medicine - IOM. **Food and Nutrition Board, Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Cromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenium, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc**. Washington, D.C., National Academy Press, 2001, 797p.

VANDENBERG, C.; BRUIN, S. Water activity and its estimation in food systems: theoretical aspects. In L. B. Rockland & G. E. Stewart (Eds.), **Water activity; influence on food quality**. New York: Academic Press, 1981. p. 45.

VASCONCELOS, S. M. L.; SILVA, A. M.; GOULART, M. O. F. Pró-antioxidantes e antioxidantes de baixo peso molecular oriundos da dieta: estrutura e função. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 31, p. 95-118, 2006.

VEDANA, M. I. S.; ZIEMER, C.; MIGUEL, O. G.; PORTELLA, A. C.; CANDIDO, L. M. B. EFEITO DO PROCESSAMENTO NA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE UVA. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 19, p. 159-165, 2008.

VELIOGLU, Y. S.; MAZZA, G.; GAO, L.; OOMAH, B. D. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. **Journal of Agricultural Food & Chemistry**, v. 46, p. 4113-4117, 1998.

VENDEMIALE, G.; GRATAGLIANO, I.; ALTOMARE, E. An update on the role of free radicals and antioxidant defense in human disease. **International Journal of Clinical & Laboratory Resource**, v. 29, p. 49-55, 1999.

VETTER, J. Plant cyanogenic glycosides. **Toxicon**, v. 38, p. 11-36, 2000.

VIEIRA, P. A. F.; QUEIROZ, J. H.; VIEIRA, B. C.; MENDES, F. Q.; BARBOSA, A. A.; MULLER, E. S.; SANT'ANA, R. C. O.; MORAES, G. H. K. Caracterização química do

resíduo do processamento agroindustrial da manga (*Mangifera indica* L.) var. Ubá. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, p. 617-623, 2009.

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

VLADIMIR-KNEZ`EVIC`, S.; BLAZ`EKOVIC`, B.; ŠTEFAN, M. B.; BABAC, M. Plant Polyphenols as Antioxidants Influencing the Human Health. **Phytochemicals as Nutraceuticals – Global Approaches to Their Role in Nutrition and Health**, Dr. Venketeshwer Rao (Ed.), InTech. p. 155-181, 2012. Disponível em: < Available from: <http://www.intechopen.com/books/phytochemicals-as-nutraceuticals-global-approaches-to-their-role-in-nutrition-and-health/plant-polyphenols-as-antioxidants-influencing-the-human-health>> Acessado em: 10 dez. 2013.

WALIA, V.; YANG, T. F.; LIN, S. J.; HONG, W. L.; FU, C. C.; WEN, K. L.; CHEN, C. H. Continuous temporal soil-gas composition variations for earthquake precursory studies along Hsincheng and Hsinhua faults in Taiwan; **Radiation Measurements Journal**, v. 44, p. 934-939, 2009.

WANG, H. J.; MURPHY, P. A. Isoflavone composition of American and Japanese soybeans in Iowa: effects of variety, crop year and location. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, p. 1674-1677, 1994.

WATANABE, M. J. Catechins as antioxidants from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moech). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 839-845, 1998.

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.

WILHELM-FILHO, D.; SILVA, E. L.; BOVERIS, A. **Flavonoides antioxidantes de plantas medicinais e alimentos: importância e perspectivas terapêuticas**. In: Plantas medicinais sob a ótica da química medicinal moderna, YUNES, R. A. (Ed.), Argos, Chapecó, p. 317-334, 2001.

WINKEL-SHIRLEY, B. Biosynthesis of flavonoids and effect of stress. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 5, p. 218–223, 2002.

WOODALL, A. A.; BRITON, G.; JACKSON, M. J. Carotenoids and protection of phospholipids in solution or in liposomes against oxidation by peroxy radicals: relationship between carotenoid structure and protective ability. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects**, v. 1336, p. 575-586, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. **WHO Technical Report Series 916**. WHO: Geneva, Switzerland, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - [WHO]. **Guidelines for drinking water quality. Copenhagen**, 2004. Disponível: <[www.who.int/water-sanitation-health/dca/mercury/en/](http://www.who.int/water-sanitation-health/dca/mercury/en/)>. Acessado em: 15 de out. 2013.

YANG, J.; LIU, R. H.; HALIM, L. Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut. **LWT- Food Science and Technology**, v. 42, p. 1-8, 2009.

YILDIRIM, A.; MAVI, A.; KARA, A. A. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 49, p. 4083-4089, 2001.

YOUNG, A. J.; LOWE, G. M. Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. **Archives Biochemistry and Biophysics**, v. 385, p. 20-27, 2001.

ZHAO, B.; HALL, C. A. Composition and antioxidant activity of raisin extracts obtained from various solvents. **Food Chemistry**, v. 108, p. 511-51, 2008.

ZHENG, W.; WANG, S. Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 5165-5170, 2001.