



UESB - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
ALIMENTOS

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, BIOQUÍMICA E VALOR
CALÓRICO DE RESÍDUOS DESIDRATADOS DA
INDÚSTRIA FRUTÍCOLA DE MARACUJÁ (*Passiflora
edulis f. flavicarpa*) e MANGA (*Mangifera indica* L.)**

JUSSIMARA BARROS DE OLIVEIRA

ITAPETINGA – BA

2013

JUSSIMARA BARROS DE OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, BIOQUÍMICA E VALOR
CALÓRICO DE RESÍDUOS DESIDRATADOS DA
INDÚSTRIA FRUTÍCOLA DE MARACUJÁ (*Passiflora
edulis f. flavicarpa*) e MANGA (*Mangifera indica* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: D.Sc. Marcondes Viana da Silva

ITAPETINGA – BA

2013

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA
DA UESB – CAMPUS JUVINO OLIVEIRA**

664.804 O47c	<p>Oliveira, Jussimara Barros de.</p> <p>Caracterização química, bioquímica e valor calórico de resíduos desidratados da indústria frutícola de Maracujá (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i>) e Manga (<i>Mangifera indica</i> L.) / Jussimara Barros de Oliveira. – Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013.</p> <p>100 fl..</p> <p>Dissertação do Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Alimentos, sob a orientação do Prof. D.Sc. Marcondes Viana da Silva</p> <p>1. Maracujá – Farinha de resíduos – Composição química – Bioquímica – Valor calórico. 2. Manga – Farinha de resíduos – Composição química – Bioquímica – Valor calórico. 3. Manga – Maracujá – Fibras – Suplementação alimentar. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. II. Silva, Marcondes Viana da.</p> <p style="text-align: right;">CDD (21): 664.804</p>
-----------------	--

Catlogação na Fonte:

Cláudia Aparecida de Souza – CRB 1014-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por assunto:

1. Maracujá – Farinha de resíduos – Composição química
2. Maracujá – Farinha de resíduos – Valor calórico
3. Manga – Farinha de resíduos – Composição química
4. Manga – Farinha de resíduos – Valor calórico
5. Manga – Fibras – Suplementação alimentar
6. Maracujá – Fibras – Suplementação alimentar



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



Área de Concentração: Engenharia de Processos de Alimentos

Campus de Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, BIOQUÍMICA E VALOR CALÓRICO DE RESÍDUOS DESIDRATADOS DA INDÚSTRIA FRUTÍCOLA DE MARACUJÁ *Passiflora edulis f. flavicarpa* E MANGA *Mangifera indica* L.”

Autor: JUSSIMARA BARROS DE OLIVEIRA

Orientadora: Prof. Marcondes Viana da Silva, DSc., UESB

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE PROCESSOS DE ALIMENTOS, pela Banca Examinadora.

Prof. Marcondes Viana da Silva, DSc., UESB

Prof. Alexilda Oliveira de Souza, DSc., UESB

Prof. Pedro Ysmael Cornejo Mujica DSc.,

Data da Realização: 22 de Fevereiro de 2013.

*A Deus, o autor da minha vida,
a Ele seja sempre toda honra e glória!*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo seu amor incondicional, imensurável e insubstituível. Meu pai querido, amigo fiel, sempre presente em todos os momentos da minha vida, Sua doce presença fez toda a diferença neste trabalho.

Obrigada Senhor por me assegurar meios e pessoas especiais que foram de essencial importância nesses dois anos de realização do curso de mestrado:

Aos meus pais, que sempre me ajudaram de forma sem igual. Quando o cansaço tomava conta, as forças se esgotavam, eles literalmente davam-me suas mãos, seus olhos, seus ouvidos e seus consolos. Muito obrigada!

A toda minha família, à qual agradeço em nome de minha amiga irmã, a preciosa Sarah, que tanto me incentivou e ajudou nessa caminhada, buscando fazer-me pensar que o caminho poderia sempre ser mais simples e prazeroso do que pensava, fazendo-me transformar cada momento de dificuldade em oportunidades para aperfeiçoar-me e ser grata a Deus;

À minha amiga Tânia Rocha, pelo apoio constante, pelo incentivo, por sua preciosa amizade e por fazer-me insistir na realização desse desejo. Agradeço ainda por ter sempre me lembrado de que a minha força não vem dos meus próprios recursos, mas do Senhor quem capacita, e, por meio Dele alcançamos nossos desejos, se Ele assim o quiser. E assim Ele permitiu!

Aos meus amigos e irmãos, que certamente intercederam ao Pai por mim, e Este deu ordem aos seus anjos para me dar sabedoria, discernimento e paciência, guardando minha vida e me livrando de todo o mal;

Ao prof. D.Sc. Marcondes Viana da Silva, por sua valiosa orientação na realização deste trabalho, por sua amizade, seu apoio, incentivo constante, paciência, por depositar em mim sua confiança e pelos ensinamentos que certamente contribuíram de forma especial em minha formação profissional;

Aos professores D.Sc. Modesto Antonio Chaves, D.Sc. Genebaldo Sales Nunes, D.Sc. Daniela Chaves e M.Sc. Nívio Batista Santana, pela contribuição;

Aos amigos, alunos de Graduação e Bolsistas de Iniciação Científica Tiago Neres, Fernanda Bonfim, Kaliny Ferraz, Elias Nascimento, Danilo Cruz,

Raíza Lage, Girlana Amorim, João Souza, Márjorie Porfírio e Victor Nunes, pela contribuição na condução da parte experimental deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, por serem os facilitadores do processo de aprendizagem, vivenciado durante a realização do curso de mestrado;

Aos colegas de mestrado, pelos momentos que passamos juntos, compartilhando amizade, solidariedade e descontração;

À Fernanda, mestranda em Engenharia Ambiental, pelos momentos compartilhados, pela amizade construída e pelas risadas, dando um toque especial nos momentos difíceis, tornando-os descontraídos;

Aos funcionários Aristides, por sua disponibilidade em sempre servir; Zé (Laboratório de Forragicultura e Pastagens), por sua colaboração na análise de cinzas; Susana e D. Elza, que sempre estiveram à disposição para organizar as dependências do NECAL, deixando-o em condições para o bom andamento dos trabalhos e pelas suas agradáveis companhias;

Às Empresas Processadoras de Polpas de Frutas “Frutar”, representada pela Sra. Mara Souza e “Nutrical” representada pela Sra. Eudemaria Nunes, por terem gentilmente cedido os resíduos de polpas de frutas, necessários para a condução deste trabalho;

Às professoras D.Sc. Alexilda Oliveira Souza e D. Sc. Cristiane Leal, por fazerem parte da banca de qualificação, e pelas contribuições nas sugestões para aperfeiçoamento da pesquisa;

Aos professores D.Sc. Alexilda Oliveira Souza (UESB) e D.Sc. Pedro Ysmael Cornejo Mujica (UFT), por aceitarem o convite para composição da banca examinadora para a defesa desta dissertação de mestrado;

Aos professores D.Sc. Sandra Lucia C. e Silva e D.Sc. Marcelo Franco (UESC), que também contribuíram para a realização desse desejo persistido;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por oportunizar-me a realização do mestrado, através do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, muito obrigada!

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 - Morfologia do Maracujá.....	22
Figura 2 - Fruto manga	24
Figura 3 - Estrutura básica dos flavonoides (a); estrutura de um flavonoide com grupo carbonila no C-4 (b)	33
Figura 4 - Estruturas das principais classes de flavonoides.....	33
Figura 5 - Estrutura química de um tanino condensado	36
Figura 6 - Estrutura química de um tanino hidrolisável	37
Figura 7 - Estruturas de alguns carotenoides de importância para a saúde	38
Figura 8 - Estrutura química do radical DPPH e reação de estabilização com um antioxidante	45
Figura 9 - Estabilidade do radical ABTS ^{•+} por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio	46
Figura 10 - Fluxograma experimental para obtenção das farinhas de resíduos da indústria frutícola (cascas) de maracujá (FMJ) e manga (FMG)	48
Figura 11 - Aspectos visuais dos resíduos e das farinhas de cascas de maracujá e de manga	49
Figura 12 - Correlação entre o conteúdo de fenólicos totais e a capacidade antioxidante do extrato da FMJ pelo método do DPPH	76
Figura 13 - Correlação entre o conteúdo de fenólicos totais e a capacidade antioxidante do extrato da FMG pelo método do DPPH	76
Figura 14 - Correlação entre a atividade antioxidante em VEAC (mg 100g ⁻¹) e o conteúdo de fenólicos totais do extrato da FMJ.....	78
Figura 15 - Correlação entre a atividade antioxidante em VEAC (mg 100g ⁻¹) e o conteúdo de fenólicos totais do extrato da FMG	78

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 - Principais fatores que afetam a biodisponibilidade de polifenóis em humanos	32
Tabela 2 - Rendimento das farinhas de cascas de maracujá e de manga	59
Tabela 3 - Composição química parcial e valor calórico das farinhas de cascas de maracujá e manga	60
Tabela 4 - Componentes da fração de fibra alimentar encontradas nas farinhas de cascas de maracujá e de manga	65
Tabela 5 - Teor de compostos bioativos dos extratos das farinhas de cascas de maracujá e de manga	68
Tabela 6 - Poder redutor dos extratos das farinhas de cascas de maracujá e de manga em cinco concentrações	74
Tabela 7 - Teor de compostos fenólicos e determinação da atividade antioxidante dos extratos da farinha de cascas de maracujá e de manga pelos métodos DPPH e ABTS	75

LISTA DE ABREVIATURAS

ABTS	2,2'-azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
Aw	Atividade de água
BHA	Butil-hidroxi-lanisol
BHT	Butil-hidroxi-tolueno
CPATSA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido
DNS	Ácido dinitrosalicílico
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Eq.	Equação
Fe ₂ NH ₄ SO ₄	Sulfato de Ferro II amoniacal
FMG	Farinha de manga
FMJ	Farinha de maracujá
FS	Fibras solúveis
FI	Fibras insolúveis
FT	Fibras totais
GAE	Equivalente de ácido gálico
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAF	Instituto Brasileiro de Frutas
IDR	Ingestão diária recomendada
HCl	Ácido Clorídrico
LABM	Laboratório Amazile Biagioni Maia
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
K ₂ SO ₅	Persulfato de potássio
MG	Minas Gerais
NaHCO ₃	Bicarbonato de sódio
NaOH	Hidróxido de sódio
NECAL	Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos
PF	Peso final

pH	Potencial hidrogeniônico
PI	Peso inicial
ppm	Parte por milhão
R	Rendimento
RIF	Resíduos da indústria frutícola
RFC	Reagente de Folin-Ciocalteu
SEAGRI	Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária
TBHQ	Terc-butil-hiroxiquinona
VEAC	Equivalente de ácido ascórbico

RESUMO

OLIVEIRA, J. B. Caracterização química, bioquímica e valor calórico de resíduos desidratados da indústria frutícola de Maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) e Manga (*Mangifera indica* L.) Itapetinga – BA: UESB, 2012. 100p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia de Alimentos)¹.

As indústrias processadoras de polpas de frutas geram expressiva quantidade de resíduos que comumente são descartados como subprodutos sem valor econômico, ocasionando impactos ao meio ambiente e contribuindo para o desperdício de alimentos. A maioria dos resíduos frutícolas é rica em compostos bioativos, tais como polifenóis, carotenoides (antioxidantes naturais) e fibra alimentar, responsáveis por grandes benefícios à saúde, quando ingeridos regularmente, atuando na prevenção de doenças como as cardiovasculares, diabetes e câncer. Por outro lado, a indústria de alimentos tem buscado produzir alimentos com alegações funcionais para atender a demanda dos consumidores por produtos que lhes confirmem benefícios à saúde e melhore sua qualidade de vida. Assim, objetivou-se com o presente trabalho investigar a composição química, bioquímica e o valor calórico das farinhas de resíduos de maracujá e manga, provenientes de indústrias processadoras de polpa de frutas. A caracterização química das farinhas de cascas de maracujá (FMJ) e de manga (FMG) foi realizada através das análises dos teores de umidade, cinzas totais, proteínas totais, lipídios totais, acidez titulável, pH, atividade de água, açúcares redutores, não redutores e totais. Enquanto que a caracterização bioquímica foi realizada a partir das determinações de flavonoides totais, taninos condensados, hidrolisáveis e totais, carotenoides totais, compostos fenólicos totais e avaliação da atividade antioxidante pelos ensaios dos radicais DPPH e ABTS e o poder redutor. O material utilizado foram cascas de maracujá e de manga, obtidas do processamento industrial de polpas de frutas, transformadas em farinha pelo método de secagem. Observou-se que as farinhas possuem níveis elevados de proteína, fibra alimentar e açúcares e valor calórico. As farinhas expressaram teores de umidade inferiores a 10% e acidez abaixo de 4%, portanto, adequadas à legislação brasileira. Além disso, a FMJ e FMG apresentaram baixos valores de A_w , sendo respectivamente, 0,49 e 0,42, considerados produtos estáveis sob o ponto de vista microbiológico. Os flavonoides foram os compostos bioativos com teores mais elevados, cujos valores foram de 255,95 mg. 100g⁻¹ (FMJ) e 209,82 mg. 100g⁻¹ (FMG). Os extratos hidroetanólicos das respectivas farinhas demonstraram capacidade de reduzir o ferro, sendo o poder redutor crescente em função do aumento da concentração de BHT. As farinhas apresentaram capacidade antioxidante expressiva pelo ensaio do DPPH, correlacionadas de forma direta ao conteúdo de fenólicos totais, tanto pelo método do radical DPPH quanto pelo ABTS. Todos esses dados sugerem que as FMJ e FMG podem ser utilizadas pela indústria de alimentos para a elaboração de produtos alimentícios pelos reconhecidos potenciais tecnológicos e nutricionais.

Palavras-chaves: fibra alimentar, antioxidantes, compostos bioativos, farinha

¹ Orientador: Marcondes Viana da Silva, D.Sc. UESB DEBI, Itapetinga – BA.

ABSTRAT

OLIVEIRA, J. B. Chemical, biochemical and calorific value of waste industry dehydrated fruit Passion fruit (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) and Mango (*Mangifera indica* L.). Itapetinga - BA: UESB, 2012. 100p. (Thesis - Master in Food Engineering)¹.

The processing industries fruit pulps generate significant amounts of waste that are commonly discarded as byproducts without economic value, causing impacts to the environment and contributing to food waste. Most waste fruit is rich in bioactive compounds such as polyphenols, carotenoids (natural antioxidants) and dietary fiber, responsible for major health benefits when eaten regularly, acting in the prevention of diseases such as cardiovascular disease, diabetes and cancer. Moreover, the food industry has sought to produce food with functional claims to meet consumer demand for products that give them health benefits and improve their quality of life. Thus, the aim of the present work to investigate the chemical, biochemical and caloric value of the meals waste passion fruit and mango processing industries from fruit pulp. The chemical characterization of the passion fruit peel flour (FMJ) and mango (FMG) was performed by analysis of moisture, total ash, protein, total fat, titratable acidity, pH, water activity, reducing sugars, not reducing and total. While the biochemical characterization was performed due to the determination of total flavonoids, tannins, hydrolysable and total carotenoids total phenolic compounds and antioxidant activity assessment tests by ABTS and DPPH radicals and reducing power. The material used were peels of passion fruit and mango, obtained from the industrial processing of fruit pulp, processed into flour by drying method. It was observed that the flour have high levels of protein, dietary fiber and sugar and caloric value. Flours expressed moisture content below 10% and below 4% acidity, therefore, appropriate to the Brazilian legislation. Furthermore, FMJ and FMG showed low values of A_w , being respectively 0.49 and 0.42, considered as stable under the microbiological point of view. The flavonoids were the bioactive compounds with higher levels, with values of 255.95 mg. 100g⁻¹ (FMJ) and 209.82 mg. 100g⁻¹ (FMG). The extracts meals thereof showed the ability to reduce iron, and the reducing power increasing with increasing concentration of BHT. The flours showed significant antioxidant capacity by DPPH assay, correlated directly to the content of phenolic compounds, both by the method of DPPH as the ABTS. All these data suggest that the FMJ and FMG can be used by the food industry for the preparation of food products recognized by potential technological and nutritional properties.

Keywords: dietary fiber, antioxidants, bioactive compounds, flour

¹ Advisor: Marcondes Viana da Silva, D.Sc. UESB DEBI, Itapetinga – BA.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo geral	18
2.2 Objetivos específicos	18
3. REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1 APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS	19
3.2 MARACUJÁ	21
3.2.1 Caracterização do fruto e propriedades funcionais.....	21
3.3 MANGA	23
3.3.1 Caracterização do fruto e propriedades funcionais.....	23
3.4 RESÍDUOS DA INDÚSTRIA FRUTÍCOLA EM ALIMENTOS	25
3.5 ALIMENTOS FUNCIONAIS	26
3.6 COMPOSTOS BIOATIVOS	29
3.6.1 Conceito e classificação	29
3.6.2 Compostos fenólicos	30
3.6.2.1 Conceito e classificação	30
3.6.2.2 Biodisponibilidade dos compostos fenólicos	30
3.6.2.3 Flavonoides	32
3.6.3 Carotenoides	37
3.6.4 Fibra alimentar	38
3.7 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE: PRINCIPAIS ENSAIOS	42
3.7.1 Radicais livres e antioxidantes	42
3.7.2 Poder redutor	44
3.7.3 Método do radical DPPH.	44
3.7.4 Método do radical ABTS	45
3.8 FARINHAS	46
4 MATERIAL E MÉTODOS	47
4.1 Equipamentos.....	47
4.2 Obtenção da matéria-prima	47
4.3 Processamento das farinhas de maracujá e manga	48
4.3.1 Rendimento	50
4.4 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E VALOR CALÓRICO DAS FARINHAS MARACUJÁ E MANGA	50
4.4.1 Umidade	50
4.4.2 Cinzas.....	50
4.4.3 Proteína totais	51
4.4.4 Lipídios totais.....	51
4.4.5 Acidez titulável	51
4.4.6 pH	51
4.4.7 Atividade de água	51
4.4.8 Açúcares redutores, não redutores e totais.....	52
4.4.9 Fibras solúveis, insolúveis e totais	52

4.4.10 Valor calórico.....	52
4.5 CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA	53
4.5.1 Determinação de Flavonoides	53
4.5.2 Determinação de taninos condensados (proantocianidinas).....	53
4.5.3 Determinação de taninos hidrolisáveis.....	54
4.5.4 Teor de taninos totais	55
4.5.5 Carotenoides totais	55
4.5.6 Obtenção do extrato etanólico	55
4.5.7 Compostos fenólicos totais	56
4.5.8 Avaliação da atividade antioxidante	56
4.5.8.1 Poder redutor	56
4.5.8.2 Método do radical DPPH	57
4.5.8.3 Método do radical ABTS	58
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
6 CONCLUSÕES	80
7 PERSPECTIVAS	82
REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Frutas, no Brasil a fruticultura representa um dos segmentos de merecido destaque na economia do país, sendo o terceiro maior produtor de frutas do mundo. Sua produção em 2008 superou 43 milhões de toneladas, 5% da produção mundial, ficando atrás apenas da China e da Índia, com 175 e 57 milhões de toneladas, respectivamente. Aproximadamente, 53% da produção brasileira é destinada ao mercado de frutas processadas e 47% ao mercado de frutas frescas (IBRAF, 2012).

A região nordeste é responsável pela maior parte da produção de frutas tropicais em virtude de suas condições climáticas favoráveis, destacando-se o estado da Bahia em termos de produção (IBGE, 2009).

O estado da Bahia apresenta uma produção de frutas que supera 5 milhões de toneladas/ano numa área cultivada de 350 mil hectares, destacando-se como o segundo maior estado produtor e exportador de frutas frescas, sendo o principal exportador de manga e uva do Brasil. Além de se sobressair como primeiro produtor brasileiro de frutas como maracujá, manga, coco, melão, cacau, mamão, graviola e pinha (SEAGRI, 2010).

A manga (*Mangifera indica* L.) é comercializada no mercado nacional, quase que exclusivamente na forma *in natura*, embora também possa ser encontrada nas formas de suco integral e polpa congelada (ITO, 2007). A polpa, por sua vez, pode ser empregada na elaboração de produtos como doces, geleias, néctares, sorvetes, sucos puros ou misturas e licores (ARAÚJO, 2004).

No estado da Bahia, a manga apresenta uma produção de 300 mil toneladas, cultivada numa área de 19 mil hectares, sendo produzida em todas as regiões do estado, com destaques para região Sudoeste, com o município de Livramento de Nossa Senhora, o Vale do São Francisco com o pólo frutícola de Juazeiro e o Médio São Francisco, representado por Bom Jesus da Lapa (SANTOS; FERRAZ, 2004).

A industrialização da manga, inclusive da casca, pode ser uma alternativa para atenuar a geração de resíduos orgânicos sólidos e produzir

alimentos saudáveis pela incorporação de fibras e compostos bioativos com atividade antioxidante oriundos das cascas. Esses resíduos são constituídos por água, proteínas e carboidratos (entre os quais as fibras alimentares), o que possibilita o seu aproveitamento na fabricação de produtos alimentícios como pães e biscoitos (DAMIANI *et al.*, 2009).

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis*), originado da América Tropical, é o mais cultivado e de maior importância no Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2002), devido à qualidade de seu fruto (ZERAİK *et al.*, 2010).

O fruto do maracujá apresenta em sua composição, dentre outras substâncias, a presença de compostos fenólicos (polifenóis) (ZERAİK; YARIWAKE, 2010) e ácidos graxos poliinsaturados (KOBORI; JORGE, 2005).

As cascas do maracujá representam aproximadamente 60% do total desse fruto e podem ser utilizadas tanto na alimentação de animais como para humanos, sendo empregadas na produção de geleia comum, considerado de boa aceitação entre os consumidores (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

Muitas propriedades funcionais da casca do maracujá têm sido objeto de estudo nos últimos anos, principalmente aquelas relacionadas com o teor e tipo de fibras presentes, sendo rica em sais minerais e fibra do tipo solúvel, benéfica à saúde humana (CÓRDOVA *et al.*, 2005).

A produção agroindustrial de polpas tem apresentado merecido destaque pela quantidade de resíduos produzidos em suas atividades. Este assunto tem sido foco de alguns trabalhos que direcionam o estudo para o aproveitamento de resíduos de frutas, a partir da farinha do resíduo desidratado na incorporação de biscoitos e sua aceitabilidade entre os consumidores (ABUD; NARAIN, 2009).

O aproveitamento dos subprodutos das indústrias processadoras de polpas de frutas para elaboração de farinhas de resíduos apresenta-se como uma alternativa para a redução dos impactos ambientais referentes ao descarte inadequado desses resíduos.

Além disso, a utilização de farinha de resíduos como matéria-prima aponta perspectivas para a elaboração de novos produtos e agregação de valor àqueles já existentes, oportunizando aos consumidores alimentos com alegações funcionais, ricos em fitoquímicos bioativos e fibras dietética,

benéficos à saúde humana, no provimento de nutrientes ao organismo e na prevenção de doenças.

A composição e as propriedades físico-químicas da fibra dietética podem explicar a sua função nos alimentos, portanto, essas informações podem ser aplicadas para a compreensão dos efeitos fisiológicos das fibras. Sendo assim, o estudo dos teores de fibras (solúvel, insolúvel e total) e das propriedades físico-químicas do maracujá amarelo, torna-se importante para se explorar a potencialidade do uso da casca da fruta como ingrediente de novos produtos (CÓRDOVA *et al.*, 2005).

Para a utilização eficiente das farinhas de resíduos da indústria frutícola, faz-se necessário o conhecimento prévio de suas características nutricionais para servir de parâmetros norteadores na indústria alimentícia. Deste modo, a caracterização química, bioquímica e conhecimento do valor calórico das farinhas de resíduos de maracujá e manga, fonte de compostos bioativos (polifenóis, carotenoides e fibras alimentares), resultarão em informações que servirão de subsídios para o desenvolvimento de produtos alimentícios.

O Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos (NECAL) do Departamento de Estudos Básicos e Instrumentais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus* de Itapetinga, vem desenvolvendo estudos relativos à caracterização química e bioquímica dos resíduos da indústria frutícola oriundos do processamento de polpas de frutas.

As metas destes estudos visam à construção de um banco de dados provenientes do *screening* dos fitoquímicos bioativos, oriundos dos Resíduos da Indústria Frutícola (RIF), através da caracterização química e bioquímica e avaliação do potencial nutricional e tecnológico. Ademais, identificar extratos com potencial antioxidante, vislumbrando substituir os antioxidantes sintéticos utilizados na indústria de alimentos, cosmética e farmacêutica. Assim sendo, o presente estudo contribuirá para a construção do banco de dados do projeto supracitado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar as farinhas de maracujá e manga provenientes de resíduos do processamento da indústria frutícola do ponto de vista químico e bioquímico, avaliar o valor calórico e a atividade antioxidante por diferentes métodos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Elaborar farinhas de resíduos de cascas de maracujá e manga;
- ii. Avaliar a composição química das farinhas de cascas de maracujá e manga;
- iii. Determinar o valor calórico das farinhas de cascas de maracujá e manga;
- iv. Analisar a composição bioquímica dos compostos bioativos presentes nas farinhas de cascas de maracujá e manga;
- v. Verificar a correlação entre o teor de fenólicos totais e atividade antioxidante através da avaliação do poder redutor e dos métodos dos radicais DPPH e ABTS^{•+}.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAS

No Brasil, a indústria alimentícia adota uma prática que poderia ser diferente, inclusive trazendo benefícios ao homem e ao meio ambiente. De acordo com Kobori e Jorge (2005), vários frutos comestíveis são processados para fabricação de sucos, doces em conserva, extratos e polpas, proporcionando a geração de resíduos (cascas, caroços ou sementes e bagaço), que são, em sua maioria, descartados, sendo que poderiam ser destinados para aplacar o desperdício de alimentos.

Segundo ABUD e NARAIN (2009), o desperdício é percebido desde o momento do plantio, colheita e armazenamento dos alimentos e continua dentro de casa, onde cerca de 60% do que é comprado acaba sendo jogado no lixo. Esses autores ressaltam ainda que, na área de frutas e legumes, estas perdas chegam a 25% da produção total.

A crescente preocupação com possíveis impactos ambientais e o elevado índice de perdas e desperdícios gerados pelas indústrias alimentícias, tem levado pesquisadores a buscar alternativas viáveis de aproveitamento e geração de novos produtos para o consumo humano (MACHADO, A. R. *et al.*, 2008).

Aliado a esses aspectos, os autores supracitados ressaltam que existe a possibilidade de aumentar o valor nutricional dos produtos a partir da incorporação de resíduos originados durante as atividades das indústrias de alimentos. Produtos de panificação, como por exemplo, bolos e biscoitos tem sido objeto desses estudos por sua ampla utilização na alimentação cotidiana.

Nesse contexto, é importante ressaltar que a produção agroindustrial de polpas tem merecido destaque pela quantidade de resíduos produzidos em suas atividades, e alguns trabalhos têm sido direcionados para o estudo do aproveitamento de resíduos do processamento de frutas como umbu, goiaba, maracujá e acerola, a partir da farinha de resíduo desidratado (ABUD; NARAIN, 2009).

Nessa mesma linha de pensamento, visando à redução do impacto ambiental e o desenvolvimento de tecnologias que agreguem valor aos

produtos obtidos, vários estudos utilizando resíduos industriais do processamento de alimentos têm sido realizados por pesquisadores como Laufenberg, Kunz e Nystroem (2003), Kobori e Jorge (2005) e Pelizer, Pontirri e Moraes (2007).

Em se tratando do maracujá, atualmente, percebe-se que os seus subprodutos não têm sido utilizados em sua potencialidade. Ferrari et al. (2004) destaca que as cascas e sementes de maracujá, resíduos originadas do processamento da fruta para obtenção de suco, atualmente tem sido utilizadas por produtores rurais na suplementação da alimentação animal, como ração para bovinos e aves, ainda sem muita informação técnica adequada.

Para Ferrari *et al.* (2004), a agregação de valores a esses subprodutos é de interesse econômico, científico e tecnológico, e por isso necessita de investigação científica e tecnológica, na busca de ampliar a sua aplicabilidade.

No que diz respeito à manga, não tem sido diferente, pois, durante o seu processamento, a casca principal, subproduto, não é utilizada para nenhum fim comercial, sendo então descartada, causando danos ao meio ambiente. A literatura tem feito alusão ao valor nutricional da casca de manga, indicando seu expressivo número de compostos como polifenóis, carotenoides, enzimas e fibras dietéticas (AJILA; BHAT; PRASADA RAO, 2007).

Alguns pesquisadores têm buscado estudar a composição das cascas de manga a fim de identificar seu potencial. Ajila *et al.* (2010) ressaltam que as cascas da manga (15-20% da fruta fresca) possuem diversos compostos bioativos e que o extrato da casca apresentam antioxidantes potenciais, podendo representar aplicabilidade e benefícios para a indústria de alimentos.

Dessa forma, tornam-se relevantes pesquisas científicas que visem a caracterização dos resíduos agroindustriais para investigação das potencialidades dos subprodutos frutícolas como fontes de fitoquímicos bioativos, associando-os à indústria alimentícia.

3.2 MARACUJÁ AMARELO

3.2.1 Caracterização do fruto e propriedades funcionais

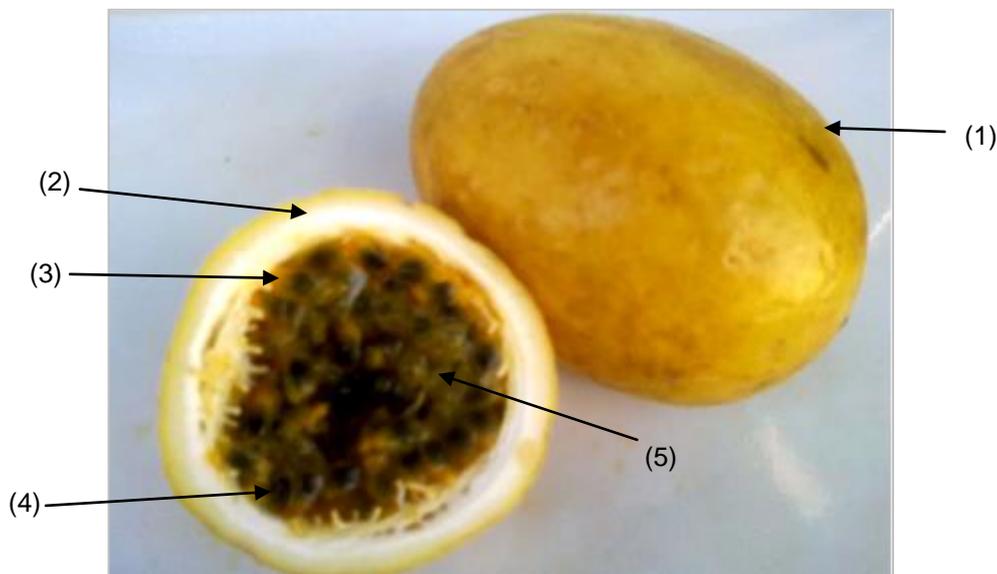
A cultura do maracujá tem ampla distribuição geográfica em climas tropicais, apresentando franca extensão tanto para a produção de frutas para o consumo *in natura* como para a produção de suco, e grande potencial para o mercado ornamental e medicinal, apesar da maioria das espécies serem utilizadas para fins alimentícios (BELLON *et al.*, 2007; FALEIRO; JUNQUEIRA; BRAGA, 2006).

O Brasil destaca-se como principal produtor de maracujá, com cerca de 90% da produção mundial. Em 2009 apresentou uma produção de 718,79 mil toneladas, com rendimento de 14,15 t/ha, estimada numa área de 50,79 mil hectares. Dessa produção, 73,61% encontra-se na região Nordeste, sendo o Estado da Bahia o maior produtor, seguido dos Estados do Ceará e Sergipe (EMBRAPA, 2009).

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), originado da América Tropical, é o mais cultivado e de maior importância no Brasil, sendo que a produção brasileira supera a do limão e do melão, destinando-se predominantemente à produção de sucos (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

O fruto do maracujá amarelo apresenta 7 cm de comprimento (média) por 6 cm de largura, sendo que seu completo desenvolvimento ocorre em 18 dias e seu amadurecimento em cerca de 80 dias. Sua semente apresenta forma achatada e coloração amarela translúcida, cuja massa representa cerca de 6 a 12% do peso total do fruto. A casca é coriácea, sendo facilmente desidratável e, ao final do amadurecimento, apresenta amarelo intenso, representando cerca de 60% do peso total do fruto (DURIGAN, 1998).

O maracujá amarelo é formado basicamente de epicarpo ou casca, mesocarpo (parte branca), com espessura que varia de 0,5 a 0,4 cm, arilo carnoso, endocarpo ou polpa e semente (Figura 1).



(1) Epicarpo - casca; (2) mesocarpo; (3) arilo carnoso; (4) semente; (5) endocarpo (polpa). Fonte: Autora

Figura 1 - Morfologia do Maracujá

As cascas do maracujá representam aproximadamente 60% do total desse fruto e podem ser utilizadas tanto na alimentação animal quanto na alimentação humana, sendo empregadas, por exemplo, na produção de geleia comum, produto considerado de boa aceitação pelos consumidores (OLIVEIRA *et. al.*, 2002).

De acordo Zeraik *et al.* (2010), grande parte das substâncias presentes nas cascas e polpa de maracujá podem contribuir para efeitos benéficos à saúde, tais como: atividade antioxidante, anti-hipertensão, diminuição da taxa de glicose e colesterol do sangue. Esses autores apontam ainda que as variedades comerciais do maracujá são fontes de alcaloides, flavonoides, carotenoides, minerais e vitaminas A e C, substâncias responsáveis pelo efeito funcional em alimentos.

Segundo Córdova *et. al.* (2005), muitas propriedades funcionais da casca do maracujá têm sido objeto de estudo nos últimos anos, principalmente aquelas relacionadas com o teor e tipo de fibras presentes, sendo rica em sais minerais e fibra do tipo solúvel, benéfica à saúde humana. E de acordo com Carvalho *et al.* (2005) o processo de desidratação aplicado ao mesocarpo de

maracujá permite a obtenção de um produto final com satisfatória aceitação sensorial, além de ser rico em pectina.

3.3 MANGA

3.3.1 Caracterização do fruto e propriedades funcionais

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma fruta dicotiledônea da família Anacardiáceae (CAMPOS *et al.*, 2004), originária do Sul da Ásia, mais especificamente da Índia, onde é cultivada há 4.000 anos e integra a culinária local sob as mais diversas formas (CUNHA *et al.*, 1994).

A manga apresenta uma participação significativa na dieta da população mundial. São mais de 150 cultivares de manga produzidas no mundo, sendo considerada, em termos de produção e área cultivada, o gênero alimentício mais importante para os habitantes dos trópicos, depois da banana (CAMPOS *et al.*, 2004).

A Índia é o maior produtor mundial de manga, sendo responsável por 54% da produção global. Enquanto isso, o Brasil ocupa a sétima posição, com uma produção que supera 850 mil toneladas anuais, de acordo com dados do CPATSA / EMBRAPA (2012). Em 2010, o Brasil apresentou uma produção de 1.188.911 toneladas, com rendimento de 15,83 t/ha, estimada numa área de 75.111 hectares (IBGE, 2011).

No Brasil, a produção de mangas concentra-se nas regiões nordeste e sudeste, destacando-se a Bahia como principal produtor, representando 42% da produção nacional, seguida por São Paulo com aproximadamente 18% (IBGE, 2011).

Em se tratando da morfologia, a manga (Figura 2) varia consideravelmente, dentre outros aspectos, em tamanho, forma, cor, presença de fibras, aroma e sabor. O formato do fruto oscila entre arredondado a oval-oblongo ou alongado, com comprimento entre 6,25 e 25 cm em variedades diferentes. Apresentam-se na cor amarela, laranja e vermelha, e, quando não está madura, na cor verde. No seu interior, na região central, apresenta apenas uma única semente, onde se localiza o embrião da planta (MARTINEZ, 2012).



Figura 2 - Fruto manga

Fonte: Autora

A manga é uma fruta climatéria e perecível, necessitando de cuidados específicos para a sua conservação, o que gera dificuldades na pós-colheita nos países produtores. No mercado nacional, sua comercialização ocorre quase que exclusivamente na forma *in natura*, embora também possa ser encontrada nas formas de suco integral e polpa congelada (ITO, 2007).

O fruto da manga apresenta grande quantidade de polpa, que pode ser empregada na elaboração de produtos como doces, geleias, néctares, sorvetes, sucos puros ou misturas e licores (ARAÚJO, 2004). Possuem aroma e cor agradáveis, compondo o elenco das frutas tropicais de importância econômica não apenas pela aparência exótica, mas também por ser uma rica fonte de carotenoides, minerais, carboidratos, fibras e vitaminas (BRANDÃO *et al.*, 2003; ITO 2007).

De acordo com Ma *et al.*, (2011), a manga é uma das principais fontes dietéticas de vários compostos fitoquímicos antioxidantes para os seres humanos. Dessa forma, pode ser considerada uma boa fonte de antioxidante na dieta, tais como o ácido ascórbico, os carotenoides e os compostos fenólicos.

Muitos outros pesquisadores, como Ajila, Bhat e Prasada Rao (2007), Vergara-Valência (2007) e Hassan *et al.* (2011), tendem a descrever a importância do consumo de compostos bioativos, como polifenóis e carotenoides presentes em frutas e vegetais, pelo seu potencial antioxidante,

como forma de proteção ao organismo de doenças, tais como as cardiovasculares, câncer e hipertensão.

3.4 RESÍDUOS DA INDÚSTRIA FRUTÍCOLA EM ALIMENTOS

Anualmente é descartado um expressivo volume de resíduos das indústrias alimentícias, quando poderiam ser utilizados como ingrediente para produção de alimentos ricos em fibras dietéticas e fitoquímicos bioativos com propriedades antioxidantes (WASZCZYNSKY *et al.*, 2001; BERASAIN, 1986), conhecidos como alimentos com alegações funcionais.

Vários estudos têm sido conduzidos buscando evidenciar o potencial das fibras oriundas de resíduos agroindustriais em diferentes preparações e produtos alimentícios na indústria de panificação.

Oliveira (1988), por exemplo, utilizou como fonte de fibra alimentar para o preparo de biscoitos o resíduo fibroso de milho, obtendo boa aceitação entre os consumidores. Bermúdez (2001) estudou a incorporação de fibra de maracujá em preparações típicas da Colômbia. Bueno (2005) processou biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha da semente e polpa de nêspera.

De acordo com Gould *et al.* (1989), a indústria de panificação tem incorporado alfa celulose, celulose de polpa de madeira, farelo de cereais, celulose microcristalina e outros materiais lignocelulósicos como ingredientes numa grande variedade de produtos de panificação, para incrementar o conteúdo de fibra alimentar e satisfazer a crescente demanda do consumidor.

Em relação aos frutos do maracujá amarelo e da manga, diversas pesquisas têm sido conduzidas apontando, além do potencial em termos de fibra alimentar, a presença de compostos fitoquímicos bioativos e ação antioxidante.

Uchoa *et al.* (2008) analisaram os pós dos resíduos de maracujá, caju e goiaba e constataram que são fontes importantes de vitamina C, apresentam alto índice de fibra bruta e alimentar, podendo ser aproveitados na formulação de novos produtos alimentícios, como, por exemplo, biscoitos, bolachas, pães e sopas.

Enquanto isso, Ajila *et al.* (2010) analisaram o pó de casca de manga como fonte potencial de fibra dietética e antioxidante em substituição parcial na formulação de macarrão. Esses autores verificaram que esse pó consiste numa boa fonte de fitoquímicos, como polifenóis, carotenoides e fibras dietéticas. Concluíram neste estudo que o produto enriquecido com o pó da casca de manga aumentou sua qualidade nutricional, propriedade nutracêutica e atividade antioxidante.

Kim *et al.* (2010) investigaram a polpa da casca de manga como agente antioxidante e anticancerígeno. A casca da manga apresentou maior teor de polifenóis e flavonoides do que a polpa e boa capacidade antioxidante frente ao radical DPPH, além de ter demonstrado ser um potencial agente antiproliferativo.

Damiani *et al.* (2009) estudaram o aproveitamento dos resíduos da manga e desenvolveram doces de corte com casca de manga Haden em substituição à polpa. Os autores verificaram que as cascas misturadas aos doces reduziram o valor calórico, porém aumentaram os teores de fibra e a atividade antioxidante, elevando os valores nutricionais.

3.5 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Comenta-se com muita frequência que a saúde está associada ao estilo de vida desenvolvido pelos indivíduos. E na busca de um estilo de vida mais equilibrado, os consumidores estão cada vez mais à procura de alimentos que, de alguma forma, lhes sejam benéficos à saúde e proporcione um envelhecimento com qualidade de vida.

De acordo com Emed (2012), atualmente, as pessoas buscam por alimentos que além de possuírem funções nutricionais, confirmem-lhes ainda ao organismo funções fisiológicas com ação na promoção da saúde e prevenção de doenças.

Nesse sentido, Moraes e Cola (2006) apontam que diversos fatores afetam a qualidade de vida moderna, sendo necessária uma conscientização da população em consumir alimentos contendo substâncias promotoras de saúde. Esses alimentos são considerados comumente como alimentos

funcionais e devem ser consumidos como integrante da dieta para proporcionar melhorias no estado nutricional e contribuir para o bem estar físico e mental.

De acordo com Anjo (2004), os alimentos funcionais atuam proporcionando efeitos fisiológicos positivos de prevenção ou redução do risco de contrair doenças como obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares, câncer e enfermidades inflamatórias.

Reforçando essa ideia, Moraes e Cola (2006) consideram importante a adoção de bons hábitos alimentares, no sentido de redução da mortalidade devido às doenças supracitadas, além da arteriosclerose e enfermidades hepáticas.

O termo alimento funcional foi originado no Japão, na década de 80, utilizado pela indústria para descrever alimentos fortificados com ingredientes específicos, conferindo-lhes certos benefícios à saúde da população (ANJO, 2004).

A legislação brasileira, através das Resoluções nº 18 e 19/99 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1999a; BRASIL, 1999b), regulamenta os alimentos funcionais definindo-os como qualquer alimento ou ingrediente que além das funções nutricionais básicas, quando consumidos como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguros para o consumo sem supervisão médica.

Nas últimas décadas, os alimentos funcionais têm representado uma das áreas mais interessantes de pesquisa nos setores acadêmicos, comerciais e governamentais (JONES; JEW, 2007).

Esses pesquisadores ressaltam ainda um interesse significativo na indústria de alimentos, tendo em vista a procura por produtos alimentícios com alegações funcionais e promotores de saúde, cujos benefícios vão além do fornecimento de nutrientes essenciais, apresentando possibilidades de diminuição da morbidade e mortalidade, e com isso aumentando a expectativa de vida da população em geral.

Kleef *et al.* (2005) realizaram estudo avaliando a compatibilidade dos produtos com alegações funcionais na saúde e o impacto do enquadramento dessas alegações através da avaliação do consumidor. Os resultados demonstraram que os alimentos funcionais oferecem interessante oportunidade

de crescimento para a indústria de alimentos, e que o consumidor encontra-se persuadido a tornar seus hábitos alimentares mais saudáveis, oferecendo assim, efeito substancial para a saúde pública.

Para Souza, Souza Neto e Maia (2003), os alimentos funcionais podem ser classificados quanto à fonte, de origem vegetal ou animal, ou quanto aos benefícios que oferecem, atuando em seis áreas do organismo: no sistema gastrointestinal; no sistema cardiovascular; no metabolismo de substratos; no crescimento, no desenvolvimento e diferenciação celular; no comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes.

Aprofundando o tratamento da questão, Moraes e Cola (2006) consideram que as substâncias biologicamente ativas encontradas nos alimentos funcionais podem ser classificadas em grupos distintos, tais como: probióticos e prebióticos, alimentos sulfurados e nitrogenados, pigmentos e vitaminas (carotenoides), compostos fenólicos, ácidos graxos poliinsaturados e fibras.

Os alimentos funcionais têm se inserido na indústria de alimentos e já se encontram presentes no mercado. Raud (2008) apresenta uma lista de alimentos que se enquadram nesta categoria, tais como: iogurtes com probióticos (melhoria na saúde intestinal), além de leites enriquecidos com ferro (prevenção e tratamento da anemia), com vitaminas e com o ácido ômega-3 (controle do colesterol), ovos e margarinas enriquecidos com esse mesmo ácido.

Segundo esse mesmo autor, o setor de água mineral também já faz parte do mercado de bebidas funcionais, oferecendo águas com altas concentrações de vitaminas C e do Complexo B, com vistas ao fortalecimento do sistema imunológico, ou ainda, aquelas que contêm a fibra FOS (frutooligossacarídeo), garantindo contribuir na prevenção de doenças como câncer de mama e de cólon, reduzir os riscos de doenças cardiovasculares, além de regular o intestino.

3.6 COMPOSTOS BIOATIVOS

3.6.1 Conceito e classificação

Os compostos bioativos, também chamados de fitoquímicos bioativos, são constituintes extranutricionais que ocorrem naturalmente em pequenas quantidades em alimentos. Os mais comumente encontrados incluem os metabólitos secundários, tais como os antibióticos, micotoxinas, alcaloides, pigmentos de qualidade alimentar e compostos fenólicos (HÖLKER; HÖFER; LENZ, 2004; NIGAM, 2009).

Nos últimos anos, a demanda por produtos com alto valor em compostos bioativos tem sido crescente nas áreas de saúde, produtos farmacêuticos, alimentares e cosméticos (CUI *et al.*, 2010; PARK *et al.*, 2010), tendo em vista suas alegações de propriedades funcionais e de saúde.

De acordo com Moraes e Cola (2006), os fitoquímicos bioativos de alimentos funcionais destacam-se por apresentar um potencial para modificar o metabolismo humano de maneira favorável à prevenção do câncer e de outras doenças crônicas. Dentre os fitoquímicos, estão incluídos os carotenoides, os compostos nitrogenados (glucosinatos) e os compostos fenólicos, incluindo os ácidos fenólicos, polifenóis e flavonoides, os quais apresentam ação antioxidante no organismo.

Além destes, estão incluídos os ácidos graxos ômega 3 e ômega 6, encontrados em peixes de água fria (salmão), óleos vegetais, semente de linhaça, nozes e alguns tipos de vegetais, por estarem relacionados com a prevenção de doenças cardiovasculares, por meio da redução dos níveis de triglicerídeos e de colesterol sanguíneo, reduzindo a pressão arterial (ANJO, 2004).

3.6.2 Compostos fenólicos

3.6.2.1 Conceito e classificação

Os compostos fenólicos, também conhecidos como polifenóis, são metabólitos secundários de vegetais (PETTI; SCULLY, 2009) que apresentam função de fotoproteção, defesa contra microrganismos e insetos, além de serem responsáveis pela pigmentação e por algumas características organolépticas dos alimentos. Os polifenóis apresentam estrutura química comum, derivada do benzeno, ligada a um grupo hidrofílico (HORST; LAJOLO, 2012).

Os compostos fenólicos têm sido alvo de muitas pesquisas na comunidade científica. Esse fenômeno pode ser explicado por seus vastos efeitos biológicos, como a capacidade de sequestrar espécies radicalares de oxigênio, modulação da atividade de algumas enzimas específicas, inibição da proliferação celular, bem como por seu potencial como agente antibiótico, antialérgico e antiinflamatório (MANACH *et al.*, 2004).

Manach *et al.* (2004) pontuam ainda que os compostos fenólicos podem ser classificados em diferentes grupos, de acordo com o número de anéis de fenol que eles contêm e da forma como esses anéis estão ligados uns aos outros, sendo que as mais importantes classes são: ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos e lignanas.

De acordo com Angelo e Jorge (2007), dentre os compostos fenólicos destacam-se os flavonoides, ácidos fenólicos, taninos e tocoferóis como os mais comuns antioxidantes encontrados na natureza. Os flavonoides, por sua vez, constituem o maior grupo de compostos fenólicos da planta, representando mais de metade dos oito mil compostos fenólicos que ocorrem naturalmente (STECHEER; BONN, 2004).

3.6.2.2 Biodisponibilidade dos compostos fenólicos

O termo biodisponibilidade foi referido inicialmente para atender à área de farmacologia, buscando estabelecer qual a proporção em que determinada droga intacta alcança a circulação e a razão na qual isso ocorre (COZZOLINO,

1997). Assim, biodisponibilidade em alimentos pode ser definida como a fração de determinado nutriente ser efetivamente absorvido e metabolizado pelo organismo, considerando que o quantitativo de nutrientes que ingerimos não guarda relação proporcional à sua eficiência em termos de contribuição às demandas fisiológicas (BENITO; MILLER, 1998).

O termo biodisponibilidade para polifenóis significa reconhecer quanto da quantidade ingerida desses compostos é capaz de exercer seus efeitos benéficos em tecidos alvos (MANACH *et al.*, 2004).

O estabelecimento de evidências conclusivas da ação dos polifenóis na prevenção de doenças e melhoria da saúde humana depende essencialmente da determinação da distribuição dessas substâncias na nossa dieta e estimativa de seu conteúdo em cada alimento. Importante ainda identificar quais das centenas de polifenóis existentes são susceptíveis para proporcionar maiores efeitos de nutrição preventiva (D'ARCHIVIO *et al.*, 2010).

Manach *et al.* (2004) ressaltaram que os polifenóis mais comuns encontrados na dieta humana nem sempre são os mais ativos biologicamente, por apresentarem reduzida atividade intrínseca ou pelo fato de serem pouco absorvidos, a partir do intestino, onde são altamente metabolizados ou rapidamente excretados. Além disso, os metabólitos encontrados no sangue, em órgãos alvo (resultado da atividade digestiva e hepática), podem diferir das formas nativas das substâncias com relação à atividade biológica.

Aprofundando o assunto em questão, D'Archivio *et al.* (2010) foi mais além e apontaram alguns fatores que podem estar relacionados com a biodisponibilidade dos polifenóis na dieta humana ou reduzir o teor desses compostos em alimentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Principais fatores que afetam a biodisponibilidade de polifenóis em humanos

Fatores externos	exposição ao sol, grau de maturação, disponibilidade de alimento
Fatores relacionados ao processamento de alimentos	tratamentos térmicos, homogeneização, liofilização, cozimento e métodos de preparação culinários e armazenamento
Fatores relacionados ao alimento	Matriz alimentar, presença de efetores positivos ou negativos (fibras e gorduras)
Interação com outros compostos	laços com proteínas (albumina) ou com polifenóis com mecanismo semelhante de absorção
Fatores relacionados com polifenóis	estrutura química, concentração no alimento e quantidade apresentada
Fatores relacionados ao local	fatores intestinais (atividade da enzima, trânsito intestinal, microflora do cólon); fatores sistêmicos (sexo, idade, distúrbios e/ou patologias, genética, condição fisiológica)

Fonte: adaptado de D'Archivio *et al.* (2010)

3.6.2.3 Flavonoides

Os flavonoides são metabólitos secundários sintetizados pelas plantas, pertencentes ao grupo dos compostos fenólicos. Sua estrutura baseia-se em um anel constituído de dois anéis fenólicos A e B e um anel C (Figura 3), que pode ser um pirano heterocíclico, como ocorre nos flavanóis (catequinas) e antocianidinas, ou pirona, como nos flavonóis, flavonas, isoflavonas e flavononas, que apresentam um grupo carbonila na posição C-4 do anel C, abrangendo as principais classes dos flavonoides, apresentados na Figura 4 (HUBER; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008; MARCO; POPPI; SCARMINIO, 2008; RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Convém observar que a atividade biológica dos flavonoides e de seus metabólitos depende da sua estrutura química e dos diversos substituintes da molécula, tendo em vista que a estrutura básica pode sofrer modificações, tais como glicosilação, esterificação, amidação e hidroxilação que irão modular fatores como a polaridade, toxicidade e direcionamento intracelular desses compostos (HUBER; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

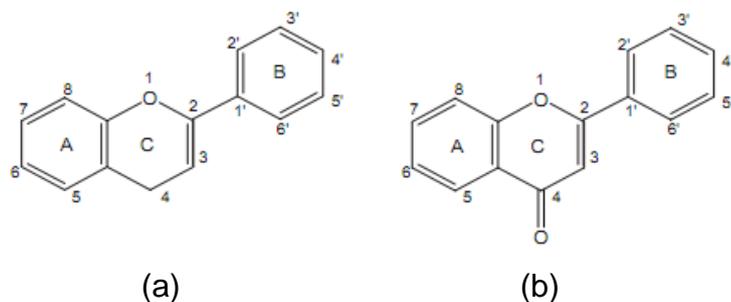


Figura 3 - Estrutura básica dos flavonoides (a); estrutura de um flavonoide com grupo carbonila no C-4 (b)

Fonte: Huber e Rodriguez-Amaya (2008)

Existe um grande interesse no estudo dos flavonoides por possuírem atividade antioxidante contra os radicais livres. Eles apresentam potencial atividade biológica na prevenção de doenças crônicas, tais como arteriosclerose, doenças cardiovascular, acidente vascular cerebral, distúrbio do metabolismo de lipídios (MORAES; COLA, 2006; PETERSON; DWYER, 1998).

No mesmo viés dos autores supracitados, outros pesquisadores apontaram que os flavonoides são um dos fitoterápicos mais investigados atualmente pela sua ampla ação benéfica, tanto ao ser humano quanto experimentalmente, ressaltando seus efeitos antioxidante, anti-inflamatório, antiulcerogênico, anti-hipertensivo, antimicrobiano, antiviral, anti-hepatotóxico e antiplaquetário (MACHADO, H. *et al.* 2008).

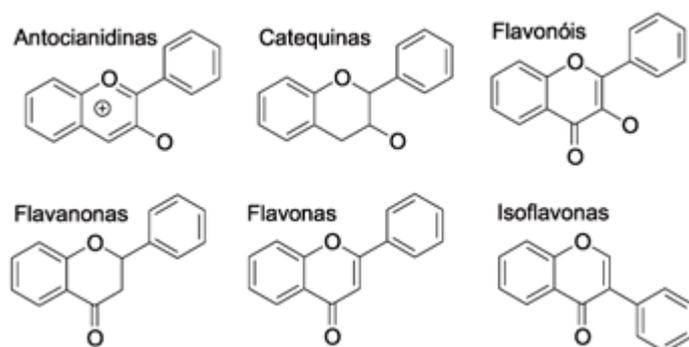


Figura 4 - Estruturas das principais classes de flavonoides

Fonte: Marco, Poppi e Scarminio (2008)

Para Maciel (2006), a ingestão de flavonoides regularmente, através da alimentação diária, pode auxiliar na prevenção de doenças do sistema

cardiovascular. Bruneton (1999) e Peterson e Dwyer (1998) apresentaram um posicionamento semelhante no que se refere à estimativa de consumo desse fitoquímico bioativo. De acordo com Bruneton (1999), esse consumo diário varia entre 50 a 800 mg. dia⁻¹, enquanto que, para Peterson e Dwyer (1998), essa estimativa varia entre 23 e 1000 mg. dia⁻¹.

Maciel (2006) ressaltou ainda que, os flavonoides atuam relaxando os músculos do sistema cardiovascular, contribuindo, assim, para reduzir a pressão arterial e melhorar a circulação em geral. Atua ainda na prevenção da perigosa oxidação do colesterol LDL, que leva à formação de placas (ateromas), que bloqueiam a passagem da corrente sanguínea, evitando a formação de coágulos e danos arteriais.

Nas visões de Peterson e Dwyer (1998), durante o preparo dos alimentos para consumo, pode ocorrer perdas destes compostos, em maior ou menor grau, variando de acordo com o tipo de alimento e o tipo de preparo empregado. Todavia, os flavonoides são relativamente estáveis, tendo em vista que resistem à oxidação, altas temperaturas e moderadas variações de acidez.

As antocianidinas são as estruturas básicas das antocianinas e apresentam como estrutura fundamental o cátion flavílico (2-fenilbenzopirilium). As antocianidinas (agliconas) consistem de um anel aromático (A), ligado a um anel heterocíclico (C), que contém oxigênio, o qual está ligado por meio de uma ligação carbono-carbono a um terceiro anel aromático (B), sendo que a maioria possui hidroxilas nas posições 3, 5 e 7 (KONCZAK; ZHANG, 2004).

Esses compostos são pigmentos que contribuem para dar coloração brilhante em muitas frutas e legumes. O amplo consumo de dietas ricas em antocianidinas e antocianinas levam pesquisadores a determinar seus efeitos inibidores sobre a proliferação de células cancerígenas em humanos (ZHANG; VAREED; NAIR, 2005). De acordo com esses autores, a estabilidade desses pigmentos naturais das frutas e legumes é dependente do pH e da presença de íons metálicos quelantes.

Além disso, as antocianinas se fazem presentes no desenvolvimento da fruta, sinalizando para as aves e outros animais o seu estágio de amadurecimento, contribuindo, dessa forma, para a dispersão das sementes (DOMINY; SVENENING; LI, 2003).

Wang *et al.* (1999) e Seeram, Bourquin e Nair (2001) ressaltaram que um dos benefícios significativos para a saúde das pessoas que têm o hábito do consumo de antocianinas é o baixo risco de doenças coronárias. Além disso, esses autores apontaram ainda que vários estudos demonstram que as antocianinas da cereja exibiram efeito antioxidante e ação anti-inflamatória.

Os flavonóis representam a classe de flavonoides encontrados em maior abundância nos vegetais, sendo os mais conhecidos a quercetina e o Kaempferol (PETERSON; DWYER, 1998). O Kaempferol é mais comum entre as frutas e vegetais folhosos, sendo também encontrado em algumas frutas, ervas, legumes e raízes de vegetais. Nas frutas, os flavonóis e os seus glicosídeos são encontrados predominantemente nas cascas (HERMAN, 1976).

Ao enfatizarem quanto à diferenciação dos flavonóis dos demais flavonoides, Matsubara e Rodriguez-Amaya (2006) afirmaram que essa diferença é notada pela presença do grupo hidroxílico (posição 3) e do grupo carbonílico (posição 4) do anel C. Esses autores observaram ainda que esses compostos ocorrem em alimentos geralmente como O-glicosídeos, como mono, di ou trissacarídeos, ligados em sua maioria, na posição 3, e em alguns casos, na posição 7, sendo a glicose, galactose, ramnose e frutose os glicosídeos mais encontrados.

Os taninos são compostos fenólicos de grande interesse econômico e ecológico pela sua ampla utilização no mercado alimentício, farmacêutico e cosmético (MONTEIRO *et al.*, 2005). Possuem peso molecular relativamente alto e, de acordo com sua estrutura química, são classificados em taninos hidrolisáveis e taninos condensáveis (OSZMIANSKI *et al.*, 2007).

Segundo Monteiro *et al.* (2005), os taninos condensados ou proantocianidinas são polímeros de flavonoides, cujos monômeros encontram-se ligados através de uma ligação carbono-carbono. Como metabólitos secundários, são responsáveis por conferir um aspecto adstringente a algumas frutas e produtos vegetais, em consequência da precipitação de glucoproteínas salivares, ocasionando a perda do poder lubrificante.

Os taninos condensados, quando oxidados, causam a pigmentação marrom de sementes de plantas, e conferem adstringência de frutas frescas (FORKNER; MARQUIS; LILL, 2004; WRANGHAM; CONKLIN-BRITTAIN; HUNT, 1998)

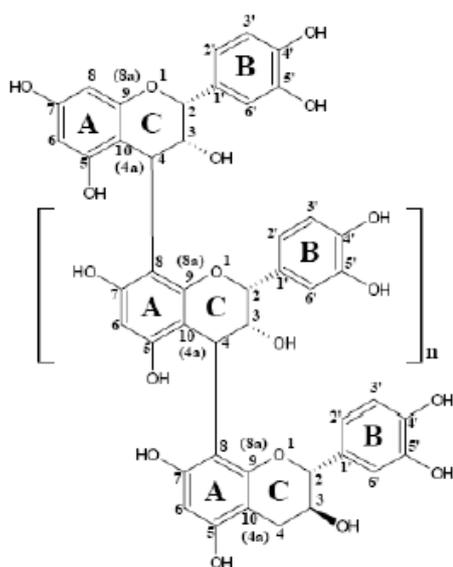


Figura 5 - Estrutura química de um tanino condensado

Fonte: Queiroz, Morais e Nascimento (2002)

Os taninos hidrolisáveis são polímeros de catequina e/ou leucoantocianidina (SOARES, 2002), formados por ésteres de ácido gálico e ácidos elágicos glicosilados, formados a partir do chiquimato (HELDT, 1997) e que, por hidrólise ácida, liberam ácidos fenólicos: gálico, cafeico, elágico e um açúcar (SGARBIERI, 1996).

De acordo com Lee *et al.* (2010), os taninos hidrolisáveis apresentam várias contribuições à saúde, tais como, atividade anti-isquêmica, propriedades anti-inflamatórias e antialérgicas, atividade anticancerígena, antimicrobiana e anti-virais.

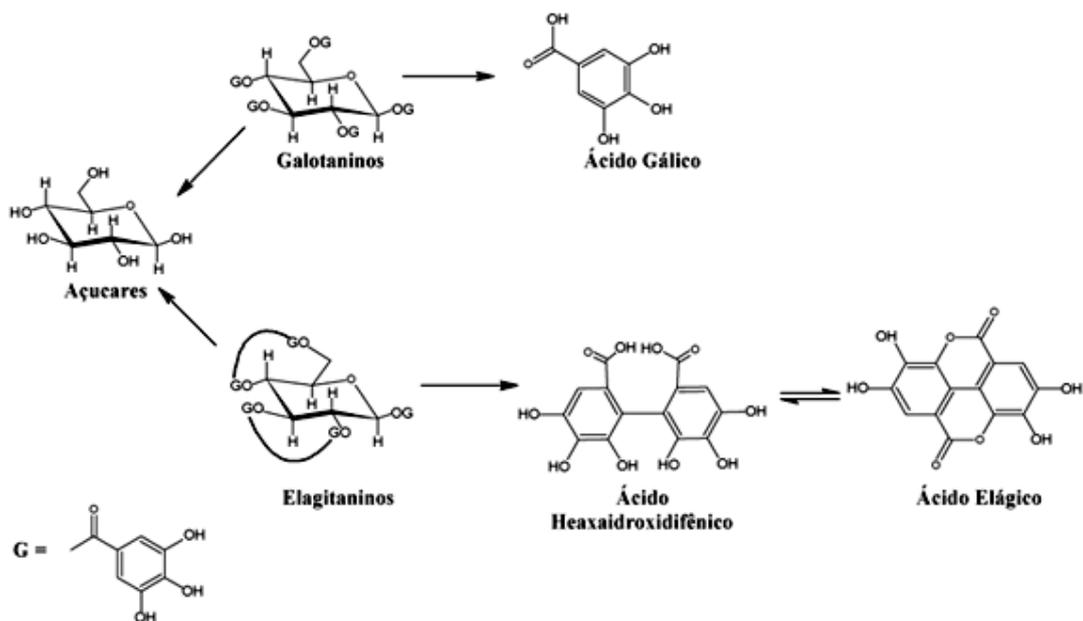


Figura 6 - Estrutura química de um tanino hidrolisável

Fonte: Queiroz, Morais e Nascimento (2002)

3.6.3 Carotenoides

Os carotenoides são compostos bioativos, corantes naturais, responsáveis pela cor em muitos alimentos como frutas e vegetais, gema de ovo, pele e músculo de alguns peixes (SENTANIN; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007).

Estes compostos encontram-se amplamente distribuídos na natureza, apresentam as mais variadas estruturas químicas e funções e são considerados substâncias bioativas por possuírem efeitos benéficos à saúde, tais como o fortalecimento do sistema imunológico e diminuição do risco de doenças degenerativas (RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

Quimicamente, esses compostos são definidos como tetraterpenoides C_{40} , ou seja, a união de oito unidades isoprenoides (C_5) de cinco átomos de carbono, formando uma cadeia carbônica de quarenta átomos de carbono, exceto a crocetina e a bixina, que possuem menos de quarenta átomos de carbono na cadeia carbônica. A cadeia carbônica de alguns carotenoides apresenta um ou dois anéis β -ionona nas extremidades (RODRIGUEZ-AMAYA, 2008; VILLELA; BACILA; TASTALDI, 1966).

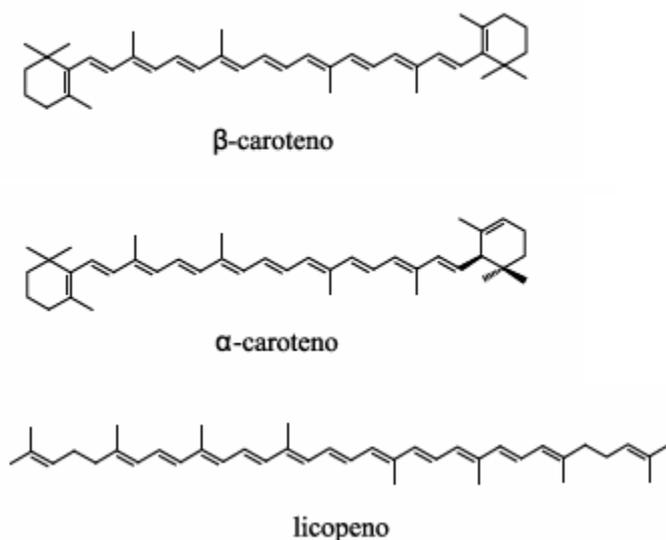


Figura 7 - Estruturas de alguns carotenoides de importância para a saúde

Fonte: Rodriguez-Amaya (2008)

Os carotenoides são considerados antioxidantes naturais e, como tal, contribuem para a estabilidade dos alimentos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2010). Além da atividade pró-vitamina A de alguns carotenoides, estes compostos têm outros efeitos benéficos à saúde, como ação protetora contra o câncer, sendo os possíveis mecanismos de proteção, o sequestro de radicais livres, modulação do metabolismo do carcinoma, inibição da proliferação celular, estimulação da comunicação entre as células e aumento da resposta imune (AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006).

Os carotenoides atuam como agentes antioxidantes, protegendo as células de danos oxidativos provocados por radicais livres e por espécies reativas de oxigênio que podem ser formados no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana, atacando lipídios, proteínas, carboidratos e DNA (SHAMY; MOREIRA, 2004).

3.6.4 FIBRA ALIMENTAR

A fibra alimentar ou fibra dietética é uma substância composta principalmente de polissacarídeos interligados (celulose, hemicelulose,

pectinas, gomas, mucilagens e exsudatos), proteínas de parede celular não digerida, lignina, compostos fenólicos, fitatos, oxalatos e substâncias fenólicas, amido modificado, inulina, oligofrutose e quitosanas, compostos não digeríveis pelas secreções endógenas do trato gastrointestinal (EMBRAPA, 2008).

A fibra alimentar é considerada como um alimento funcional tendo em vista suas principais ações fisiológicas, tais como intervenção no metabolismo dos lipídios e carboidratos e na fisiologia do trato gastrointestinal, além de promover uma absorção mais lenta dos nutrientes e a sensação de saciedade (UCHOA *et al.*, 2008).

De acordo com Oliveira *et al.* (1999), o conhecimento da composição dos alimentos, especialmente quanto ao seu teor de fibra, representa uma contribuição para estudos de ingestão alimentar, bem como para avaliação da adequação nutricional de populações.

No entanto, Caruso, Lajolo e Menezes (1999) ressaltaram que os valores observados nas tabelas nutricionais de alimentos não são tão eficientes em dados sobre fibra alimentar, e que os programas computacionais utilizados para estimativa do valor nutricional das dietas apresentam, em sua maioria, dados de fibra bruta e não de fibra alimentar, ou ainda informações de tabelas estrangeiras.

Para esses autores, os valores de fibras apontados nas tabelas nacionais de composição de alimentos, na grande maioria, foram determinados por técnicas inapropriadas. Com isso, ocorre uma subestimação do teor de fibra total e, dessa forma, não mensuram suas frações solúveis e insolúveis, tendo, portanto, pouca aplicação prática para avaliação dos efeitos fisiológicos da fibra alimentar. E ainda, em alguns casos, o teor de fibra encontra-se incluído na fração de carboidratos, medida por diferença percentual pelo desconto dos teores de proteínas, lipídios, umidade e cinzas do alimento, em sua grande parte.

Segundo a legislação brasileira (Resolução RDC n^o 40, de 21 de março de 2001), o termo fibra alimentar é definido como “qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano” (BRASIL, 2001). Para ser considerado como fonte de fibra, um alimento precisa conter no mínimo 3g de fibras.100g⁻¹ (sólidos). Apresentando em sua

composição no mínimo 6g de fibras.100g⁻¹ (sólidos), o produto já é considerado rico em teor de fibras (BRASIL, 1998).

A fibra dietética é uma substância considerada indisponível como fonte de energia, pois não é passível de hidrólise pelas enzimas do intestino humano, podendo ser fermentada por algumas bactérias. A maior parte das substâncias classificadas como fibras são polissacarídeos não amiláceos (PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005).

As fibras alimentares diferenciam-se por suas funções no organismo e são classificadas de acordo com sua solubilidade em água, em solúveis ou insolúveis (EMBRAPA, 2008).

As fibras solúveis incluem as gomas, pectinas, mucilagens, polissacarídeos de reserva e hemiceluloses solúveis. Seus efeitos fisiológicos são associados à redução do colesterol no sangue e ao controle da glicose e, conseqüentemente, da diabetes. As fibras insolúveis englobam a celulose, a lignina e algumas frações de hemicelulose. Essa fração é responsável pelo efeito benéfico da fibra na mobilidade intestinal, contribuindo para a mobilização do bolo fecal (ORDÓÑEZ, 2005).

As fibras solúveis tendem a formar géis em contato com a água, aumentando a viscosidade dos alimentos parcialmente digeridos no estômago (LOBO; SILVA, 2001; PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005). As fibras solúveis diminuem a absorção de ácidos biliares e têm atividades hipocolesterolêmicas e, quanto ao metabolismo lipídico, parecem diminuir os níveis de triglicérides, colesterol e reduzir a insulinemia. Uma característica fundamental da fibra solúvel é sua capacidade para ser metabolizada por bactérias, com a conseguinte produção de gases, a flatulência (RODRÍGUEZ; MEGÍAS; BAENA, 2003).

As fibras insolúveis, por sua vez, permanecem intactas através de todo o trato gastrointestinal e compreendem a lignina, a celulose e algumas hemiceluloses (PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005). Destacam-se como funções funcionais da fibra insolúvel o aumento do volume do bolo fecal e o estímulo da motilidade intestinal; a maior necessidade de mastigação, relevantes na sociedade moderna, vítimas da ingestão compulsiva e da obesidade; o aumento da excreção de ácidos biliares e propriedades antioxidantes e hipocolesterolêmicas (RODRÍGUEZ; MEGÍAS; BAENA, 2003).

Os efeitos do uso das fibras constituem na redução dos níveis de colesterol sanguíneo e diminuição dos riscos de desenvolvimento de câncer, decorrentes de três fatores: capacidade de retenção de substâncias tóxicas ingeridas ou produzidas no trato gastrointestinal durante processos digestivos; redução do tempo do trânsito intestinal, promovendo uma rápida eliminação do bolo fecal, com redução do tempo de contato do tecido intestinal com substâncias mutagênicas e carcinogênicas e formação de substâncias protetoras pela fermentação bacteriana dos compostos de alimentação (ANJO, 2004).

O efeito das fibras na alimentação humana tem recebido especial atenção de nutricionistas e cientistas de alimentos nas últimas décadas, tendo em vista a relação existente entre o baixo consumo pela população e o acometimento de doenças degenerativas e crônicas (FASOLIN, 2007).

Esse autor observa que uma alternativa que vem sendo desenvolvida por pesquisadores é o enriquecimento de alimentos que já fazem parte da dieta humana, através da substituição parcial da farinha por subprodutos ricos em fibras, bem como a elaboração de novos produtos alimentícios.

Catalani *et al.* (2003) apontam que a razão pela qual o brasileiro tem diminuído o consumo de fibras nas últimas décadas é justificada pela mudança do estilo de vida, bem como pelos hábitos alimentares dos indivíduos.

As fibras alimentares pela sua composição (polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos, amido resistente, dentre outras substâncias), apresentam diferentes propriedades funcionais aplicáveis à indústria de alimentos, podendo ser aproveitada na produção de diferentes produtos como bebida, sobremesas, derivados do leite, biscoitos, massas e pães (GIUNTINI; LAJOLO; MENEZES, 2003).

O consumo de fibra alimentar pode reduzir riscos de doenças, como a prevenção de doenças cardiovasculares e gastrointestinais, câncer de cólon, hiperlipidemias, diabetes e obesidade. Atuam ainda na redução da absorção da glicose sérica pós-prandial nas dietas ricas em carboidratos. A composição e suas propriedades físico-químicas podem explicar a sua função nos alimentos, portanto, essas informações podem ser aplicadas para a compreensão dos efeitos fisiológicos das fibras (CÓRDOVA *et al.*, 2005).

O desenvolvimento de produtos com alegações funcionais e o estudo de novas fontes de fibras tem se evidenciado entre os pesquisadores pelos benefícios desses compostos à saúde.

Ebihara e Kiriya (1982) estudaram o efeito da farinha da casca de maracujá amarelo na glicemia de ratos, evidenciando que dietas com alto teor de fibra alimentar têm apresentado resultados positivos em relação à tolerância à glicose, redução de hiperglicemia pós-prandial e taxa secretora de insulina, em indivíduos diabéticos. A fração da fibra solúvel é apontada como responsável por estes efeitos fisiológicos benéficos e vários mecanismos têm sido propostos para explicar sua ação.

Pérez e Germani (2007), por seu turno, em pesquisa para o desenvolvimento de produtos de panificação, utilizaram a berinjela, pelo seu alto teor de fibras, para a elaboração de biscoitos, tornando-os prontos para o consumo. Enquanto que O'Shea, Arendt e Gallagher (2012) estudaram a fibra dietética e fitoquímicos de subprodutos de frutas e vegetais e suas recentes aplicações como novos ingredientes em produtos alimentícios. Os resultados apontaram que as fibras, devido às suas propriedades funcionais, tais como a geleificação e retenção de água, podem ser utilizadas como ingrediente funcional.

3.7 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE: PRINCIPAIS ENSAIOS

3.7.1 Radicais livres e antioxidantes

Os radicais livres são átomos ou moléculas altamente reativos, contendo um ou mais elétrons desemparelhados nos orbitais externos, que formam um campo magnético atraindo qualquer composto situado próximo à sua órbita externa, enquanto que as espécies reativas de oxigênio são moléculas radicaladas, derivadas de oxigênio, como o peróxido de hidrogênio (SHAMY; MOREIRA, 2004).

Segundo Halliwell (1992), a presença de elétrons desemparelhados torna certos radicais livres altamente reativos às espécies químicas próximas, tornando-se potencialmente perigosos ao tecido vivo.

Os radicais livres são capazes de oxidar moléculas do organismo, causando destruição e envelhecimento das células. Com o avanço da idade, os radicais livres estão envolvidos numa série de problemas que vão desde a catarata, doenças cardiovasculares até o câncer (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009).

Devido ao desemparelhamento no orbital externo, as espécies radicalares tendem a completar o orbital à custa de elétron de outras moléculas, propriedade responsável pela sua alta reatividade (YOKAICHIYA; GALEMBECK, 2000).

Segundo esses autores, grande parte dos radicais livres é constituída por estruturas extremamente reativas e instáveis que, ao tornarem-se estáveis, capturam elétrons de outra molécula, transformando-a em outro radical. Inicia-se, assim, uma reação em cadeia, podendo lesionar várias estruturas celulares. Ocorre então a formação de lipoperóxidos, pela ação do radical hidroxila e outros radicais (proxil, alcóxi), nos componentes lipídicos das membranas, promovendo a liberação de enzimas que podem destruir a célula.

No que diz respeito aos antioxidantes, estes são substâncias que retardam o aparecimento da alteração oxidativa no alimento (BRASIL, 1965), atuando em baixas concentrações em substratos oxidáveis, inibindo ou retardando significativamente a lipoperoxidação (HALLIWELL, 1995).

Do ponto de vista químico, os antioxidantes são compostos aromáticos que contém, no mínimo, uma hidroxila e impedem a oxidação de outras substâncias químicas. Destacam-se os compostos sintéticos butilhidroxilanol (BHA) e o butilhidroxitolueno (BHT), amplamente utilizados pela indústria alimentícia, bem como os naturais, tais como os organosulfurados, fenólicos e terpenos, substâncias bioativas que fazem parte da constituição de diversos alimentos (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009).

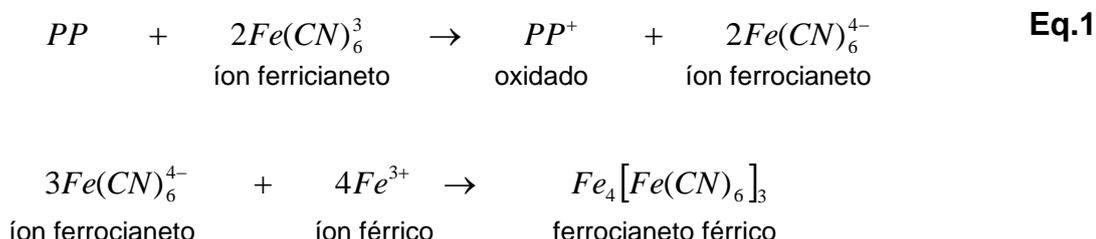
O crescente interesse na substituição de antioxidantes sintéticos por naturais tem fomentado investigações sobre fontes vegetais e a busca de matérias-primas para a identificação de novas fitomoléculas. As reações de oxidação não são preocupações exclusivas da indústria de alimentos, mas também de outros setores, tais como cosméticos, plásticos e produtos farmacêuticos (MOURE *et al.*, 2001).

O interesse pelo uso dos antioxidantes naturais iniciou-se diante da comprovada relação de efeitos maléficos à saúde, causada por altas doses de BHT, BHA e TBHQ, comprometendo o peso do fígado e uma acentuada proliferação do retículo endoplasmático (DURÁN; PADILLA, 1993).

Existem diversos ensaios analíticos *in vitro* para determinação de atividade antioxidante de substâncias de fontes vegetais, dentre eles o teste do poder redutor, método do radical DPPH e método do radical ABTS.

3.7.2 Poder redutor

A avaliação do poder redutor fundamenta-se na capacidade dos compostos fenólicos reduzirem o íon ferricianeto, com consequente formação de um complexo colorido (azul da prússia), o ferrocianeto férrico (GRAHAM, 1992). Na equação 1, encontra-se apresentada a equação estequiométrica da redução do íon ferricianeto a ferricianato na presença de antioxidantes.



Fonte: Barbosa (2009)

3.7.3 Método do radical DPPH

O ensaio do DPPH é o mais antigo método indireto para a determinação da capacidade antioxidante. Fundamenta-se na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorbância a 515 nm (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET; 1995).

O DPPH é um radical estável em solução que reage com compostos capazes de doar elétrons. Para essa análise, é preparada uma solução alcoólica de DPPH, que absorve no comprimento de onda próximo a 517 nm. À

medida que seu elétron deixa de ser desemparelhado, a absorção decresce e ocorre a mudança de cor frente às moléculas antioxidantes envolvidas (DI MAMBRO; MARQUELE; FONSECA, 2005).

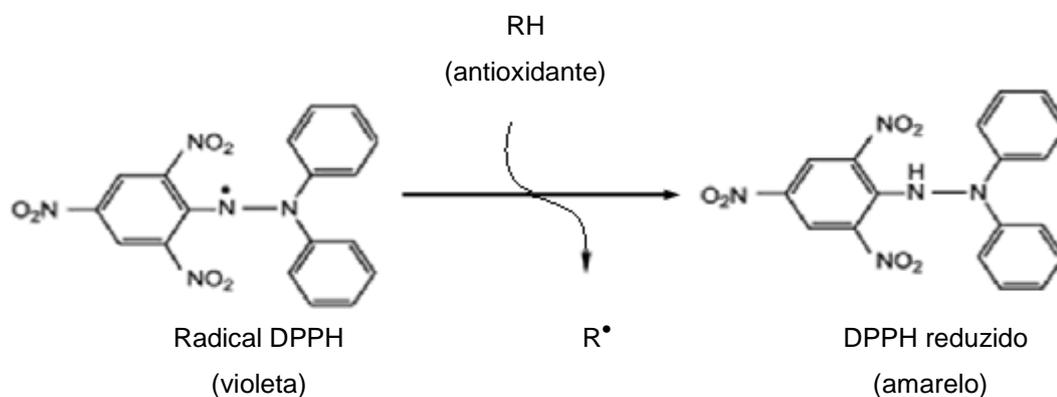


Figura 8 - Estrutura química do radical DPPH e reação de estabilização com um antioxidante
Fonte: Moon e Shibamoto (2009).

3.7.4 Método do radical ABTS

Outro método bastante utilizado para determinação da atividade antioxidante é o método do ABTS, usado em extratos vegetais de natureza hidrofílica e lipofílica. Consiste em monitorar o decréscimo do radical $ABTS^{\bullet+}$ produzido pela oxidação do 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico), provocada pela adição de uma amostra contendo fenólicos. A reação com o $ABTS^{\bullet+}$ ocorre de forma lenta com vários fenólicos e amostras de produtos naturais e os resultados quantitativos dependem do tempo de incubação, bem como da razão entre a quantidade de amostra e a concentração do radical (CAMPOS; ESCOBAR; LISSI, 1996).

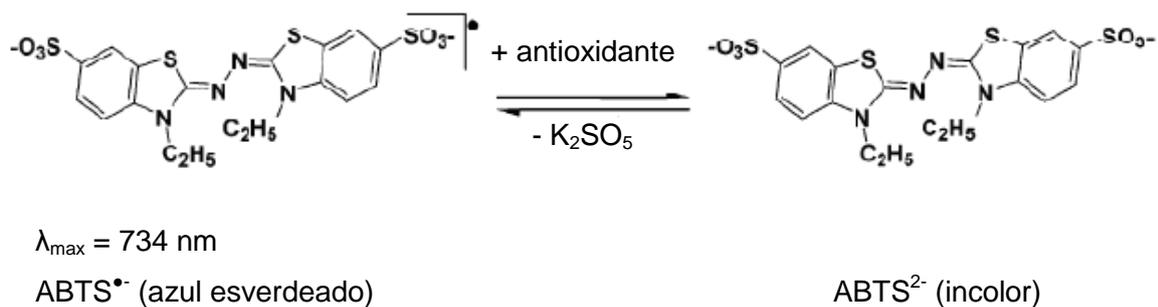


Figura 9 - Estabilidade do radical ABTS^{•+} por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.
 Fonte: Barbosa (2009)

3.8 FARINHAS

Atualmente, percebe-se que os termos “farinha” ou “pó” de resíduos de frutas têm sido frequentemente utilizados entre os pesquisadores brasileiros. No entanto, parece não haver unanimidade quanto à definição desse produto desidratado, quanto ao entendimento do que seja a parte comestível da fruta.

A legislação brasileira define como farinha “o produto obtido pela moagem da parte comestível de vegetais, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados” (BRASIL, 1978).

Esta mesma Resolução (CNNPA nº 12, de 1978) traz uma definição para pós para preparo de alimentos, determinando-os como produtos compostos “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.”

Resguardadas as especificidades da legislação e pensamentos dos pesquisadores, foi convencionado neste trabalho denominar o produto obtido pela desidratação dos resíduos de maracujá e manga como “farinha”.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos, em parceria com os Laboratórios de Bioprocessos Alimentícios, Laboratório de Propriedades Físicas de Alimentos e Laboratório de Catálise e Química de Materiais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus Juvino Oliveira*.

4.1 Equipamentos

- Agitador de tubos (Quimis, Q-220B2);
- Banho ultrasson (Unique, 1400, frequência 40 khz);
- Banho-maria (Fisatom, 562A);
- Bomba calorimétrica (IKA, C200);
- Centrífuga (Hettich Lab Technology, Universal 320 R);
- Equipamento digital medidor de atividade de água (Aqualab-Decagon Inc., EUA, CX-2);
- Espectrofotômetro (Shimadzu UV mine 1240);
- Espectrômetro de absorção atômica (SpectrAA 110, Varian);
- Estufa com circulação e renovação de ar (Quimis);
- Evaporador rotativo (Fisatom, 802);
- Extrator de Soxhlet (Marconi, Ma 044);
- Moinho de facas (SOLAB);
- pHmetro digital (Bel Engineering SRL, pHs 3BW microprocessador pH/MV meter).

4.2 Obtenção da matéria-prima

Os resíduos das frutas maracujá e manga foram cedidos gentilmente pelas indústrias processadoras de polpas de frutas Frutar e Nutrical, localizadas nos municípios de Vitória da Conquista e Ibirataia, Bahia, respectivamente, coletados entre os meses de novembro de 2011 e abril de 2012, em três lotes distintos. Foram cedidos cerca de 30 kg de resíduos de

cada fruta, totalizando aproximadamente 60 kg de subprodutos, sendo utilizadas apenas as cascas das frutas para condução deste trabalho.

4.3 Processamento das farinhas de casca de maracujá (FMJ) e de manga (FMG)

As etapas do processo de obtenção das farinhas de resíduos de maracujá e manga estão apresentadas na Figura 10.

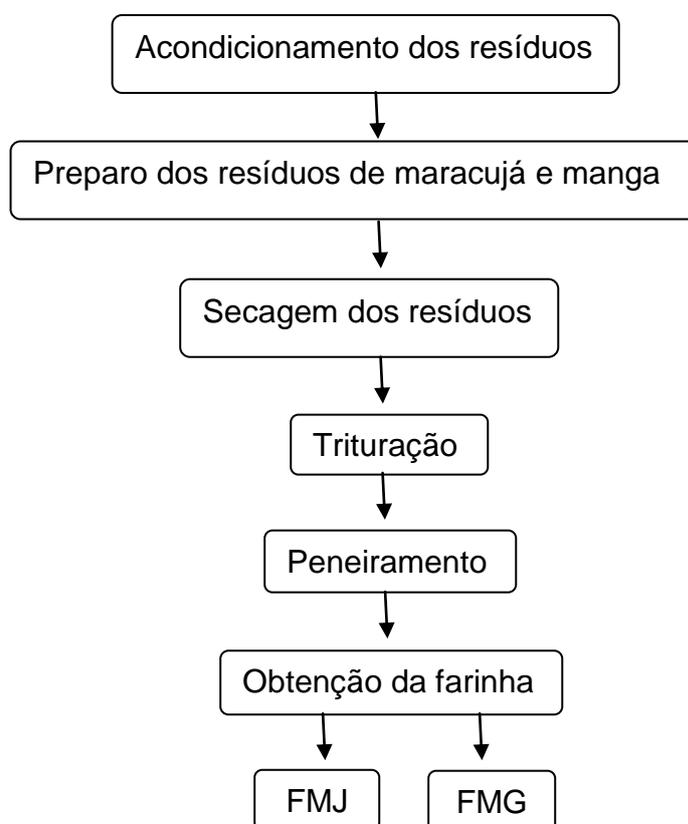


Figura 10 - Fluxograma experimental para obtenção das farinhas de resíduos da indústria frutícola (cascas) de maracujá (FMJ) e de manga (FMG).

Os resíduos de maracujá e manga recebidos foram acondicionados em sacos plásticos e armazenados em freezer a uma temperatura de $-18 (\pm 2^{\circ}\text{C})$.

Na etapa de preparo, inicialmente os subprodutos das frutas foram selecionados. Para os resíduos de maracujá, foram utilizados o epicarpo (parte amarela da casca) e o endocarpo (parte branca da casca), sendo as sementes e pedúnculo descartados, enquanto que para os subprodutos de manga, foram

utilizadas as cascas. As cascas foram então lavadas em água corrente para retirada das sujidades e imersas em água clorada por 15 minutos (50 ppm de cloro ativo).

As cascas de maracujá foram cortadas manualmente em pedaços menores de aproximadamente 6 cm², para facilitar o processo de secagem, enquanto os resíduos da manga já se encontravam fracionados em dimensões pequenas, adequadas para o procedimento.

Os resíduos foram submetidos à secagem no NECAL em estufa com circulação e renovação de ar em temperatura de 60 (± 2°C), durante tempos variados. Para os resíduos de maracujá, foram necessárias 48 horas e, para os de manga, 72 horas, sendo em seguida mantidos em dessecador por duas horas.

Para o processo de trituração, inicialmente, os resíduos foram moídos em moinho de facas e, posteriormente, processados em liquidificador de uso doméstico para obtenção de uma textura mais fina. Para a padronização da granulometria da farinha, foi utilizada peneira de 80 mesh e os produtos obtidos foram acondicionados em recipientes plásticos de polietileno com tampa, mantidos à temperatura de -18 (± 2°C). Na figura 11, estão apresentadas ilustrações dos resíduos nas diferentes fases de processamento, desde a forma *in natura* até a fase de produto final (farinha).



Figura 11 - Aspectos visuais dos resíduos e das farinhas de cascas de maracujá e de manga

¹(1) casca de manga processada, (2) casca de manga desidratada, (3) farelo de manga, (4) FMG, (5) casca de maracujá (6) casca de maracujá desidratado, (7) farelo de maracujá, (8) FMJ. Fonte: Autora

4.3.1 Rendimento das farinhas

Os rendimentos das farinhas dos resíduos foram realizados mediante a relação entre a massa dos resíduos, na forma de pó, e a massa dos resíduos antes da secagem, conforme equação 2.

$$R (\%) = \frac{PF}{PI} \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

Em que, R = rendimento

PF = peso final da farinha (kg)

PI = peso inicial do resíduo (matéria-prima)

4.4 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E VALOR CALÓRICO

As determinações químicas e o valor calórico das farinhas de cascas de maracujá (FMJ) e de manga (FMG) foram realizados em triplicata.

4.4.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado por gravimetria pelo método de secagem em estufa com circulação e renovação de ar, sendo utilizadas 05 g de amostra, submetida à temperatura de 105 ($\pm 2^\circ\text{C}$) até peso constante. Os resultados foram expressos em g. 100 g⁻¹ (IAL, 2005).

4.4.2 Cinzas

As análises de cinzas foram determinadas por gravimetria pela calcinação de 5 g das amostras em mufla em temperatura de 550 ($\pm 2^\circ\text{C}$) até peso constante (AOAC, 2010).

4.4.3 Proteínas totais

As proteínas totais foram quantificadas através do método semimicro Kjeldahl, descrito por Silva e Queiroz (2002), recolhendo-se a amônia liberada em ácido bórico a 4%, sendo o fator de conversão de nitrogênio igual a 6,25.

4.4.4 Lipídios totais

Para a determinação de lipídios totais, empregou-se o método recomendado pelo AOAC (2010). Para tal, utilizou-se uma alíquota de 1 g de amostra através de extração em extrator de Soxhlet, com éter etílico como solvente extrator, durante 8 horas.

4.4.5 Acidez Titulável

Para a determinação da acidez, foram pesados 5 g das amostras, sendo tituladas com solução de NaOH 0,1 N, usando a fenolftaleína como indicador. A acidez foi expressa em g de ácido cítrico. 100g⁻¹ de amostra (AOAC, 2010).

4.4.6 pH

Foram homogeneizadas 10 g de amostra diluídas em 100 mL de água destilada. As medidas de pH foram realizadas em pHmetro digital, devidamente calibrado, conforme instruções do fabricante (IAL, 2005).

4.4.7 Atividade de Água (Aw)

A atividade de água foi determinada por medida direta em equipamento digital medidor de Aw, operando à temperatura de 25 (± 0,3°C), empregando-se a técnica do ponto de orvalho em espelho resfriado. Foram utilizadas aproximadamente 8 g de amostra dispostas em recipientes plásticos, tomando-se como valor a média aritmética de três leituras.

4.4.8 Açúcares redutores, não redutores e solúveis totais

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

Para determinação de açúcares não redutores, foram feitas adaptações, sendo a hidrólise desses açúcares realizada de acordo com Matissek, Schenepel e Steiner (1998). Foi adicionado HCl concentrado à amostra sob aquecimento, neutralizando com NaOH (30%), sendo posteriormente resfriada em banho de gelo até temperatura ambiente. Para a quantificação dos açúcares totais, foi adotado o mesmo procedimento utilizado para os açúcares redutores.

Os açúcares solúveis totais foram obtidos através do somatório entre os açúcares redutores e não redutores. Os resultados foram expressos em mg de glicose. 100g⁻¹.

4.4.9 Fibras solúveis, insolúveis e totais

Os teores de fibras solúveis (FS), insolúveis (FI) e totais (FT) foram determinados pelo método enzimático-gravimétrico. A metodologia baseia-se na determinação do peso do resíduo resultante da eliminação do amido e da proteína, por meio da hidrólise enzimática (α -amilase, protease e amiloglicosidase), e posterior precipitação das fibras na presença de etanol (AOAC, 1990). As análises foram realizadas no Laboratório Amazile Biagioni Maia – LABM, localizado em Juiz de Fora – MG.

4.4.10 Valor calórico

As determinações dos valores calóricos das amostras foram feitas por calorimetria direta em bomba calorimétrica. O método permite a determinação

precisa do conteúdo energético por meio da combustão completa do alimento. Pesou-se 1 g de amostra colocada em câmara de combustão, alimentada com oxigênio sobre pressão. O calor de combustão da amostra foi comparado com o padrão de ácido benzóico e o resultado foi expresso em Kcal.100g^{-1} .

4.5 CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA

As análises bioquímicas dos extratos hidroetanólicos das farinhas de cascas de maracujá (FMJ) e de manga (FMG), bem como a avaliação do poder redutor e da atividade antioxidante pelos métodos dos radicais DPPH e ABTS foram realizadas em duplicata.

4.5.1 Determinação de Flavonoides

Os extratos foram obtidos a partir da diluição de 0,5 g da amostra diluída em 50 mL de solvente extrator (etanol 80%), submetidos ao banho de ultrassom por 20 minutos, conforme proposto por Marinova, Ribarova e Atanassova (2005).

A determinação de flavonoides foi realizada em conformidade com Woisky e Salatino (1998), utilizando como reagente o cloreto de alumínio. A mistura reacional foi constituída de 0,5 mL da amostra, 1,5 mL de álcool etílico, 0,1 mL de cloreto de alumínio, sendo agitados em agitador de tubos. Em seguida, foram transferidos 0,1 mL de acetato de potássio 1 M e 2,8 mL de água (com nova agitação), encubado à temperatura ambiente por 30 minutos, e logo depois procedeu-se a leitura das absorbâncias em espectrofotômetro a 445 nm. A quantificação de flavonoides foi feita através de uma curva analítica de quercetina, variando sua concentração de 0,05 a 1,00 mg de quercetina. mL^{-1} . Os valores foram então expressos em mg de quercetina. 100g^{-1} de peso seco.

4.5.2 Determinação de taninos condensados (proantocianidinas)

A determinação de taninos condensados foi realizada pelo método butanol-ácido, de acordo a metodologia recomendada por Porter, Hrstich e

Chan (1986). 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, 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, v.v⁻¹) e 0,1 mL de Fe₂NH₄SO₄ (2g.100mL⁻¹ de água destilada). Os tubos foram aquecidos em banho-maria, por 1 hora, a 100°C, resfriados em temperatura ambiente e, depois disso, procederam-se as leituras das absorvâncias em espectrofotômetro a 550 nm. 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, v.v⁻¹). Os valores foram expressos em mg de catequina. 100g⁻¹ de peso seco.

4.5.3 Determinação de taninos hidrolisáveis

Os taninos hidrolisáveis foram determinados de acordo com o método adaptado de Brune, Hallberg e Skanberg (1991). A extração dos taninos foi realizada com álcool metílico, sob agitação, durante 10 minutos, seguida de repouso por uma hora e subsequente filtração. Transferiu-se uma alíquota de 2 mL do extrato metanólico para um tubo de ensaio e foi adicionado 8 mL de solução reagente de sulfato férrico amoniacal (solução reagente-FAS), constituída de 89% de tampão ureia: acetato, 10% de solução de goma arábica 1% em água deionizada e 1% de solução de sulfato férrico amoniacal 5% em ácido clorídrico 1 M. O branco foi feito nas mesmas condições excetuando-se a amostra. Após 15 minutos de repouso, procederam-se as leituras das absorvâncias em espectrofotômetro a 578 nm. Foi obtida uma curva analítica linear de ácido gálico, variando sua concentração entre 0,005 a 0,240 mg. GAE. mL⁻¹. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico.100g⁻¹ (GAE) de peso seco.

4.5.4 Teor de taninos totais

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

4.5.5 Carotenoides totais

A determinação de carotenoides foi realizada segundo o procedimento proposto por Kimura e Rodriguez-Amaya (2003). Foram utilizados 0,3 g de amostra com 1,0 celite em 50 mL de acetona PA, previamente resfriada, sendo filtrada em papel filtro. O filtrado foi particionado com 20 mL de éter de petróleo em funil de separação. Posteriormente, o conteúdo foi lavado com 150 ml de água destilada, por três vezes, para completa remoção da acetona. O extrato etéreo foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL, acoplado a um funil de separação contendo 5 g de sulfato de sódio anidro, sob um papel de filtro para remoção da água residual. Posteriormente, ajustou-se o volume da solução com éter de petróleo. A absorbância foi imediatamente medida em espectrofotômetro a 450 nm. Para quantificar os carotenoides totais, utilizou-se a seguinte expressão:

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

Em que:

$A_{450\text{nm}}$ = absorbância

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

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

4.5.6 Obtenção do extrato etanólico

O extrato etanólico foi obtido de acordo com o procedimento proposto por Zhao e Hall (2008), com adaptações. A amostra foi homogeneizada em

solução hidroetanólica (etanol 80%, v.v⁻¹), sendo posteriormente transferida para um béquer, permanecendo imersa em banho ultrassom durante 25 minutos à temperatura ambiente. A parte sólida foi então submetida a mais duas extrações sucessivas, sendo em seguida centrifugada e submetida à concentração em rotaevaporador. O extrato etanólico foi armazenado em frasco de vidro âmbar ao abrigo da luz e mantido sob refrigeração a -4°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) até o momento que foi utilizado.

4.5.7 Determinação de compostos fenólicos totais

Para a determinação dos teores de compostos fenólicos totais, de acordo o procedimento proposto por Wettasinghe e Shahidi (1999), utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu (RFC), empregando uma curva analítica linear de ácido gálico. Foram homogeneizados em tubos de ensaio 0,5 mL do RFC, 0,5 mL de extrato e 1,0 mL de solução saturada de bicarbonato de sódio (NaHCO₃). O volume da mistura foi ajustado para 10 mL com água destilada e submetidos à agitação vigorosa em agitador de tubos. A mistura foi mantida em repouso à temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) por 25 minutos, sendo em seguida centrifugada (9000g por 15 minutos à temperatura de 25°C). O branco foi utilizado nas mesmas condições, excetuando-se amostra. Procederam-se as leituras das absorvâncias em espectrofotômetro a 773 nm, sendo os resultados expressos em mg de ácido gálico.100g⁻¹ de amostra desidratada.

4.5.8 Avaliação da atividade antioxidante

4.5.8.1 Poder redutor

O poder redutor foi avaliado de acordo com o procedimento descrito por Oyaizu (1988), com adaptações. A partir do extrato etanólico bruto, as amostras foram diluídas em diferentes concentrações (0,02; 0,04; 0,06; 0,08 e 0,1 mg mL⁻¹), utilizando-se solução hidroetanólica (etanol 80%). Transferiu-se uma alíquota de 1,0 mL de cada solução, para tubos de ensaio de 2,5 mL. Posteriormente, a 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). Posteriormente, a mistura foi incubada a 45°C por 20 minutos. Foram acrescidos 2,5 mL de ácido tricloroacético a 10% (p/v), 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), sob agitação. O branco foi feito sob as mesmas condições, excetuando-se a amostra e as leituras das absorvâncias que foram realizadas em triplicata a 700 nm. Para quantificação, foi realizada uma curva analítica linear com BHT nas mesmas concentrações referidas das amostras. Os valores foram expressos em mg de equivalente de BHT. 100 g⁻¹.

4.6.8.2 Método do radical DPPH

A atividade antioxidante dos extratos hidroetanólicos das amostras foi determinada de acordo com o protocolo proposto por Brand-Willians, Cuvelier e Berset (1995).

O método fundamenta-se na redução do radical DPPH[•] (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes fenólicos presentes na amostra, resultando num decréscimo da absorvância medida a 515 nm. Alíquotas de 1 ml de extrato etanólico preparadas em diferentes concentrações foram adicionados a cada 4 ml de uma solução etanólica de DPPH 0,06 mM. O tubo branco consistiu de 1 ml de etanol adicionado a 4 ml da solução de DPPH[•]. Após um período de incubação de 30 min em temperatura ambiente, na ausência de luz, a absorvância foi medida em espectrofotômetro a 517 nm. A análise foi realizada em triplicata e a atividade de radicais livres foi calculada conforme equação 3.

$$I \% = \frac{Abs_0 - Abs_1}{Abs_0} \times 100 \quad \text{Eq.3}$$

Em que:

$I \%$ = percentual de inibição;

Abs_0 = absorvância do ensaio em branco;

Abs_1 = absorvância do extrato presente em diferentes concentrações.

4.6.8.3 Método do radical ABTS

A determinação da atividade antioxidante pelo método do radical ABTS 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS^{•+}) foi realizada conforme procedimento proposto por Re *et al.* (1999). O radical ABTS^{•+} foi gerado a partir da reação 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. Em seguida, a solução do radical foi diluída em etanol até obter uma medida de absorvância de $0,7 \pm 0,05$ a 734 nm.

Os extratos hidroetanólicos das amostras com diferentes concentrações de fenólicos totais (0,02; 0,04; 0,06; 0,08 e 0,1 mg mL⁻¹) foram adicionados à solução do ABTS^{•+} e a absorvância medida, após 6 minutos, em espectrofotômetro. 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⁻¹ de fenólicos totais do extrato).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Processamento das farinhas de cascas de maracujá (FMJ) e de manga (FMG)

5.1.1 Rendimento

Os rendimentos das FMJ e FMG encontram-se apresentados na tabela 2, obtidos conforme especificado no item 4.4.1.

Tabela 2 - Rendimento das farinhas de casca de maracujá e de manga

Rendimento (%)	
Farinha de cascas de maracujá	Farinha de cascas de manga
9,67 ± 2,01	8,01 ± 2,14

¹Valores médios ± Desvio padrão

Nas condições de processamento desse experimento, as farinhas de maracujá e manga demonstraram rendimento de 9,67 e 8,01% em relação à matéria-prima. Com base nesses índices, uma tonelada de resíduos produz cerca de 100 e 80 kg, respectivamente, de FMJ e FMG. Na literatura e nas bases de dados do Sciencedirect e Scielo, não foram encontrados, até a presente data, dados referentes ao rendimento dessas farinhas. No entanto, o baixo rendimento pode ser atribuído às perdas durante o processamento como manipulação, moagem, peneiramento, transferência do material, além de perda de água.

5.2 Caracterização química e valor calórico

Conhecer a composição dos alimentos é de fundamental importância para a avaliação do consumo de nutrientes pela população e controle de qualidade. Esses dados servem como fontes subsidiárias de estudos epidemiológicos que pesquisam a relação entre a dieta e os riscos de doenças,

e ainda podem orientar a produção agrícola e a indústria de alimentos no desenvolvimento de novos produtos (Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação, 2011).

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da composição química parcial e valor calórico das farinhas de cascas de maracujá e de manga.

Tabela 3 – Composição química parcial e valor calórico das farinhas de cascas de maracujá e de manga

Análise	Amostras	
	Farinha de cascas de maracujá	Farinha de cascas de manga
Umidade (g.100g ⁻¹)	9,67 ± 2,01	8,01 ± 2,14
Cinzas (g.100g ⁻¹)	6,66 ± 0,09	2,35 ± 0,01
Proteínas totais (g.100g ⁻¹)	7,95 ± 0,96	4,65 ± 0,58
Lipídios totais (g. 100g ⁻¹)	5,46 ± 0,02	2,21 ± 0,01
pH	2,08 ± 0,46	2,46 ± 0,49
Acidez titulável (g ácido cítrico.100g ⁻¹)	0,95 ± 0,16	0,66 ± 0,04
Atividade de água (Aw em 25°C ± 0,3)	0,49 ± 0,01	0,42 ± 0,01
Açúcares redutores (mg. glicose. 100g ⁻¹)	1,29 ± 0,51	3,00 ± 0,96
Açúcares não redutores (mg. glicose. 100g ⁻¹)	3,00 ± 0,96	8,07 ± 0,25
Açúcares solúveis totais (mg. glicose. 100g ⁻¹)	4,29 ± 1,45	11,07 ± 0,82
Sacarose (mg. glicose. 100g ⁻¹)	1,71 ± 0,49	5,07 ± 1,13
Valor calórico (kcal. 100g ⁻¹)	346,73 ± 0,10	379,03 ± 0,02

¹Valores médios ± desvio padrão

A determinação da umidade de um alimento é de grande importância principalmente em análise de alimentos. Este parâmetro está relacionado com a estabilidade, qualidade e composição do alimento, podendo afetar características do produto como: estocagem, embalagem e processamento (IZIDORO *et al.*, 2008; CRECHI, 2003). Dessa forma, torna-se importante o seu conhecimento para a indústria de alimentos com vistas a assegurar ao produto melhor qualidade e maior tempo de vida de prateleira.

Para a análise de umidade, verificaram-se teores médios de 9,67% e 8,01% (Tabela 3), respectivamente, para as FMJ e FMG, caracterizando-as como produtos de baixa umidade e maior durabilidade em relação ao

armazenamento. Uchoa *et al.* (2008) e Pinheiro *et al.* (2008), estudando a farinha de maracujá, encontraram teores semelhantes, cujos valores são, respectivamente, 10,23 e 9,93%. No que diz respeito à FMG, outros autores encontraram teores semelhantes como Ajila, Leelavanthi e Prasada Rao (2008) e Nobre, Sousa e Martins (2011), que obtiveram teores de 10,5% e 10%, respectivamente. Os valores observados neste trabalho foram inferiores a 10% estando, portanto, adequadas à legislação brasileira que permite até 15% (BRASIL, 1978). Farinhas com teor de umidade acima de 14% tendem a formar grumos, prejudicando a produção de massas por processo contínuo, em que a farinha e a água devem fluir uniformemente para manter as proporções desses ingredientes na mistura de massa na fabricação de produtos de panificação (EL-DASH; GERMANI, 1994). Além disso, farinha com teor de umidade acima de 14% cria condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos, possibilitando ainda a ocorrência de reações químicas e enzimáticas (SILVA, 1991).

Com relação ao conteúdo de cinzas, a sua determinação no alimento é um dado importante, pois fornece indicativo do teor de minerais da amostra (FONSECA *et al.*, 2011). O teor médio de cinzas observado para a FMJ foi de 6,66%, sendo esse valor próximo aos encontrados por Ishimoto *et al.* (2007) e Lima (2007), que obtiveram, respectivamente, 7,38 e 7,37%. Para a FMG, foi verificado 2,35%, sendo esse teor similar aos encontrados por Hassan *et al.* (2011) e Ashoush e Gadallah (2011), 2,7 e 3,8%, respectivamente. Bezerra *et al.* (2011) analisaram o comportamento de polpas de mangas desidratadas em pó e encontraram 1,32% para a variedade manga rosa e 1,59% para a Tommy Atkins. Este achado sugere que a farinha feita com a casca de manga tem maiores concentrações de minerais do que aquela feita com a polpa.

Considerando o resultado de proteínas totais, observou-se que o valor médio para a FMJ (7,95%) foi superior aos encontrados por outros autores como Ferreira e Pena (2010) e Pinheiro *et al.* (2008), cujos valores são, respectivamente, 6,0 e 4,05%. No entanto, Lima (2007), estudando a aplicação da farinha de maracujá em produtos alimentícios, encontrou teor de 9,24%, semelhante ao obtido neste trabalho. Para a FMG, verificou-se teor médio de 4,65%, superior ao obtido por Dantas (2010), que observou valor de 2,83%. Outros trabalhos de avaliações da composição química da farinha de manga

evidenciam resultados semelhantes, como os de Hassan *et al.* (2011) e Ajila, Leelavanthi e Prasada Rao (2008), cujos teores de proteínas são de 4,6 e 3,6%, respectivamente. De acordo com a ANVISA, para um alimento ser considerado como uma fonte proteica este deve ter no mínimo 10% do IDR de referência (50 g) (BRASIL, 1998). Assim, a ingestão de 91,57 g.dia⁻¹ de FMJ ou 107,52 g.dia⁻¹ de FMG forneceria a quantidade de proteína recomendada pela ANVISA.

Considerando os resultados dos conteúdos de lipídios totais, verificou-se teor médio de 5,46% para a FMJ. Esse valor foi superior ao encontrado por Lima (2007) que obteve 2,09% e próximo ao verificado por Vieira *et al.* (2008), 3,87%. Entretanto, Pinheiro *et al.* (2008) encontraram um valor bem inferior, menor que 0,1%. Já para a FMG, o teor de lipídios totais foi de 2,21%, semelhantes àqueles apresentados por Ajila, Leelavanthi e Prasada Rao (2008) e Ashoush e Gadallah (2011), que obtiveram, respectivamente, 2,2 e 1,23%.

Os lipídios são substâncias importantes para o organismo por conferir qualidade a determinados produtos alimentares, especialmente no que diz respeito às propriedades organolépticas, tornando-os desejáveis. Por outro lado, atribuem valor nutritivo aos alimentos, constituindo uma fonte de energia metabólica de ácidos graxos essenciais, tais como os ácidos linolênico, linoleico e araquidônico, bem como de vitaminas lipossolúveis como A, D, E e K (ST. ANGELO, 1996).

As variações encontradas para os teores de proteínas e lipídios podem estar associadas ao fato das pesquisas não terem utilizado a casca integralmente (epicarpo, mesocarpo e endocarpo), como nesse experimento.

Em se tratando de determinação de acidez, esse é um valioso parâmetro pela sua utilidade na indústria de alimentos. Esse dado apresenta contribuições importantes como conservantes para o alimento (visando aumentar sua vida de prateleira), serve como base de cálculo na elaboração de produtos acidificados artificialmente, além de ser indicativo de qualidade e maturidade de algumas frutas (BAPTISTA; BENEVIDES; FURTUNATO, 2008; DOMINGUES, ONO; RODRIGUES, 2001).

Com referência às análises de acidez e pH, verificaram-se para a FMJ valor médio de acidez 0,95 g ácido cítrico.100g⁻¹ de amostra e pH 2,08, sendo

então considerado um produto de alta acidez. Santos (2008), analisando a farinha de resíduos de maracujá, observou valor médio de 0,69g de ácido. 100 g⁻¹ de amostra para acidez e 5,19 para pH.

Para a FMG, o teor de acidez foi de 0,66 g ácido cítrico.100 g⁻¹ de amostra e pH 2,46, de igual modo, considera-se como um alimento de elevada acidez. Esses valores estão abaixo dos encontrados por Nobre, Sousa e Martins (2011) que observaram 2,3% de acidez e 4,5% de pH. No entanto, a FMJ e a FMG, quando comparadas com a farinha de trigo integral, apresentam acidez adequada, tendo em vista que os valores médios encontrados são inferiores a 4%, limite estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 1978).

Elevados teores de acidez podem ser indicativos de falhas durante o processamento, além de poder ser originada dos próprios constituintes naturais do alimento, pela fermentação ou ser resultado da deterioração que o mesmo tenha sofrido (FERNANDES *et al.*, 2008).

Considerando a análise de atividade de água (A_w), os valores médios verificados para a FMJ e FMG foram, respectivamente, 0,49 e 0,42%, sendo portanto, consideradas como produtos estáveis contra a deterioração microbiana.

A atividade de água não expressa a quantidade de água total do alimento, e sim, apenas a água livre. Nos alimentos, a água pode se encontrar sob duas formas: água livre e água combinada, que juntas representam a umidade. Por outro lado, os microrganismos precisam de água disponível para crescer no alimento. Normalmente, a disponibilidade de água para o crescimento e atividade metabólica dos microrganismos se desenvolverem é expressa em termos de atividade de água (A_w). Sua determinação é feita através expressão: $A_w = P/PO$, que é a relação entre a pressão de vapor de água em equilíbrio sobre o alimento e a pressão de vapor da água pura, à mesma temperatura, sendo seu valor máximo igual a 1. De um modo geral, à medida que a A_w for reduzida, conserva-se mais o alimento (BAPTISTA; LINHARES, 2005).

Ainda segundo esse autor, a maioria das bactérias patogênicas encontra-se controladas quando a A_w é inferior a 0,85, sendo que, na maioria dos casos, ocorre inibição da produção de toxinas em valores inferiores a 0,90.

Enquanto que, para valores abaixo de 0,60, tem-se reduzido ou nenhum crescimento de microrganismos.

Para a conservação de alimentos, a A_w é um dos parâmetros mais importantes, sob o aspecto biológico e transformações físicas. A partir desse dado, podem ser previstas reações de oxidação lipídica, escurecimento enzimático, atividade enzimática, desenvolvimento de microrganismos, bem como o comportamento de mistura de alimentos com diferentes valores de A_w e sistema de embalagens (NETO; DENIZO; QUAST, 1976).

Em se tratando de açúcares, grande parte dos alimentos que consumimos contém esses constituintes. Assim, a determinação dos seus teores no alimento é importante para controle de sua qualidade e valor nutricional.

Os valores médios de açúcares redutores (AR), não redutores (AT), solúveis totais (AST) para a FMJ foram, respectivamente: 1,29; 3,0 e 4,29 mg. glicose. $100g^{-1}$. Enquanto que para a FMG foram obtidos, respectivamente, valores de 3,0; 8,07 e 11, 07 mg. glicose. $100 g^{-1}$ de amostra. Os teores de sacarose encontrados foram de 1,71 mg. glicose. $100 g^{-1}$ para a FMJ e 5,07 mg. glicose. $100g^{-1}$ para a FMG.

Com base nos dados verificados de AST e, de acordo com a ANVISA, a FMJ pode ser considerada como uma boa fonte de açúcar. A legislação brasileira considera um alimento como fonte de açúcar aquele que apresenta até 5g. $100g^{-1}$ (sólidos) e baixo teor àqueles produtos cujos teores são inferiores a 0,5g. $100g^{-1}$ (sólidos) (BRASIL, 1998).

A FMG apresentou teor de AST duas vezes maior que o definido pela ANVISA, sendo assim, pode ser considerada como uma farinha de elevado teor de açúcares. Nesse sentido, a ingestão de $69,93g.dia^{-1}$ de FMJ ou $27,10g.dia^{-1}$ de FMG seria suficiente para fornecer a quantidade recomendada de açúcares pela legislação.

Souza, Ferreira e Vieira (2008) observaram para a farinha de maracujá valor médio de 1,66 $g.100g^{-1}$ para o teor de AT, enquanto Uchoa *et al.* (2005) verificaram concentração de AST de 8,30%. Em outro estudo, Marques *et al.* (2010), analisando a composição centesimal da casca de manga, obtiveram valores médios de 0,55% e 1,69% de glicose para AR e AT, teores bem abaixo dos obtidos para a FMJ e FMG. Com base nesses dados, considera-se que o

processo de secagem da casca das frutas eleva os teores de açúcares na farinha, fato que pode ser explicado pela remoção de água.

A determinação do valor energético de um alimento, assim como sua composição química, é de fundamental importância nutricional, principalmente no planejamento de uma dieta.

Segundo a ANVISA, um alimento é considerado como fonte de energia quando fornece 40 kcal. 100g⁻¹(sólidos) e, quando apresenta valor inferior a 20 kcal. 100g⁻¹(sólidos), ele é tido como de baixo valor calórico (BRASIL, 1998)

O valor calórico médio da FMJ foi de 346,73 kcal. 100g⁻¹, superior aos encontrados por Torres *et al.* (2011), Santos (2008) e Abud e Narain (2005), cujos valores foram, respectivamente, 210,52 kcal. 100g⁻¹, 205,37 kcal. 100g⁻¹ e 254,36 kcal. 100g⁻¹. O valor médio obtido para a FMG foi de 379,03 kcal. 100g⁻¹, semelhante ao obtido para a FMJ. Assim, de acordo com a legislação brasileira, o consumo de 11,54 e 10,55 g.dia⁻¹ de FMJ ou FMG, respectivamente, seria suficiente para atender sua recomendação.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados dos componentes da fração de fibra alimentar: fibras insolúveis (FI), solúveis (FS) e totais (FT) das farinhas de cascas de maracujá e de manga.

Tabela 4 - Componentes da fração de fibra alimentar encontradas nas farinhas de cascas de maracujá e de manga

Componentes	Farinha de cascas de maracujá	Farinha de cascas de manga
	(g. 100g ⁻¹)	
Fibras insolúveis	20,03 ± 1,36	14,03 ± 0,21
Fibras solúveis	47,93 ± 0,47	32,57 ± 0,15
Fibras totais	67,93 ± 1,80	46,57 ± 0,42

¹Valores médios ± desvio padrão

²Método enzimático-gravimétrico

As fibras alimentares vêm despertando interesse na área de saúde, tendo em vista seus efeitos benéficos na prevenção e controle de doenças. Sua presença no alimento torna-se relevante, uma vez que existe uma relação entre o baixo consumo pela população e o acometimento de doenças crônicas degenerativas (FASOLI, 2007).

Desse modo, a determinação de fibras alimentares nos alimentos torna-se importante já que assume papel significativo na prevenção de distúrbios gastrointestinais, prevenção e tratamento da obesidade infantil, redução dos níveis de triglicérides e colesterol sanguíneo e possível redução do risco de doenças cardiovasculares, câncer e diabetes (ANJO, 2004; ORDÓÑEZ, 2005; RODRÍGUEZ; MEGÍAS; BAENA, 2003; WILLIAMS, 2006).

Tanto a FMJ quanto a FMG apresentaram elevada concentração de fibra alimentar total (Tabela 4). O valor obtido para a FMJ foi de 67,93 g. 100g⁻¹, semelhante àquele encontrado por Pinheiro *et al.* (2008), que obtiveram de 57,25 g. 100g⁻¹. Para a FMG, o teor médio foi de 46,57 g. 100g⁻¹ em conformidade com Ajila, Leelavanthi e Prasada Rao (2008), cujo valor foi de 51.2 g. 100g⁻¹.

Os teores médios de fibras alimentares solúveis (FS) e insolúveis (FI) encontrados para a FMJ foram de 20,03 e 47,93 g. 100g⁻¹. Essas concentrações foram próximas àquelas apresentadas por Pinheiro *et al.* (2008), cujos valores são, respectivamente, 19,20 e 38,05 g.100g⁻¹ de matéria seca. Enquanto isso, a FMG apresentou teores de 14,03 e 32,57 g. 100g⁻¹, respectivamente, para FS e FI. Hassan *et al.* (2011) observaram valores semelhantes para essa mesma farinha, 33,4 e 38,8 g. 100g⁻¹, respectivamente.

De acordo com a ANVISA, o alimento é considerado como fonte de fibra alimentar desde que tenha no mínimo 3 g de fibras. 100g⁻¹ (sólidos), dobrando-se esse valor, o produto já é considerado rico em teor de fibras (BRASIL, 1998). Diante disso, a FMJ e a FMG podem ser consideradas como alimentos ricos em fibras, tendo em vista que os teores apresentados neste estudo foram bem superiores ao mínimo estabelecido na legislação brasileira.

Os elevados teores de fibra alimentar permitem que as FMJ e FMG possam ser utilizadas na elaboração de produtos alimentícios, ampliando a oferta de produtos ricos em fibra para os consumidores que desejam manutenção do intestino em bom funcionamento (prevenindo doenças cardiovasculares e gastrointestinais, câncer de cólon, diabetes e obesidade) e do peso corporal, pois contribuem para promover a sensação de saciedade. Além disso, o consumo de alimentos ricos em fibras favorece aos consumidores que apresentam algum tipo de patologia, tais como elevado nível

de colesterol e disfunções intestinais (CÓRDOVA, 2005; ANJO, 2004; RODRÍGUEZ; MEGÍAS; BAENA, 2003).

5.2 Caracterização bioquímica

É crescente o número de estudos associando o consumo de alimentos vegetais à saúde dos consumidores, apontando benefícios como redução do risco de ocorrência de doenças crônico-degenerativas, atribuindo esse fato à presença de fitoquímicos bioativos em sua constituição que, por sua vez, apresentam ação antioxidante, neutralizando os radicais livres (D'ARCHIVIO *et al.*, 2010; KIM *et al.*, 2010; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008; MACIEL, 2006; SEERAM; BOURQUIN; NAIR, 2001; ZHAN; VAREED; NAIR, 2005; WANG *et al.*, 1999).

Desse modo, torna-se bastante útil para a indústria de alimentos a caracterização bioquímica dos alimentos vegetais, no sentido de identificar e quantificar os fitoquímicos presentes nesses alimentos, para aplicabilidade de suas características bioativas na elaboração de produtos com alegações funcionais.

Convém observar que, na literatura e nos bancos de dados pesquisados (Sciencedirect e Scielo), são escassas as informações sobre investigações de compostos bioativos presentes em resíduos frutícolas, especialmente no que se refere ao conteúdo de flavonoides, taninos e carotenoides em cascas ou ainda em farinha desses resíduos.

Não obstante, observa-se que existe uma forte tendência para a identificação desses fitoquímicos em fibra dietética concentrada de frutas tropicais a partir de suas caracterizações químicas, tecnológicas e propriedades antioxidantes (AJILA; PRASADA RAO, 2013; MARTÍNEZ, *et al.*, 2012; VERGARA-VALÊNCIA *et al.*, 2007; UBANDO-RIVERA; NAVARRO-OCAÑA; VALDIVIA-LÓPEZ, 2005).

Na Tabela 5 estão apresentados os teores médios de compostos bioativos dos extratos das farinhas de cascas de maracujá e de manga.

Tabela 5 – Teor de compostos bioativos dos extratos das farinhas de cascas de maracujá e de manga

Composto bioativo	Farinha de cascas de maracujá	Farinha de cascas de manga
Flavonoides ^b (mg.100g ⁻¹)	255,95 ± 0,03	209,82 ± 0,02
Carotenoides ^c (µg.g ⁻¹)	6,54 ± 2,49	24,86 ± 3,65
Taninos condensados ^d (mg.100g ⁻¹)	0,31± 0,15	0,27± 0,03
Taninos hidrolisáveis ^e (mg.100g ⁻¹)	23,69 ± 0,02	72,61 ± 0,15
Taninos totais ^f (mg.100g ⁻¹)	24,00	72,88
Fenólicos totais ^g (mg. 100g ⁻¹)	24,87 ± 0,18	57,92 ± 1,32

^aValores médios ± desvio padrão; ^b mg de quercetina. 100 g⁻¹; ^c µg de β-caroteno g⁻¹; ^d mg de catequina. 100 g⁻¹; ^e mg de ácido gálico. 100 g⁻¹; ^f mg de catequinas. 100 g⁻¹ ^g mg de GAE. 100g⁻¹

O conhecimento do conteúdo de compostos bioativos dos alimentos é importante para a indústria de alimentos, farmacológica, terapêutica e cosmética para avaliação de sua capacidade antioxidante e aplicabilidade nas respectivas áreas.

Os flavonoides são metabólitos secundários de plantas que não podem ser sintetizados por seres humanos (PETERSON; DYWER, 1998). Estabelece-se, assim, a necessidade de ingestão desses compostos bioativos através da dieta, tendo em vista suas alegações funcionais.

Quanto aos teores médios de compostos bioativos presentes nas FMJ e FMG, observou-se que os flavonoides se destacaram dentre os demais fitoquímicos. Para a FMJ, foi observado teor médio de flavonoides de 255,95 mg de quercetina. 100 g⁻¹, superior aos obtidos por Clemente *et al.* (2011) em estudo sobre análise espectrofotométrica dos flavonoides das cascas de *Passiflora edulis*, utilizando dois métodos de extração, cujos valores foram de 1,46 mg de rutina. g⁻¹ (extração líquido-líquido) e 1,20 mg de rutina. g⁻¹ (dispersão da matriz em fase sólida).

A FMG apresentou valor médio de 209,82 mg de quercetina. 100 g⁻¹, conteúdo maior que os verificados por Kim *et al.* (2010), quando analisaram as propriedades antioxidantes e antiproliferativas da polpa e casca de manga (liofilizados). Para o extrato da casca de manga verde, o teor de flavonoide foi de 22,2 mg de rutina. 100 g⁻¹ e, para a manga madura, o valor médio foi de

21,2 mg de rutina. 100 g^{-1} . Os resultados apresentados por esses autores exibiram performances variáveis na relação casca e polpa e na relação grau de maturação (verde e madura).

Assim, pode-se inferir que o conteúdo de flavonoides está relacionado com o grau de maturação da fruta, e que, nas cascas, ocorre maior concentração desses fitoquímicos. Rodríguez-Ambriz *et al.* (2008) afirmam que os frutos no estágio de maturação verde são ricos em flavonoides, os quais atuam como protetores da mucosa gástrica, além de apresentarem significativo teor de amido resistente que, por sua vez, atuam no organismo de forma semelhante à fibra alimentar.

Considerando o resultado de carotenoides totais, verificou-se que o teor apresentado para a FMJ foi de $6,54 \mu\text{g}$ de β -caroteno. g^{-1} de amostra. Comportamento semelhante ao dessa pesquisa foi relatado por Melo e Andrade (2010) para a farinha de resíduos de umbu maduro e semimaduro, cujos valores foram respectivamente: $6,31$ e $7,47 \mu\text{g}$ de β -caroteno. g^{-1} .

De acordo com Rodríguez-Amaya (2008), os alimentos variam qualitativa e quantitativamente na sua composição em carotenoides, sendo que as frutas apresentam constituição bem mais complexa e diversificada do que as hortaliças folhosas. Essa autora destaca, ainda, que as frutas apresentam poucos carotenoides em concentrações elevadas, junto com outros constituintes minoritários, presentes em concentrações bem mais baixas ou traços.

Para a FMG, o teor médio de carotenoides foi de $24,86 \mu\text{g}$ de β -caroteno. g^{-1} , próximo ao obtido por Azevêdo *et al.* (2008) em estudo sobre a composição química da farinha da casca de manga variedade Tommy Atkins, cujo valor médio foi de $32,80 \mu\text{g}$ de β -caroteno. g^{-1} .

No entanto, Ajila, Bhat e Prasada Rao (2007) estudaram os compostos bioativos do extrato de casca de manga desidratado (variedade raspuri) e encontraram teores superiores ao observado neste trabalho, cujos valores foram, respectivamente, $73,5$ e $436,0 \mu\text{g}$ de β -caroteno. g^{-1} para os resíduos em estágio de maturação verde e maduro.

Enquanto Sousa *et al.* (2011), ao avaliarem resíduos de polpas de frutas tropicais, como os de goiaba, acerola e abacaxi, encontraram, respectivamente, teores médios de $1,06 \mu\text{g.g}^{-1}$, $1,04 \mu\text{g.g}^{-1}$ e $0,90 \mu\text{g}$ de

carotenoides. g^{-1} para a farinha desses resíduos, resultados inferiores aos encontrados para a FMJ e FMG.

As diferenças entre os teores de carotenoides encontrados entre as variedades de frutas, provavelmente, procede por influência do perfil diferenciado desses fitoquímicos, das condições edafoclimáticas do cultivo e do grau de maturação dos frutos (CHEN; THAI; CHEN, 2004; MELO; ARAÚJO, 2011)

De acordo com Pool-Zobel *et al.* (1997), os carotenoides e as vitaminas são os compostos mais pesquisados como agentes quimiopreventivos, tendo em vista que atuam como antioxidantes em sistemas biológicos.

O consumo regular de alimentos ricos em carotenoides, associados aos demais compostos bioativos, protegem o organismo contra a deficiência de vitamina A, anemia e previnem o surgimento de doenças crônico-degenerativas, tais como câncer, doenças coronárias e diabetes (AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006; ENGLBERGER *et al.*, 2009; RODRÍGUEZ-AMAYA, 2010; SHAMY; MOREIRA, 2004).

Os taninos são fitomoléculas que ocorrem em vasta variedade de vegetais. Por apresentarem alta variabilidade de estruturas, alta reatividade de suas subunidades com materiais oxidativos e complexação com macromoléculas, a identificação e quantificação desses fitoquímicos torna-se uma tarefa bastante complexa (MONTEIRO *et al.*, 2005).

De acordo com Reed (1995), o maior entrave na análise de taninos é o processamento da secagem das amostras tendo em vista que diminuem a extração e a indisponibilidade de padrões apropriados, efetivos para a determinação da quantidade de taninos na amostra.

Com referência aos resultados de taninos, os valores médios encontrados de taninos condensados, hidrolisáveis e totais para FMJ foram, respectivamente: 0,31 mg de catequina . 100 g^{-1} , 23,69 mg de ácido gálico. 100 g^{-1} e 24 mg. 100g^{-1} de catequina. Já para a FMG, os teores encontrados foram respectivamente: 0,27 mg de catequina . 100 g^{-1} , 72,61 mg de ácido gálico. 100 g^{-1} e 72,88 mg. 100g^{-1} de catequina.

Rocha *et al.* (2011), analisando os compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado, observaram para as frutas pitanga-do-cerrado, pera-do-cerrado e cagaita (extrato da polpa e casca),

respectivamente, teores médios de taninos condensados de 56, 27 e 5 mg de catequina. 100g⁻¹. Enquanto que Migliato *et al.* (2007), avaliando a qualidade do fruto jambolão, encontraram teor de taninos totais de 4,2% para o pó desse fruto, sendo considerado por esse autor como um valor baixo.

Em nível de atividade biológica, as aplicações de drogas com taninos estão pautadas, sobretudo, por suas propriedades adstringentes, além de exercer efeito antidiarreico e antisséptico, bem como impermeabilização das camadas mais expostas da pele e mucosas. Os taninos propiciam um efeito antimicrobiano e antifúngico, além disso, são hemostáticos e servem como antídoto em casos de intoxicação. Possivelmente, pelo fato de sua habilidade em complexarem com proteínas, íons metálicos e outras macromoléculas, os taninos também podem apresentar efeito tóxico (MONTEIRO *et al.*, 2005).

No caso das plantas forrageiras, geralmente, os taninos presentes podem exercer tanto efeitos positivos quanto negativos em relação ao valor nutricional. Esses efeitos podem se apresentar de forma imediata como a adstringência que, por sua vez, reduz a palatabilidade e, conseqüentemente, o consumo, podendo ainda atuar, em longo prazo, como fator antinutricional ou tóxico para animais (BEELEN, P.; PEREIRA FILHO; BEELEN, R., 2008)

É certo que os taninos são antioxidantes, inibidores de determinadas enzimas e influenciam de forma negativa na digestibilidade de proteínas, sendo tido como indesejáveis, entretanto, para humanos, os seus efeitos não são totalmente conhecidos. Em função de descobertas das propriedades antioxidantes dos compostos fenólicos, o papel dos fatores antinutricionais tem sido rediscutido, ampliando, assim, o debate quanto aos efeitos representativos dos fitoquímicos ao organismo (AYALA-ZAVALA *et al.* 2011; BENEVIDES *et al.*, 2011; HUBER; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008; MONTEIRO *et al.*, 2005; SILVA; SILVA, 2009).

Para quantificação dos fenólicos totais e avaliação da atividade antioxidante, foram produzidos extratos hidroetanólicos das farinhas, conforme item 4.6.6, utilizando como solvente extrator o etanol a 80%.

De acordo com Rombaldi *et al.* (2006), o estudo dos compostos antioxidantes num contexto mais abrangente, ou seja, através dos extratos totais obtidos das frutas, torna-se importante, tendo em vista que os

fitoquímicos bioativos presentes podem produzir sinergismo ou inibição entre si, comprometendo, assim, a avaliação da atividade antioxidante.

No que se refere ao conteúdo de fenólicos totais, este é consideravelmente variável de uma fruta para outra e depende da parte da fruta analisada (polpa, casca, sementes, folhas e flores), sendo encontradas em todas as partes (JORGE *et al.*, 2009; MASIBO; HE, 2008).

No que diz respeito ao conteúdo de fenólicos totais, o teor médio encontrado neste trabalho para o extrato da FMJ foi de 24,87 mg GAE.100g⁻¹. Oliveira *et al.* (2009a), em estudo sobre a avaliação do conteúdo fenólico de resíduos de frutas tropicais, encontrou teor superior para a farinha de maracujá, cujo valor foi de 41,2 g GAE.g⁻¹. No entanto, o resíduo utilizado para a obtenção do extrato da farinha de maracujá no trabalho desses autores foi constituído de endocarpo e sementes da fruta.

Na FMG, observou-se um conteúdo de fenólicos totais de 57,92 mg GAE.100g⁻¹. Entretanto, outros autores como Ajila, Bhat e Prasada Rao (2007), Huber *et al.* (2012) e Ribeiro *et al.* (2008) encontraram valores diferentes, cujos teores foram, respectivamente, 54,67 mg GAE. g⁻¹, 4,9 g GAE.100g⁻¹ (farelo casca) e 57,40 mg GAE. Kg⁻¹.

As frutas, como principais contribuintes de polifenóis na dieta, apresentam conteúdos variáveis desses compostos qualitativa e quantitativamente em função de fatores como: parte da fruta analisada, peculiaridades de processamento, métodos de extração, cultivar, variedade, estágio de maturação e condições edafoclimáticas (MELO *et al.*, 2008).

Assim, as diferenças entre os valores de fenólicos totais podem estar associadas aos fatores supracitados, além da interação entre as frações fitoquímicas que, por sua vez, podem influenciar o conteúdo dos fitoquímicos dos alimentos.

De um modo geral, os compostos fenólicos em baixas concentrações protegem o alimento da deterioração oxidativa, no entanto, em elevadas concentrações, contribuem para a perda de cor do alimento, adstringência e sabor amargo, além de interagirem com proteínas, carboidratos e minerais, reduzindo o seu valor nutricional (SHAHIDI; NACZK, 1995).

Os polifenóis, como outros compostos fenólicos, funcionam principalmente como antioxidantes, protegendo as células humanas contra os

danos causados pelo estresse oxidativo que, por sua vez, conduz à peroxidação lipídica, danos ao DNA e muitas doenças degenerativas (DEMBITSKY *et al.*, 2011).

De acordo com Melo *et al.* (2008), a eficácia da ação antioxidante dos compostos fenólicos depende da estrutura química e da concentração desses fitoquímicos no alimento.

Em se tratando de atividade antioxidante, torna-se importante a sua avaliação, visto que os ensaios investigativos possibilitam o conhecimento das habilidades dos compostos bioativos em sequestrar radicais livres, que, por sua vez, são altamente reativos, podendo provocar danos celulares e consequências prejudiciais à saúde (YOKAICHIYA; GALEMBECK, 2000; HALLIWELL, 1992).

De acordo com Naczy e Shahidi (2006), a análise de compostos em materiais vegetais é um tanto complexa, pois sofre influências que vão desde as características químicas do composto, método de extração utilizado, natureza e tamanho da amostra, tempo e condições de armazenamento, metodologia adotada no ensaio, padrão utilizado, além da presença de interferentes como ceras, gorduras, terpenos e clorofilas.

Com relação ao teste do poder redutor, este se fundamenta na capacidade dos compostos fenólicos reduzirem o íon ferricianeto a ferrocianeto, formando, como consequência, um complexo colorido. Esse teste pode servir como um indicador significativo da capacidade antioxidante dos compostos fenólicos.

O resultado obtido da análise do poder redutor dos extratos hidroetanólicos das farinhas de cascas de maracujá e de manga está apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Valores da avaliação do poder redutor dos extratos hidroetanólicos de farinhas de cascas de maracujá e de manga em cinco concentrações

Concentração (mg de BHT.100g ⁻¹)	Extratos	
	Farinha de cascas de maracujá	Farinha de cascas de manga
0,2	6,34 ± 0,60	1,26 ± 0,23
0,4	13,85 ± 0,32	2,55 ± 0,37
0,6	22,18 ± 1,58	3,93 ± 0,00
0,8	31,71 ± 0,13	4,23 ± 0,04
1,0	37,15 ± 0,93	6,77 ± 0,40

¹Valores médios ± desvio padrão

Observou-se que os extratos hidroetanólicos das FMJ e FMG apresentaram capacidade de reduzir o ferro, sendo o poder redutor desses extratos crescente em função do aumento da concentração. O coeficiente de correlação da curva analítica linear (r^2) foi acima de 0,98, indicando que a habilidade redutora se correlacionou bem com as concentrações de cada extrato analisado. Sendo assim, pode-se aferir que o poder redutor guarda uma relação de proporcionalidade frente à concentração.

No entanto, convém observar que, o extrato da FMJ exibiu um poder redutor cinco vezes maior (37,15 mg BHT, 100g⁻¹) que o da FMG (6,77), mesmo apresentando menor teor de fenólicos totais.

Como observou Melo *et al.* (2008), a partir dos dados obtidos, pode-se inferir que o poder redutor, provavelmente, foi influenciado pela característica estrutural dos fitoquímicos bioativos presentes nas amostras.

Huber *et al.* (2012), em estudo sobre a caracterização química do resíduo agroindustrial da manga, verificou que os extratos dos farelos das cascas de manga apresentaram poder redutor crescente até a concentração 4000 rpm, apoiando os resultados obtidos neste trabalho.

Dentre os métodos espectrofotométricos mais utilizados de avaliação da capacidade antioxidante em alimentos, destacam-se aqueles relacionados à habilidade do agente antioxidante neutralizar radicais, sendo um deles o DPPH.

O ensaio do DPPH avalia a capacidade antioxidante via atividade sequestradora do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil). A avaliação da

atividade antioxidante ocorre através da monitoração do consumo do radical livre DPPH pelos extratos, e isso se dá pela medida do decréscimo das absorbâncias. A porcentagem de atividade antioxidante, obtida a partir dos resultados observados, corresponde à quantidade de DPPH consumida pelo antioxidante (BORGES *et al.* 2011; BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995; SOUSA *et al.*, 2007).

Os resultados das atividades antioxidantes dos extratos hidroetanólicos de FMJ e FMG pelos métodos DPPH e ABTS estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Determinação da atividade antioxidante dos extratos hidroetanólicos das farinhas de cascas de maracujá e de manga pelos métodos DPPH e ABTS

AMOSTRAS	DPPH (% inibição)	ABTS (mg VEAC. 100g ⁻¹)
Farinha de cascas de maracujá	65,31	36,09
Farinha de cascas de manga	63,80	55,35

¹Valores médios ± desvio padrão; ²VEAC: equivalente em ácido ascórbico

Com relação à avaliação da eficácia antioxidante dos extratos hidroetanólicos das FMJ e FMG pelo método DPPH (Tabela 7), verificou-se que os valores obtidos foram superiores a 60% de sequestro de radicais livres, sendo, respectivamente, 65,31 e 63,80%.

O coeficiente de correlação entre o conteúdo de fenólicos totais e a atividade antioxidante (método DPPH) foi de 0,88 (Figura 12) e 0,96 (Figura 13), para os extratos de FMJ e FMG, respectivamente. Esses resultados indicam que essas farinhas são produtos com capacidade antioxidante expressiva e estão correlacionados de forma direta ao conteúdo de fenólicos totais.

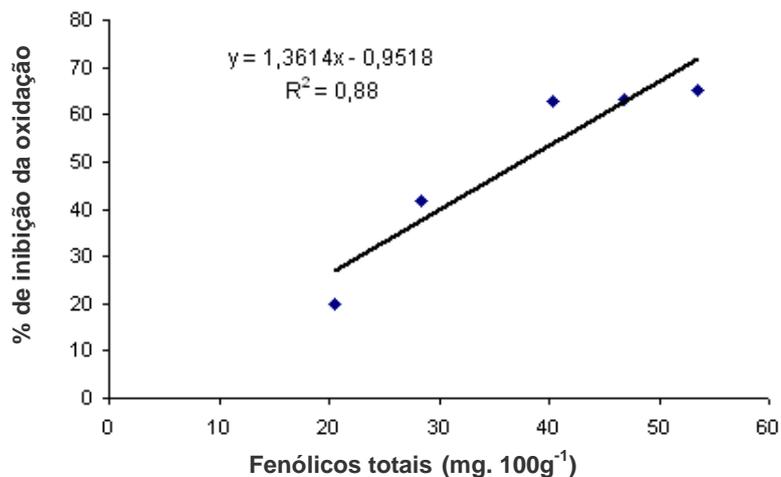


Figura 12 - Correlação entre o conteúdo de fenólicos totais e a capacidade antioxidante do extrato da FMJ pelo método do DPPH.

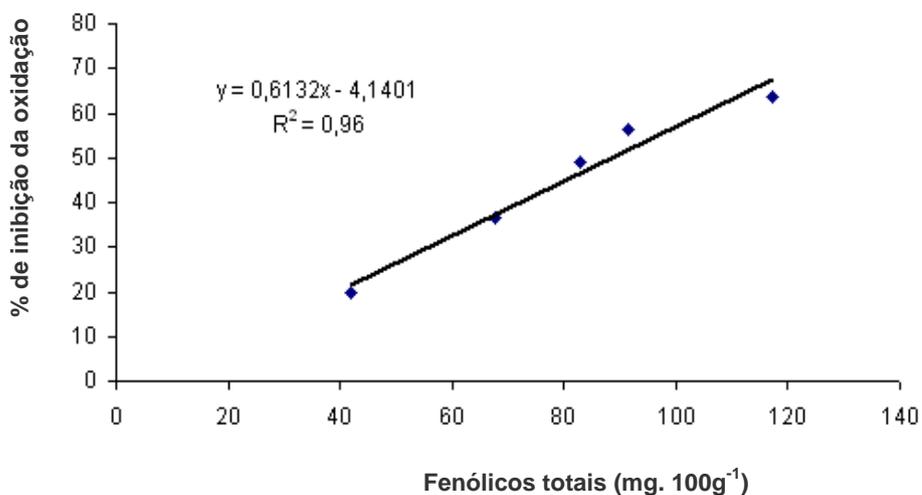


Figura 13 - Correlação entre o conteúdo de fenólicos totais e a capacidade antioxidante do extrato da FMG pelo método do DPPH.

Oliveira *et al.* (2007), ao estudarem o conteúdo total de fenóis e a capacidade antioxidante de farinhas de resíduos de frutas, verificaram que a farinha de maracujá apresentou uma capacidade de redução de DPPH de 26,7%, valor inferior ao encontrado neste trabalho para a FMJ.

Em estudo recente, Melo *et al.* (2008) avaliaram o teor de fenólicos totais e atividade antioxidante de polpas congeladas de frutas. Esses autores classificaram as amostras que exibiram capacidade de sequestro do radical DPPH acima de 70%, entre 50 e 70% e abaixo de 50% como forte, moderada e fraca.

No estudo supracitado, as polpas das frutas analisadas, tais como o caju, a goiaba, a acerola, a uva, inclusive a de manga, destacaram-se com percentuais que permitiram sua classificação como forte. Assim sendo, na perspectiva de Melo *et al.* (2008), os extratos da FMJ e FMG podem ser classificados como moderados quanto à atividade de sequestro do radical DPPH.

Resultados próximos aos encontrados para a FMJ e FMG foram relatados por Melo e Araújo (2011), que avaliaram os compostos bioativos e a capacidade antioxidante de três variedades de manga (Rosa, Tommy Atkins e Espada). Esses autores observaram que, independente da variedade, os resíduos desidratados de manga exibiram conteúdos consideráveis de fenólicos totais, cujos extratos de suas respectivas farinhas exibiram forte capacidade de sequestrar o radical DPPH, permitindo, assim, conjecturar a possibilidade de empregá-las como aditivos em produtos alimentícios.

Outro ensaio bastante utilizado para avaliação da atividade antioxidante em frutas e vegetais é o método do ABTS. Esse método afere a atividade antioxidante pela captura do radical ABTS^{•+} em função de sua redução por um antioxidante, através da monitoração do decréscimo do radical ABTS^{•+}. Essa reação depende, principalmente, da concentração, do potencial da substância antioxidante e do tempo de reação, podendo ser aplicado tanto para análise de antioxidantes lipofílicos quanto hidrofílicos, compostos puros e extratos de alimentos (RE *et al.*, 1999).

Os resultados da atividade antioxidante foram expressos em equivalente em ácido ascórbico (VEAC), considerando que as amostras são alimentos e que a vitamina C encontra-se presente habitualmente na dieta alimentar, conforme observou Kim *et al.* (2002), o que não representa conteúdo elevado de vitamina C na amostra analisada.

Com relação à atividade antioxidante pelo ensaio do ABTS (Tabela 7), observou-se que os extratos hidroetanólicos da FMJ e FMG apresentaram valores médios de 36,09 e 55,35 mg VEAC. 100g⁻¹, respectivamente.

O coeficiente de correlação entre o conteúdo de fenólicos totais dos extratos de FMJ e FMG e a atividade antioxidante, via método do ABTS, foi de 0,94 (Figura 14) e 0,98 (Figura 15), respectivamente. Esses resultados indicam que as atividades antioxidantes dos extratos das respectivas farinhas apresentam correlação direta (positiva) em relação ao conteúdo de fenólicos totais.

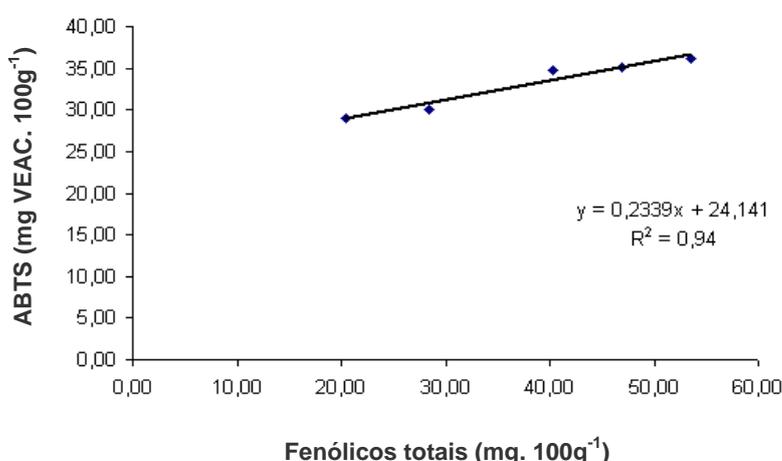


Figura 14 – Correlação entre a atividade antioxidante em VEAC (mg 100g⁻¹) e o conteúdo de fenólicos totais do extrato da FMJ.

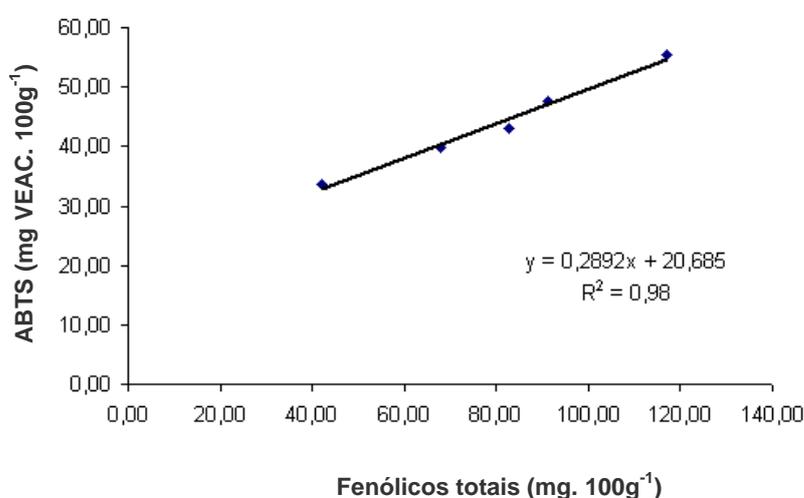


Figura 15 – Correlação entre a atividade antioxidante em VEAC (mg 100g⁻¹) e o conteúdo de fenólicos totais do extrato da FMG.

Vários estudos têm evidenciado o potencial antioxidante através da determinação do conteúdo de fenólicos totais e ensaios antioxidantes de uma grande variedade de vegetais. No entanto, são raros os estudos sobre a atividade antioxidante de resíduos de frutas, especialmente no que diz respeito aos subprodutos do maracujá e da manga.

Além disso, parece não haver uma unanimidade entre os pesquisadores quanto à avaliação da atividade antioxidante. Alguns autores defendem o estudo da capacidade antioxidante total por entenderem que existe interação entre eles no plasma sanguíneo e pela dificuldade em mensurar cada antioxidante (VASCONCELOS *et al.* 2011).

Por outro lado, existem aqueles que defendem a análise de antioxidantes isolados, como é o caso de Sies (2007). Esse autor afirma que fitoquímicos dietéticos passam por diferentes processos de absorção e metabolismo, e que, ainda, deve-se levar em conta o papel das enzimas antioxidantes, daí subentende-se que o termo total não seja o mais adequado. Assim sendo, torna-se necessário conhecer a nível molecular, qual o modo de atuação do composto, para, com isso, compreender seus efeitos à saúde humana, sugerindo que os efeitos dos fitoquímicos perpassam o parâmetro global que utilizam a capacidade antioxidante total.

Nesse sentido, torna-se importante a realização de estudos no intuito de fornecer dados que contribuam para a identificação, quantificação, elucidação e avaliação da capacidade antioxidante de resíduos do processamento de frutas.

Como não existe uma metodologia padrão para avaliação da atividade antioxidante e ainda pela diversidade de métodos existentes, torna-se necessário a realização de diferentes ensaios, com fundamentos e mecanismos de ações específicos (OLIVEIRA *et al.*, 2009b).

6 CONCLUSÕES

Os resultados verificados no presente estudo, a partir da caracterização química, bioquímica e valor calórico das farinhas de cascas de maracujá e de manga, obtidas a partir do processo de desidratação dos subprodutos das indústrias de polpas de frutas, permitiram inferir que:

- As farinhas de cascas de maracujá e manga podem servir como uma alternativa para elaboração de alimentos, principalmente, pelo elevado teor de proteínas, fibra alimentar e açúcares, além de expressivo valor calórico;

- As farinhas são produtos adequados à legislação brasileira por expressarem teores de umidade inferiores a 10% e acidez abaixo de 4%, além de serem considerados estáveis sob o ponto de vista microbiológico pelos baixos valores de A_w observados: 0,49 (FMJ) e 0,42 (FMG);

- Em termos de aporte de compostos bioativos, as farinhas apresentam valores considerados de teores de flavonoides totais;

- Os extratos hidroetanólicos das farinhas apresentam a capacidade de reduzir o ferro, sendo o poder redutor crescente em função do aumento da concentração de BHT;

- As farinhas apresentam capacidade antioxidante expressiva pelo ensaio do DPPH, sendo que estão correlacionadas de forma direta ao conteúdo de fenólicos totais tanto pelo método do radical DPPH quanto pelo ABTS.

Esses dados nos levam a vislumbrar o aproveitamento dos subprodutos das unidades processadoras de polpas de frutas pela indústria de alimentos, em especial, das cascas de maracujá e de manga, tendo em vista o potencial tecnológico e nutricional desses resíduos agroindustriais.

E, nessa perspectiva, podemos inferir que o aproveitamento dos resíduos agroindustriais na elaboração de produtos desidratados, como a

farinha de cascas maracujá e de manga, pode denotar benefícios à saúde coletiva, ora por representar uma alternativa para redução dos impactos ambientais, dando um destino sócio-econômico e sustentável para os resíduos frutícolas, ora por oportunizar aos consumidores novos produtos e/ou alimentos com valor agregado e alegações funcionais (fonte de compostos bioativos e ricos em fibras dietéticas) com vistas à saúde humana.

O conhecimento do potencial nutricional das farinhas de cascas de maracujá e manga, obtidos neste estudo, poderá fornecer subsídios norteadores para a indústria de alimentos no desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

7 PERSPECTIVAS

- Elaboração de novos produtos alimentícios enriquecidos com compostos bioativos, como biscoitos, bem como realização de análise sensorial e teste de aceitação;
- Avaliar o comportamento de secagem para definir qual a temperatura ideal para melhor aproveitamento e manutenção das qualidades das farinhas estudadas;
- Realizar estudos sistemáticos para determinações dos compostos fenólicos individuais por CLAE;
- Avaliar a presença de fatores antinutricionais.

REFERÊNCIAS

- ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.
- AJILA, C. M.; PRASADA RAO, U. J. S. Mango peel dietary fibre: Composition and associated bound phenolics. **Journal of Functional Food**, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2012.11.017>, 2013.
- AJILA C.M.; AALAMI, M.; LEELAVATHI, K.; PRASADA RAO, U. J. S.. Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. **Innovative Food Science e Emerging Technologies**, v. 11, n. 1, p. 219–224, 2010.
- AJILA, C. M.; LEELAVANTHI, K.; PRASADA RAO, U. J. S. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. **Journal Cereal Science**, v. 48, p. 319-326, 2008.
- AJILA, C. M.; BHAT, S. G.; PRASADA RAO, U. J. S. Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. **Food Chemistry**, v.102, p.1006-1011, 2007.
- AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenoides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, v. 19, n.2, p. 233-243, 2006.
- ANGELO P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.
- ANJO, D. L. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3. n. 2, p. 145-154, 2004.
- ARAUJO, J. L. P. **O cultivo da mangueira**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 28 p. (Sistema de produção, 2).
- ASOUSH, I. S.; GADALLAH, M. G. E. Utilization of mango peels and seed kernels powders as sources of phytochemical in biscuit. **Journal of Dairy & Food Sciences**, v. 6, n. 1, p. 35-42, 2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analyses of the AOAC. 15th ed. Washington: **AOAC**, p. 1105-1106, 1990.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed. Gaithersburg: **AOAC**, Revision 04, 2010.

AZEVÊDO, L. C. DE; AZOUBEL, P. M.; SILVA, I. R. A.; ARAÚJO, A. J. DE B.; OLIVEIRA, S. B. DE; Caracterização físico-química da farinha da casca de manga cv. Tommy Atkins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 21.: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO E DO CARIBE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15., 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Ciência e inovação para o desenvolvimento sustentável. Belo Horizonte: SBCTA, 2008. Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/161391/1/OPB1989.pdf>>. Acesso em: janeiro de 2013.

AYALA-ZAVALA, J. F.; VEGA-VEJA, V.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C. ; PALAFOX-CARLOS, H.; VILLA-RODRIGUEZ, J. A.; WASIM SIDDIQUI, M. D.; DÁVILA-AVIÑA, J. E.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1866-1874, 2011.

BAPTISTA, BENEVIDES, C. M. J.; FURTUNATO, D. M. N. Hortaliças acidificadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 3, 2. 271-274, 1998.

BAPTISTA, R.; LINHARES, M. **Higiene e Segurança Alimentar na Restauração**. Volume II. Avançado. Forvisão: 1ª. Ed. 2005.

BARBOSA, J. **Campomanesia lineatifolia Ruiz e Pav.: estudo fitoquímico e avaliação da atividade antioxidante**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2009.

BEELEN, P. M. G.; PEREIRA FILHO, J. M.; BEELEN, R. N. Avaliação de taninos condensados em plantas forrageiras. **ZOOTEC 2008**, João Pessoa – PB, UFPB/ABCZ, 2008.

BELLON, G.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SANTOS, E. C. DOS; BRAGA, M. F.; GUIMARÃES, C. T. VARIABILIDADE genética de acessos silvestres e comerciais de *Passiflora edulis* Sims. com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 124-127, 2007.

BENEVIDES, C. M. J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M. V. Fatores antinutricionais em alimentos. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 67-79, 2011.

BENITO, P.; MILLER, D. M. Iron Absorption and bioavailability: na update review. **Nutrition Research**, v. 18, n. 3, p. 581-603, 1998.

BERASAIN, J. M. Aproveitamento industrial de refugos de produção de maçã. **Boletim do EPPA**, v. 4, n. 2, p. 8-24, 1986.

BERMÚDEZ, A. S. Elaboración de productos alimentícios com fibra. La Experiência em Colômbia. In: LAJOLO, F. M. SAURA-CALIXTO, F.;

PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. Fibra dietética em Iberoamérica: tecnología y salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos. Livraria Varela. São Paulo, p. 277-282, 2001.

BEZERRA, T. S.; COSTA, J. M. C. DA; AFONSO, M. R. A.; G. A. M.; ROCHA, E. M. F. F. Avaliação físico-química e aplicação de modelos matemáticos na predição do comportamento de polpas de manga desidratadas em pó. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 3, p. 278-283, 2011.

BORGES, L. L.; LÚCIO, T. C.; GIL, E. DE S.; BARBOSA, E. F. Uma abordagem sobre métodos analíticos para determinação da atividade em produtos naturais. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-20, 2011.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie – Food Science and Technology**, London, v. 28, n.1, p.25-30, 1995.

BRANDÃO, M. C. C.; MAIA, G. A.; LIMA, D. P.; PARENTE, E. J. S.; CAMPELLO, C. C.; NASSU, R. T.; FEITOSA, T.; SOUSA, P. H. M. Análise físico química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n.1, p. 38-41, 2003.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 40, de 21 de março de 2001. Estabelece normas para padronizar a declaração de nutrientes na rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embalados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 mar. 2001, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 18, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 mai. 1999a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 mai. 1999b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 dez, 1998. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: abril de 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA nº 12, de 1978. Estabelece normas técnicas especiais quanto aos padrões de identidade e qualidade para os alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 Jul. 1978.

BRASIL. Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965. dispõe sobre as normas técnicas especiais reguladoras do emprego de aditivos químicos a alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 09 abr. 1965.

BRUNE, M.; HALLBERG, L.; SKANBERG, A. Determination of iron-binding phenolic groups in foods. **Journal of Food Science**. v. 56, n.1, p. 128-132, 1991.

BRUNETON, J. Pharmacognosie, phytochimie, plantes medicinales. 3rd Edn., **Technique et documentation**, Lavoisier, Paris, 1999.

BUENO, R. O. G. **Características de qualidade de biscoitos de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera**, 2005.103p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CAMPOS, A. M.; ESCOBAR, J.; LISSI, E. A. The total reactive antioxidant potential (TRAP) and total antioxidant activity (TAR) of *Ilex paraguayensis* extracts and red wine. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 7, n. 1, p. 43-49, 1996.

CAMPOS, M. E.; SQUINCA, A. F. R.; MARTINS M. I. E. G.; PALLA, V. L. Análise econômica da produção de manga na Região do Escritório de Desenvolvimento Rural da Jaboticabal – SP. In: XLII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, C. **Anais...** Cuiabá, MT: SOBER, 2004. Disponível em:< <http://www.sober.org.br/palestra/12/02O118.pdf>> Acesso em: janeiro de 2012.

CARVALHO, V. A.; VASCONCELOS, M. A. M; ALVES, M.S; FIGUEIREDO, C, J. S. Aproveitamento do mesocarpo do maracujá na fabricação de produtos flavorizados. **Comunicado Técnico**. Embrapa. Belém, 2005.

CARUSO, L.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. DE. Modelos esquemáticos para avaliação da qualidade analítica dos dados nacionais de fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n.3, p. 406-412, 1999.

CATALANI, L. A.; KANG, E. M.; DIAS, M. C.G; MACULEVICIUS, J. Fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 18, n. 4, p. 178-182, 2003.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos na análise de alimentos**. 2ª ed. rev. 102 Campinas: Editora UNICAMP; 2003. 207p.

CHEN, H. E.; TAI, C. Y.; CHEN, B. H. Improved liquid chromatographic method for determination of carotenoids in Taiwanese mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of Chromatography A**, Washington, v. 1054, n. 1/2, p. 261-268, 2004

CLEMENTE, A. P. B. ; SILVA, G. R. ; SANTOS, B. M. DOS ; J. H. YARIWAKE Análise espectrofotométrica, utilizando dois métodos de extração, dos flavonóides das cascas de *Passiflora edulis*. In: 19º Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP, São Carlos, SP, 2011. Disponível em < <https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=232&numeroEdicao=19>>. Acesso em: janeiro 2013.

CÓRDOVA, K. V.; GAMA, T. M. M. T. B.; WINTER, C. M. G.; NETO, G. K.; FREITAS, R. J. S. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) obtida por secagem. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 221-230, 2005.

COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de minerais. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 87-98, 1997.

CPATSA/EMBRAPA. FERRAZ, M. DE S. **Perspectiva de mercado - produção e consumo de manga**. Disponível em:< http://www.cpatssa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB743.pdf>. Acesso em: fevereiro 2012.

CUI X. H.; CHAKRABARTY D.; LEE, E. J.; PAEK K. Y. Production of adventitious roots and secondary metabolites by *Hypericum perforatum* L. in a bioreactor. **Bioresour Technol**, v.1 01, n. 12, p. 4708-4716, 2010.

CUNHA, G. A. P.; SAMPAIO, J. M. M.; NASCIMENTO, A. S.; SANTOS FILHO, H. P.; MEDINA, V. M. **Manga para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 35p.

D'ARCHIVIO M.; FILESI, C. VARI, R. ; SCAZZOCCHIO, B. MASELLA, R. Bioavailability of the Polyphenols: Status and Controversies. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 11, n. 4, p. 1321-1342, 2010.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. DE B.; SOARES JUNIOR, M. S.; CALIARI, M.; DE PAULA, M. do L.; ASQUIERI, E. R. Avaliação química de geléias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 177-184, jan./fev., 2009.

DANTAS, S. C. M. **Desidratação de polpas de frutas pelo método foam-mat**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

DEMBITSKY, V. M.; POOVARODOM, S.; LEONTOWICZ, H.; LEONTOWICZ, M.; VEARASILP, S.; TRAKHTENBERG S.; GORINSTEIN, S. The multiple nutrition properties of some exotic fruits: Biological activity and active metabolites. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1671-1701, 2011.

DI MAMBRO, V. M.; MARQUELE, F. D., FONSECA, M. J. V. Avaliação *in vitro* da ação antioxidante em formulações antienvhecimento. **Cosmetics & Toiletries**, v. 17, n. 4, p. 74-78, 2005.

DOMINGUES, M. C. S.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Indução do amadurecimento de frutos cítricos em pós-colheita com a aplicação de ethephon **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 555-558, 2001.

DOMINY, N. J.; SVENNING J. C.; LI, W. H. Historical contingency in the evolution of primate color vision. **Journal of Human Evolution**, v. 44, n. 1, p. 25-45, 2003.

DURÁN, R. M.; PADILLA, B. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos, **Instituto de la Grasa y sus Derivados**, v. 44, p.101-106, 1993.

DURIGAN, J. F. Colheita e conservação pós-colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5, Jaboticabal, 1998. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1998.

EBIHARA, K.; KIRIYAMA, S. Comparative effects of water-soluble and water-insoluble dietary fibers on various parameters relating to glucose tolerance in rats. **Nutrition Reports International**, v. 226, n. 22, p. 139-202, 1982.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e milho na produção de pães. v. 2. Brasília: **EMBRAPA – SPI**, 1994.

EMBRAPA. Procedimentos operacional padrão para determinação de fibra solúvel e insolúvel. FREITAS, S. C *et al.* Rio de Janeiro: **Embrapa Agroindústria de Alimentos**, 2008.

EMBRAPA. Mandioca e Fruticultura. Produção brasileira de maracujá em 2009. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Maracuja_Brasil_2009.pdf>. Acesso em: abril 2011.

ENGLBERGER, L.; SCHIERLE, J.; HOFMANN, P.; LORENS, A.; ALBERT, K. ; LEVENDUSKY, A.; PAUL, Y.; LICKANETH, E.; ELYMORE, A.; MADDISON, M.; DEBRUM, I. ; NEMRA, J.; ALFRED, J.; VANDER VELDE, N.; KRAEMER, K. Carotenoid and vitamin content of Micronesian atoll foods: Pandanus (*Pandanus tectorius*) and garlic pear (*Crataeva speciosa*) fruit. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, n. 1, p. 1-8, 2009.

EMED, T. Aplicação e histórico dos alimentos funcionais. Disponível em:< <http://www.nutricaoclinica.com.br/20070204729/alimentos-funcionais-definicoes/aplicacao-e-historico-dos-alimentos-funcionais>>. Acesso em: dezembro 2012.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, F. M.; Maracujá: demandas para a pesquisa. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2006. 54p.

FASOLIN, L. H.; ALMEIDA, G. C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 524-529, 2007.

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**, v. 28, p. 56-65, 2008.

FERRARI, ROSELI APARECIDA; COLUSSI, FRANCIELI; AYUB, RICARDO ANTONIO. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá- aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 101-102, 2004.

FERREIRA, M. DE F. P.; PENA, R. DA S. Estudo da secagem da casca do maracujá amarelo. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 12, n.1, p. 15-28, 2010.

FONSECA, R. S.; DEL SANTO, V. R.; SOUZA, G. B.; PEREIRA, C. A. M. Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 61, n. 2, 2011.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê antioxidantes – Os antioxidantes. **Revista FIB**, n. 6, 2009. Disponível em <<http://www.revista-fi.com>>. Acesso em: dezembro de 2012.

FORKNER, R. E.; MARQUIS, R. J.; LILL, J. T. Feeny revisited: condensed tannins as anti-herbivore defences in leaf-chewing herbivore communities of *Quercus*. **Ecological Entomology**, v. 29, p. 174 -187, 2004.

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

GOULD, M. J.; JASBERG, B. K.; DEXTER, L. B.; HSU J. T.; LEWIS, S. M.; FAHEY, G. C. High-fiber, no caloric flour substitute for baked foods. Properties of alkaline peroxide treated lignocelluloses. **Cereal Chemistry**, v. 66, p. 201-205, 1989.

GRAHAM, H. D. Stabilization of the Prussian blue color in the determination of Polyphenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 5, p. 801-805, 1992.

HALLIWELL, B. Reactive oxygen species and the central nervous system. **Journal Neurocher**, v. 59, n. 5, p.1609-1623, 1992.

HALLIWELL, B. Antioxidant characterization: methodology and mechanism. **Biochemical Pharmacology**, v. 49, p. 1341-1348, 1995.

HASSAN, A. F.; ISMAIL, A.; HAMID, A. A.; AZLAN, A.; AL-SHERAJI, S. H. Characterization of fibre-rich powder and antioxidant capacity of *Mangifera pajang* K. fruit peels. **Food Chemistry**, v. 2, p. 283-288, 2011.

HELDT, H. **Plant Biochemistry and Molecular Biology**, University Press: oxford, 1997.

HERMAN K. Flavonols and flavones in food plants: a review. **Journal of Food Technology**, oxford, v. 11, p. 433-448, 1976.

HÖLKER, U.; HÖFER, M.; LENZ, J. Biotechnology advantages of laboratory scale solid-state fermentation with fungi. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 64, p. 175-186, 2004.

HORST, M. A.; LAJOLO, F. M. Biodisponibilidade dos compostos bioativos de alimentos. Disponível em <<http://www.fcf.usp.br/Ensino/Graduacao/Disciplinas/Exclusivo/Inserir/Anexos/LinkAnexos/Biodisponibilidade.pdf>>. Acesso em: dezembro 2012.

HUBER, L. S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 97-108, 2008.

HUBER, K.; QUEIROZ, J. H. DE; MOREIRA, A. V. B.; RIBEIRO, S. M. R. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL DA MANGA UBÁ (*Mangifera indica* L.): UMA PERSPECTIVA PARA A OBTENÇÃO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 6, n. 1, p. 640-654, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal – PAM, IBGE. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: junho 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: junho 2012.

IBRAF - Instituto Brasileiro de Frutas. Disponível em: <www.ibraf.org.br>. Acesso em: julho 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2005. 1018p.

ISHIMOTO, F. Y.; HARADA, A. I.; BRANCO, I. G.; CONCEIÇÃO, W. A. DOS S.; COUTINHO, M. R. Aproveitamento Alternativo da Casca do Maracujá-Amarelo (*Passiflora edulis* f. var. *flavicarpa* Deg.) para Produção de Biscoitos **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.9, n. 2, 2007.

ITO, A. P.; CAVENAGHI, M.; BERTOLDO C.; PARK, K. J.; HUBINGER M. D. Efeito do processo de desidratação osmótica a pulso de vácuo na transferência de massa e nas propriedades reológicas e de cor de fatias de manga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, p. 54-63, 2007.

IZIDORO, D. R.; SCHEER A. DE P.; NEGRE, M. F. DE O., HAMINIUK, C. W. I.; SIERAKOWSKI, M. R. Avaliação físico-química, colorimétrica e aceitação sensorial de emulsão estabilizada com polpa de banana verde. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 67, n. 3, p. 167-176. 2008.

JONES, P.J.; JEW, S. Functional food development: concept to reality. **Food Science and Technology**, v. 18, p. 387-390, 2007.

JORGE, N.; MALACRIDA, C. R.; ANGELO, P. M.; ANDREO, D. Composição centesimal e atividade antioxidante do extrato de sementes de maracujá (*Passiflora edulis*) em óleo de soja. **Pesquisa Agropecuária**, v. 39, n. 4, p. 380-385, 2009.

KIM D. O.; LEE K. W.; LEE H. J.; LEE, C. Y. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 13, p.3713-3717, 2002.

KIM H.; MOON, J. Y.; KIM, H.; LEE, DONG-SUN; CHO, M. ; CHOI , HYUNG-KYOON ; KIM, Y. S.; MOSADDIK, A.; CHO, S. K. Antioxidant and antiproliferative activities of mango (*Mangifera indica L.*) flesh and peel. **Food Chemistry**, v.121, p. 429-436, 2010.

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

KLEEF, V. E.; HANS C. M.; TRIJP, V.; LUNING, P. Functional foods: health claim-food product compatibility and the impact of health claim framing on consumer evaluation. **Appetite**, v. 44, n. 3, p. 299-308, 2005.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1008-1014, 2005.

KONCZAK, I.; ZHANG, W. Anthocyanins – more than nature's colours. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, Cairo, v. 5, p. 239-240, 2004.

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.

LEE, H; LEE, J. Y.; SUH, M. H; SIM, Sang-Soo; LEE, Min-Won, KIM, C. J. Hydrolysable tannins depress cardiac papillary muscle contraction and propranolol-induced negative inotropism. **Fitoterapia**, v.81, p. 820-825, 2010.

LIMA, C. C. **Aplicação das Farinhas de Linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e Maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) no Processamento de Pães com Propriedades Funcionais**. Fortaleza, 2007. 157 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

LOBO, A. R.; SILVA, G. M. L. Implicações Nutricionais no Consumo de Fibras e Amido Resistente. **Nutrição em Pauta**. Janeiro/fevereiro, 2001.

MA, X.; WU, H.; LIU, L.; YAO, Q.; WANG, S.; ZHAN, R.; XING, S.; ZHOU, H. Y. Polyphenolic compounds and antioxidant properties in mango fruits. **Scientia Horticulturae**, v.129, p.102-107, 2011.

MACHADO, A. R.; SANTOS, V. DA S.; ARAÚJO, P. F. DE; RODRIGUES, R. DA S. AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE BISCOITO ELABORADO COM RESÍDUO DE POLPA DE AMORA-PRETA (*Rubus* spp.) In: XVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. Pelotas, 2008.

MACHADO, H.; NAGEM, T. J.; PETERS, V. M.; FONSECA, C. S.; OLIVEIRA, T. T. Flavonoides e seu potencial terapêutico. **Boletim do Centro de Biologia da Reprodução**, Juiz de Fora, v. 27, n. 1/2, p. 33-39, 2008.

MACIEL, L. M. B. **Utilização de farinha de linhaça (*Linum Usitatissimum* L.) no processamento de biscoito tipo “cracker”: características físico-químicas, nutricionais e sensoriais**, 2006, 114p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006.

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

MARCO, P. H.; POPPI, R. J.; SCARMINIO, I. S. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 5, 2008.

MARINOVA D.; RIBAROVA F.; ATANASSOVA, M.; Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. **Journal of the Universal Chemical Technology and Metallurgic**, v. 40, n. 3, p. 255 - 260, 2005.

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M. T.; MANHÃES, L. R. T. SABAA-SRUR A. U.O. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, 2010.

MARTINEZ, M. Manga. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/frutas/manga/>>. Acesso em: novembro 2012.

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

antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, v. 135, n. 3, p. 1520-1526, 2012.

MASIBO, M.; HE, Q. Major mango polyphenols and their potential significance to human health. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 7, p. 309-319, 2008.

MATISSEK, R.; SCHENEPEL, F. M.; STEINER, G. Analisis de los Alimentos: Fundamentos, metodos, aplicaciones. Editorial Acribia, S.A. España, 1998.

MATSUBARA, S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Conteúdo de miricetina, quercetina e kaempferol em chás comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, p. 380-385, 2006.

MELO, E. DE A.; ARAÚJO, C. R. DE. Mangas das variedades espada, rosa e Tommy Atkins: compostos bioativos e potencial antioxidante. **Seminário Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1451-1460, 2011.

MELO, E. DE A.; ANDRADE, R. A. M. DE S. Compostos bioativos e potencial antioxidante de frutos do umbuzeiro **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 453-457, 2010.

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

MIGLIATO, K. F.; MOREIRA, R. R. D.; MELLO, J. C. P.; SACRAMENTO, L. V. S.; CORRÊA, M. A.; SALGADO, H. R. N. Controle da qualidade do fruto de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 7, n. 1, p. 94-101, 2007.

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

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

MOON, J. K.; SHIBAMOTO, T. Antioxidant assays for plant food components. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Easton, v.57, n. 5, p. 1655-1666, 2009.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, Legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 2, p. 109 -122, 2006.

MOURE, A.; CRUZ, J.M., FRANCO, D.; DOMÍNGUEZ, J.M.; SINEIRO, J. DOMÍNGUEZ; H.; NÚÑEZ, M. J., PARAJÓ, J.C. Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**, v. 72, n. 2, p. 145-171, 2001.

NACZK M.; SHAHIDI F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. **Journal Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 41, n. 5, p. 1523-1542, 2006.

NETO, R. A. T.; DENIZO, N.; QUAST, D. G. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, v. 7, p.191-206,1976.

NIGAM, P.S. Production of bioactive secondary metabolites. **Biotechnology for agro-industrial residues utilization (first ed.)**, Springer, Netherlands, p. 129-145, 2009.

NOBRE, V. N.; SOUSA, M. S.; MARTINS, R. Elaboração e aceitação sensorial de massa salgada com farinha da casca de manga e trigo. Faculdade de Tecnologia CENTEC – Sertão Central, Ceará, 2011. Disponível em: <<http://tecnologiaem-alimentos.blogspot.com.br/2011/04/farinha-alternativa-em-massa-salgada-da.html>>. Acesso em: dezembro 2012.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ALIMENTAÇÃO – Tabela brasileira de composição de alimentos / UNICAMP.- 4. ed. revisada e ampliada - Campinas: NEPA, UNICAMP, 161p. 2011.

OLIVEIRA, S. P. **Avaliação química e nutricional de fibra de milho e sua aplicação em biscoitos**, 1988. 122p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade estadual de Campinas, Campinas, 1988.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; COSTA, C. O.; SILVA, C. A.; GOULART, M. O. F. Conteúdo total de fenóis e capacidade antioxidante de farinhas de resíduos de frutas. **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**. 9º Congresso Nacional da SBAN – A Ciência da Alimentação e da Nutrição: Novos Paradigmas, v. 32, n. Suplemento, 2007.

OLIVEIRA, A. C. DE; VALENTIM, I. B.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; BARROS, M. P. DE ; MANO, GOULART, C. M.; M. O. F. Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues. **Food Chemistry**, v. 115, n. 2, p. 469-475, 2009a.

OLIVEIRA, A. C. DE; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 689-702, 2009b.

OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S.V.; RIBEIRO, P. C. N.; RUBACK, V. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.22, v. 3, 2002, p. 259-262. 2002.

OLIVEIRA, L. F. A. DE; OLIVEIRA, M. G. DE A.; COSTA, N. M. B.; COELHO, D. T. Teores de Fibra Alimentar e de Inibidores de Proteases em Arroz Polido (*Oryza sativa*, L.) e Feijão Comum (*Phaseolus vulgaris*, L.) **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 2, n.1/2, p.161-165, 1999.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos**. v. 1. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294p.

OYAIZU, M. Antioxidative activity of browning products of glucosamine fractionated by organic solvent and thin-layer chromatography. **Nippon Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology**, v. 35, n. 11, p. 771-775, 1988.

O'SHEA, N.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.16, p.1-10, 2012.

OSZMIANSKI, J; WOJDYLO, A; LAMER-ZARAWSKA, E; SWIADER, K.; Antioxidant tannins from Rosaceae plant roots. **Food Chemistry**, v. 100, n. 2, p. 579-83.

PARK, C. M.; JOUNG, M. S.; PAEK, K. Y.; CHOI, J. W. Inhibitory effect of Jewel orchid (*Anoectochilus formosanus*) plant extract against melanogenesis and lipid droplet accumulation. **Journal of the society of cosmetic scientist of Korea**, v. 36, p. 45-1450, 2010.

PELIZER, L. H.; PONTIRRI, M. H.; MORAES, I. O. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Journal of Technology Management & Innovation**, Chile, v. 2, n. 1, p.118-127, 2007.

PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 01, p. 186-192, 2007.

PETERSON, J.; DWYER, J. Flavonoids: dietary occurrence and biochemical activity. **Nutrition Research**. v. 18, n. 12, p. 1995-2018, 1998.

PETTY, S; SCULLY, C. Polyphenols, oral health and disease: A review. **Journal of Dentistry**, v. 37, n. 6, p. 413-423, 2009.

PIMENTEL, B. M. V.; FRANCKI, M.; GOLLÜCKE, B. P. Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: editora Varella, 2005.

PINHEIRO, E. R.; SILVA, I. M. D. A. DA; GONZAGA, L. V; AMANTE, E. R.; TEÓFILO, R. F.; FERREIRA, M. M. C.; AMBONI, R. D. M. C. Optimization of extraction of high-ester pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) with citric acid by using response surface methodology. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 5561-5566, 2008.

POOL-ZOBEL, B. L.; BUB, A.; MÜLLER, H.; WOLLOWSKI, I.; RECHKEMMER, G. Consumption of vegetables reduces genetic damage in humans: first results of a human intervention trial with carotenoid-rich foods. **Carcinogenesis**, London, v. 18, n. 9, p.1847-1850, 1997.

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

QUEIROZ, C. R. A. DOS A.; MORAIS, S. A. L. DE.; NASCIMENTO, E. A. DO. Caracterização dos Taninos da Aroeira-Preta (*Myracrodruon urundeuva*). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, p. 485-492, 2002.

RAUD, C.; Alimentos funcionais: a nova fronteira da indústria alimentar análise das estratégias da Danone e da Nestlé no mercado brasileiro de iogurtes.; **Revista Sociologia Política**, v.16,n. 31, p. 85-100, 2008.

RE, R. PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICEEVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

REED, J. D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **Journal of animal Science**, v.73, p. 1516-1528, 1995.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. Química de alimentos. São Paulo: **Edgard Blücher**, Instituto Mauá de Tecnologia, 2004. 184 p.

RIBEIRO S. M. R.; BARBOSA, L. C. A; QUEIROZ, J. H; KNÖDLER, M.; SCHIEBER, A. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L). **Food Chemistry**, v. 110, p.620-626, 2008.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B. DA; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P. DA; AGOSTINI-COSTA, T. DA S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.

RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S. L.; ISLAS-HERNÁNDEZ, J. J.; AGAMA-ACEVEDO, E.; TOVAR, J.; BELLO-PÉREZ, L. A. Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. **Food Chemistry**, v.107, n. 4, p. 1515-1521, 2008.

RODRÍGUEZ, M. B. S.; MEGÍAS, S. M. BAENA, B. M. Alimentos Funcionales y Nutrición óptima. **Revista da Espanha de Salud Pública**, v. 77, n. 3, p. 317-331, 2003.

RODRÍGUEZ-MAYA, D. B. Quantitative analysis, *in vitro* assessment of bioavailability and antioxidant activity of food carotenoids – a review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, n. 7, p. 726-740, 2010.

RODRÍGUEZ-AMAYA, D. B. Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos. Rodrigues-Amaya, D.B., KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. [autores]; CORADIN, L.; POMBO, V. B.[Organizadores]. **Brasília**: MMA/SBF, 2008.

ROMBALDI, C. V.; TIBOLA, C. S.; ZAICOVSKI, C. B.; SILVA, J. A.; FACHINELLO, J. C.; ZAMBIAZI, R. C. Potencial de conservação e qualidade de frutas: aspectos biotecnológicos de pré e pós-colheita. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, v. 19, p. 105-132, 2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos...** Cabo Frio-RJ: SBF/UENF/UFRRJ, 2006.

SANTOS, A. V. **Obtenção e incorporação de farinha de casca de maracujá na produção de bolos de chocolate**, 105p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade Tiradentes, Aracajú, 2008.

SANTOS, E. O.; FERRAZ, Z. M. L. Agrossíntese: os bons frutos da Bahia. Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. 2004. **SEAGRI – BAHIA** Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/agrosintese_BaAgricV6N1.asp> Acesso em: abril de 2012.

SEAGRI. Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Hortifruticultura Baiana, 2010. Disponível em: http://www.seagri.ba.gov.br/hortifruticultura_baiana.pdf>. Acesso em: abril 2012.

SEERAM, N. P.; BOURQUIN, L. D.; NAIR, M. G. Degradation products of cyanidin glycosides from tart cherries and their derivatives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 49, p. 4924–4929, 2001.

SENTANIN, M.A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid levels in papaya and peach determined by high performance liquid chromatography. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 2, n. 1, p. 13-19, 2007.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster. **Technomic Publishing Company Inc**, p. 235-273, 1995.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.

SGARBIERI, V. C. Proteínas em alimentos protéicos: propriedades - degradações - modificações. São Paulo: **Varela**, 1996.

SIES, H. Total antioxidant capacity: appraisal of a concept. **Journal Nutricional**, v. 137, n. 6, p. 1493-1495, 2007.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora **UFV**, 2002. 235p.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. DA. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos **Revista Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 5-19, 1999.

SILVA, R. M. G. S. **Uso da farinha de batata doce (Ipamoea batatas) em substituição parcial de farinha de trigo na produção de pão tipo francês**. 1991. 79 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

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

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M., SILVA, M. DE J. M. DA; LIMA, A. DE. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**. v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

SOUZA, M. W. S.; FERREIRA, T. B. O.; VIEIRA, I. F. R. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n.1, p. 36-33, 2008.

ST. ANGELO, A. J.; Lipid oxidation in food. **Critical Reviews and Food Science Nutrition**, v. 36, n.3, p. 175-224, 1996.

STECHER, G.; BONN, G. K. Phytochemical analysis (Chapter 22). **Journal of Chromatography Library**, v. 69, Part B, p. 1037-1071, 2004.

TORRES, L. M.; DOMICIANO, D.; OLIVEIRA, R. M. E.; PAIXÃO M. G.; PIMENTA, M. E. S. G.; RODRIGUES, A. K. 51^o CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 2011. São Luiz, MA. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2011/trabalhos/10/10-669-10393.htm>>. Acesso em: novembro de 2012.

UBANDO-RIVERA, J.; NAVARRO-OCAÑA, A.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. A. Mexican lime peel: Comparative study on contents of dietary fibre and associated antioxidant. **Food Chemistry**, v. 89, n.1, p. 57-61, 2005.

UCHOA, A. M. A.; COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; SILVA, E. M. C.; CARVALHO, A. de 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**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 58-65, 2008.

VASCONCELOS, S. M. L.; GOULART, M. O. F.; SILVA, M. A. M. DA; MANFREDINI, V.; BENFATO, M. DA S.; RABELO, L. A.; FONTES, G. Marcadores de desequilíbrio redox em sangue de pacientes hipertensos de uma comunidade no Nordeste do Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 97, n. 2, p. 141-147, 2011.

VERGARA-VALÊNCIA, N.; GRANADOS-PÉREZ, E.; AGAMA-ACEVEDO, E.; TOVAR, J.; RUALES, J. ; BELLO-PÉREZ, L. A. Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. **Food Science and Technology**, v.40, p. 722-729, 2007.

VIEIRA, P. A. F.; QUEIROZ, J. H. DE; ALBINO, L. F. T.; MORAES, G. H. K. DE; BARBOSA, A. DE A., MÜLLER, E. S.; VIANA, M. T. DOS S. Efeitos da inclusão de farelo do resíduo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.12, p. 2173-2178, 2008.

VILLELA, G. G.; BACILA, M.; TASTALDI, H. Bioquímica. Editora **Guanabara Koogan** S. A., 2ª edição, p. 785-790, 1966.

WANG, H.; NAIR, M. G.; STRASBURG, G.M.; CHANG, Y.C.; BOOREN, A.M.; GRAY, J. I.; DEWITT, D. L. Antioxidant and anti-inflammatory activities of anthocyanins and their aglycone, cyanidin, from tart cherries. **Journal of Natural Products**, v. 62, n. 13, p. 294 -296, 1999.

WASZCZYNSKYJ, N.; WILLW, G. M. F. C.; PROTZEK, E. C.; FREITAS, R. J. S.; PENTEADO, P. T. P. S. Tecnologia para obtenção de fibras alimentares a partir de matérias primas regionais. Experiência do Brasil. In: LAJOLO, M. F.; SAURACALIXTO, F.; PENNA, E. W. Fibra dietética em Iberoamérica: tecnologia y salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos. Livraria Varela. São Paulo, p. 237-243, 2001.

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**, Easton, v. 47, n. 5, p. 1801-1812, 1999.

WILLIAMS, C. L. Dietary fiber in childhood. **The Journal of Pediatrics**, v. 149, p. 121-130, 2006.

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

WRANGHAM, R. W.; CONKLIN-BRITTAIN, N. L.; HUNT, K. D., Dietary response of chimpanzees and cercopithecines to seasonal variation in fruit abundance. I. Antifeedants, **International Journal of Primatology**, v. 19, p. 949-970,1998.

YOKAICHIYA, D. K.; GALEMBECK, E. Radicais livres de oxigênio: um software introdutório. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 267- 269, 2000.

ZERAIK, M. L.; YARIWAKE, J. H. Quantification of isoorientin and total flavonoids in *Passiflora edulis* fruit pulp by HPLC-UV/DAD. **Microchemical Journal**, v. 96, p. 86-91, 2010.

ZERAIK, M. L.; PEREIRA, C. A. M.; ZUIN, V. G.; YARIWAKE, J. H. Maracujá: um alimento funcional? **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 3, p. 459-471, 2010.

ZHANG, Y; VAREED, S. K.; NAIR, M. G. Human tumor cell growth inhibition by nontoxic anthocyanidins, the pigments in fruits and vegetables. **Life Sciences**, v. 76, n. 1, p.1465-1472, 2005.

ZHAO, B.; HALL, C. A. Composition and antioxidant activity of raisin extracts obtained from various solvents. **Food Chemistry**, Washington, v. 108, n. 2, p. 511-518, 2008.