



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSO* EM  
CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**RESÍDUOS DA INDÚSTRIA PROCESSADORA DE POLPAS  
DE FRUTAS: CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E FATORES  
ANTINUTRICIONAIS**

QUESIA SANTOS AMORIM

ITAPETINGA – BAHIA

Fevereiro – 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSO* EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS

**Resíduos da Indústria Processadora de Polpas de Frutas:  
Capacidade Antioxidante e Fatores Antinutricionais**

Autor: Quesia Santos Amorim  
Orientador: Dr. Marcondes Viana da Silva  
Co-orientadora: Dra. Sandra Lúcia da Cunha e Silva

“Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS, no Programa de Pós-Graduação *Stricto senso* em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Área de concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento”

ITAPETINGA – BAHIA  
Fevereiro - 2016

QUESIA SANTOS AMORIM

**Resíduos da Indústria Processadora de Polpas de Frutas: Capacidade Antioxidante e Fatores Antinutricionais**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Itapetinga, BA. Área de Concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Aprovada em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2016.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Marcondes Viana da Silva - UESB  
Orientador

---

Profa. Dra. Simone Andrade Gualberto - UESB  
Membro

---

Profa. Dra. Andréa Gomes da Silva  
Membro

Ao meu amor maior, Almiro Rocha de Amorim, que certamente se encheria de orgulho por mais essa conquista.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por todos os momentos em que Ele esteve ao meu lado, me amparando e protegendo mesmo sem eu merecer.

Ao meu pai, Almiro Rocha (*in memoriam*), por ter sido um pai maravilhoso, meu amor mais lindo e orgulho maior.

À minha mãe, Maria de Lourdes, pelas orações em meu favor e por toda dedicação ao longo desses anos.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por sua contribuição para meu crescimento profissional e pessoal.

Ao meu orientador, Prof. DSc. Marcondes Viana da Silva, pela orientação, ensinamentos, e incentivo.

À minha co-orientadora, Prof. DSc. Sandra Lúcia da Cunha e Silva e à Prof. DSc. Simone Andrade Gualberto pelos auxílios na realização desse trabalho e companheirismo ao longo desses anos de vida acadêmica.

Ao meu namorado, Cristiano Martins, pelo amor, carinho, e principalmente paciência nos muitos momentos em que estive apreensiva.

A todos os meus irmãos, em especial à Lucas Amorim, Jéssica Brito, Márcio Brito, Efigênia Amorim, Tino Amorim e Tede Amorim, por todo apoio e torcida, e à minha sobrinha linda, Marissol, por todo carinho.

Aos colegas de curso, em especial, Daiana Nolasco, Karine Carvalho e Rômulo Dantas pela amizade.

À Hanna Elísia, Márjorie Castro, Jorge Vitório, Joyce Moreno e demais colegas do NECAL e NUPESQ pelas muitas vezes em que me ajudaram na realização dos meus experimentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1. Objetivo Geral.....	17
2.2. Objetivos Específicos .....	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1. Fruticultura no Brasil .....	18
3.2. Geração de Resíduos na Agroindústria e seus Impactos .....	19
3.3. Caracterização geral das matérias primas utilizadas.....	21
3.3.1. <i>Ananas comosus</i> L. – Abacaxi.....	21
3.3.2. <i>Malpighia emarginata</i> D.C. - Acerola .....	22
3.3.3. <i>Spondias mombin</i> L. - Cajá.....	24
3.3.4. <i>Mangifera indica</i> L. – Manga.....	25
3.3.5. <i>Passiflora edulis flavicarpa</i> – Maracujá amarelo .....	26
3.4. Caracterização centesimal de farinhas obtidas de resíduos de frutas .....	28
3.5. Compostos Fenólicos .....	31
3.6. Capacidade antioxidante .....	32
3.7. Fatores Antinutricionais.....	36
3.7.1. Taninos .....	37
3.7.2. Nitratos e Nitritos .....	39
3.7.3. Lectinas (Hemaglutininas) .....	40
3.7.4. Fitatos .....	41
3.7.5. Oxalatos.....	42
3.7.6. Saponinas .....	43

4. MATERIAL E MÉTODOS.....	45
4.1. Matéria prima.....	45
4.2. Obtenção das farinhas.....	45
4.3. Obtenção dos extratos hidroetanólicos.....	46
4.4. Determinação de Fenólicos Totais.....	46
4.5. Determinação da Capacidade Antioxidante.....	47
4.5.1. Ensaio do radical DPPH.....	47
4.5.2. Ensaio do radical ABTS.....	48
4.5.3. Ensaio da Inibição da Co-oxidação do Sistema $\beta$ -caroteno e Ácido Linoleico.....	48
4.5.4. Determinação da atividade antioxidante por sequestro do radical hidroxil através da diminuição da degradação da desoxirribose.....	49
4.6. Determinação de fatores antinutricionais.....	50
4.6.1. Determinação titulométrica de oxalatos.....	50
4.6.2. Determinação titulométrica de fitatos.....	50
4.6.3. Determinação de hemaglutininas (Lectinas).....	51
4.6.4. Determinação espectrofotométrica de nitratos.....	52
4.6.5. Determinação espectrofotométrica de taninos condensados (Método Butanol Ácido).....	52
4.6.6. Determinação espectrofotométrica de saponinas totais.....	53
4.7. Análise Microbiológica.....	53
4.8. Análise estatística.....	54
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.1. Determinação dos constituintes fenólicos totais.....	55
5.2. Avaliação da capacidade antioxidante.....	56
5.2.1 Método do radical DPPH.....	56
5.2.2 Método do radical ABTS.....	58
5.2.3. Determinação da capacidade antioxidante utilizando o sistema $\beta$ -caroteno e ácido linoleico.....	59
5.2.4 Método do Sequestro do Radical Hidroxila – Desoxirribose.....	61
5.3. Avaliação da presença de fatores antinutricionais.....	62
5.3.1. Determinação de oxalato.....	62
5.3.2. Determinação de hemaglutininas.....	63
5.3.3. Determinação de saponinas totais.....	64

5.3.4. Determinação de fitatos.....	65
5.3.5 - Determinação de nitratos .....	66
5.3.6. Determinação de taninos condensados.....	68
5.4. Avaliação microbiológica .....	69
CONCLUSÕES .....	71
REFERÊNCIAS .....	72



## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Estimativa de algumas das principais frutas produzidas no Brasil em 2014 e seu volume em toneladas.....	18
Tabela 2. Área, em hectares, utilizada no cultivo de frutas no Brasil em 2014 .....	19
Tabela 3. Percentual de resíduo gerado durante a produção de alguns sucos .....	20
Tabela 4. Trabalhos desenvolvidos com resíduos de manga, visando seu reaproveitamento .....	26
Tabela 5. Trabalhos desenvolvidos com resíduos de maracujá, visando seu reaproveitamento .....	27
Tabela 6. Teor de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibras totais e carboidratos totais encontrados nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá .....	28
Tabela 7. Grupos nos quais os antinutrientes estão distribuídos com base nos nutrientes que afetam .	37
Tabela 8. Efeito dos taninos como antinutrientes quando presentes nas dietas de animais monogástricos .....	39
Tabela 9. Teores dos constituintes fenólicos das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá .....	55
Tabela 10. Resultados dos testes de atividade antioxidante das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola cajá, manga e maracujá pelo método do DPPH expressos em EC50 .....	56
Tabela 11. Determinação da atividade antioxidante dos extratos hidroetanólicos das farinhas de resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá pelo método ABTS.....	58
Tabela 12. Percentual de inibição da oxidação das farinhas de resíduos estudadas, pelo método de co-oxidação $\beta$ -caroteno/ácido linoléico.....	59
Tabela 13. Percentual de atividade antioxidantes das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá, pelo método do sequestro do radical hidroxila.....	61
Tabela 14. Teores de oxalato ( $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) encontrados nas farinhas de resíduos do processamento de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá .....	62
Tabela 15. Teores de saponinas encontrados nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá .....	64

Tabela 16. Teores de fitatos encontrados nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá .....	65
Tabela 17. Teores de nitrato encontrados nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá .....	67
Tabela 18. Teores de taninos condensados nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá .....	68
Tabela 19. Resultados da análise microbiológica das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá.....	69

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. <i>Ananas comosus</i> L – Abacaxi .....	21
Figura 2. <i>Malpighia emarginata</i> D.C – Acerola .....	23
Figura 3. <i>Spondias mombin</i> L – Cajá .....	24
Figura 4. <i>Mangifera indica</i> L – Manga .....	25
Figura 5. <i>Passiflora edulis</i> – Maracujá .....	27
Figura 6. Elementos básicos do metabolismo primário e sua relação com o metabolismo secundário de plantas. Fonte: Garcia e Carril (2009), adaptada.....	31
Figura 7. Rotas metabólicas de síntese de compostos fenólicos. ....	32
Figura 8. Estabilização do cátion radical ABTS.+ por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.....	34
Figura 9. Forma radicalar (A) e (B) não radicalar do DPPH.....	35
Figura 10. Estrutura química do $\beta$ -caroteno (A) e ácido linoléico (B).....	35
Figura 11. Estrutura química de taninos hidrolisáveis (A) e condensados (B). ....	38
Figura 12. Estrutura do ácido fítico.....	41
Figura 13. Esquema simplificado do Ciclo do ácido tricarbóxico .....	42
Figura 14. Ácido oxálico Fonte: wikipedia .....	43
<b>Figura 15.</b> Estrutura química de uma saponina esteroidal (A) e triterpênica (B).....	44

## LISTA DE EQUAÇÕES

	Página
Equação. 1. Reação de Fenton .....	36
Equação 2. Cálculo EC 50 DPPH .....	47
Equação 3. Cálculo percentual de inibição da oxidação pelo método DPPH. ....	49
Equação 4. Cálculo percentual de atividade antioxidante pelo método da desoxirribose. ....	50
Equação 5. Cálculo para determinar o teor de oxalato.....	50
Equação 6. Cálculo para determinar o teor de ácido fítico.....	51

## RESUMO

AMORIM, Q.S. **Resíduos da indústria processadora de polpas de frutas: capacidade antioxidante e fatores antinutricionais**. UESB, 2016. 89p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais)

A grande extensão territorial do Brasil aliada às condições adequadas do clima e do solo colocam o país em posição de destaque no que se refere à produção de frutas. O processamento dessas frutas para a elaboração de polpas, sucos e outros derivados é responsável pela geração de toneladas de resíduos, os quais são na maioria das vezes descartados de maneira inadequada, acarretando poluição ambiental. Sendo assim, objetivou-se com o presente estudo investigar a capacidade antioxidante, os fatores antinutricionais, e as características microbiológicas de farinhas elaboradas a partir de resíduos de polpas de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá, visando lhes agregar valor comercial e assim mitigar seus impactos sobre o meio ambiente. Foram realizadas a determinação de compostos fenólicos, avaliação da capacidade antioxidante, investigação dos fatores antinutricionais e avaliação microbiológica. Dentre as farinhas estudadas as farinhas de cajá e acerola destacaram-se com as maiores concentrações de compostos fenólicos. A capacidade antioxidante determinada pelos métodos DPPH e ABTS foi mais expressiva nas farinhas de cajá e acerola, enquanto que pelos métodos  $\beta$ -caroteno e desoxirribose foram as farinhas de manga e maracujá que apresentaram maior capacidade antioxidante. Os fatores antinutricionais foram detectados em baixas quantidades em todas as farinhas. As farinhas dos resíduos de abacaxi, manga e maracujá estão em conformidade com os padrões microbiológicos estabelecidos pela atual legislação brasileira enquanto que nas farinhas de acerola e cajá foi detectada presença de *Salmonella sp*. Constata-se a partir desses resultados, que as farinhas dos resíduos estudadas apresentam potencial de aproveitamento como ingrediente, para indústria alimentícia e farmacêutica, uma vez que possuem capacidade antioxidante significativa e por apresentarem baixos teores de fatores antinutricionais. As farinhas de acerola e cajá estudadas não estão adequadas para consumo, enquanto que as demais farinhas estão apropriadas para consumo, considerando a avaliação microbiológica.

Palavras-chave: Antinutrientes, Farinhas, Fitoquímicos bioativos, Reaproveitamento

## ABSTRACT

AMORIM, Q.S. **Waste from the processing industry of fruit pulp : antioxidant capacity and anti-nutritional factors**. UESB, 2016. 89p. ( Dissertation - Master in Environmental Sciences )

The large size of Brazil coupled with adequate conditions of climate and soil put the country in a prominent position in relation to the production of fruit. The processing of these fruits for the preparation of pulps, juices and other derivatives is responsible for generating tons of waste, which are most often disposed of improperly, causing environmental pollution. Therefore, the aim of the present study was to investigate the antioxidant capacity, anti-nutritional factors, and microbiological characteristics of prepared meals from waste pineapple pulp, acerola, caja, mango and passion fruit in order to add their commercial value and so mitigate its impact on the environment. The determination of phenolic compounds, evaluation of antioxidant capacity, investigation of anti-nutritional factors and microbiological evaluation were performed. Among the flours studied the flour hog plum and acerola stood out with the highest concentrations of phenolic compounds. The antioxidant capacity determined by DPPH and ABTS methods was more significant in flour hog plum and cherry, while the  $\beta$ -carotene methods and deoxyribose were the mango and passion fruit flour that had higher antioxidant capacity. The anti-nutritional factors were found in low amounts in all flours. The flour residues of pineapple, mango and passion fruit are in accordance with the microbiological standards established by current legislation while in Brazilian acerola flour and cajá was detected presence of *Salmonella* sp. It appears from the results of these, which flour residues have studied the potential use as an ingredient for food and pharmaceutical industry, since they possess significant antioxidant activity and have low content of antinutritional factors. Flours acerola and cajá studied are not suitable for consumption, while the remaining flour are suitable for consumption, considering the microbiological evaluation.

Keywords: Antinutrients, Flours, Bioactive phytochemicals, Reuse

## 1. INTRODUÇÃO

A fruticultura no Brasil encontra-se em expansão, além da vasta abundância de espécies produzidas nas diversas regiões do País e nos diferentes climas, a modernização da agricultura, bem como as formas de apresentação e de industrialização colocam as frutas em destaque no agronegócio nacional (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2015).

Embora o consumo de frutas no Brasil (33 kg por habitante ao ano) seja bem inferior ao recomendado (100 kg por habitante ao ano), têm-se observado nas últimas décadas um aumento considerável na ingestão desses produtos e outros vegetais. Esse aumento é resultante da crescente preocupação do consumidor quanto à saúde e alimentação, aliado à melhoria na renda e maior qualidade das frutas. No entanto, a perecibilidade desses produtos corresponde a uma das principais barreiras para sua comercialização, principalmente no que se refere à exportação para longas distâncias (NEUTZLING, et al., 2009; YAHIA, 2010; ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2015).

Uma das principais alternativas empregadas na busca pelo aproveitamento e conservação de frutas durante a safra, é a fabricação de polpas de frutas congeladas, as quais possibilitam o armazenamento dos frutos, que poderão ser utilizados fora da sua época in natura. O mercado de polpas no Brasil é promissor, pois a procura por produtos de fácil e rápido preparo é cada vez maior. Contudo, o aumento deste processamento gera resíduos que levam à preocupação quanto à sua forma de descarte, uma vez que os mesmos são potenciais poluidores por apresentarem, em sua maioria, elevado valor orgânico, por fornecerem nutrientes para microrganismos e, também, devido às perdas de biomassa e energia (BRUNINI et al., 2002; ABUD e NARAIN, 2009).

De acordo com Lousada Júnior et al. (2006), a produção de polpas e sucos de manga, acerola, maracujá e caju, por exemplo, gera cerca de 40% de resíduos agroindustriais. Sendo assim, é cada vez maior a necessidade de estudos que visem o aproveitamento desses

resíduos, haja vista que estes podem minimizar seus impactos sobre o meio ambiente, bem como fornecer um melhor consumo nutricional e maior economia.

A elaboração de farinhas a partir de resíduos de frutas corresponde a uma alternativa viável de reaproveitamento, uma vez que estas podem ser utilizadas como ingredientes no preparo dos mais diversos produtos (biscoitos, bolos, pães, doces, entre outros). Além disso, podem atuar como fonte enriquecedora de nutrientes (ZANATTA et al., 2010).

Diversos estudos voltados à utilização de resíduos industriais oriundos do processamento de alimentos (inclusive transformação de resíduos de frutas em farinhas) têm sido realizados, entretanto, observa-se que existe na literatura uma lacuna no que se refere ao estudo dos fatores antinutricionais presentes nesses resíduos. Tais estudos são de relevada importância, pois fornecem informações sobre a segurança na utilização desses produtos.

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho investigar a capacidade antioxidante, a presença de fatores antinutricionais e as características microbiológicas de farinhas produzidas a partir dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga, e maracujá, obtidos de uma empresa processadora de polpas de frutas congeladas, situada na cidade de Vitória da Conquista, Bahia.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

Avaliar a capacidade antioxidante, a presença de fatores antinutricionais e as características microbiológicas de farinhas de resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá, oriundos de uma indústria processadora de polpa de frutas.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Determinar a capacidade antioxidante das farinhas através dos métodos ABTS, DPPH, co-oxidação do  $\beta$ -caroteno e ácido linoleico, bem como a atividade sequestradora do radical hidroxil utilizando desoxirribose;
- Investigar a presença de fatores antinutricionais nas farinhas obtidas dos resíduos de frutas;
- Estabelecer a qualidade microbiológica das farinhas, através das análises de bolores totais, *Bacillus cereus*, *Coliformes Totais* e *Salmonella sp.*

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Fruticultura no Brasil

O Brasil é responsável pela geração de cerca de 40 milhões de toneladas de frutas anualmente, o que lhe confere o terceiro lugar, entre os maiores produtores mundiais. O potencial do Brasil como produtor de frutas se deve em grande parte às condições adequadas do clima, do solo e à sua grande extensão territorial, além disso, o setor público e privado vem investindo em infraestrutura, capacitação, logística e inovação tecnológica (IBRAF, 2013; ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2015).

Do total de frutas produzidas no Brasil, 53% destina-se à comercialização como frutas frescas e os 47% restantes vão para o setor agroindustrial (IBRAF, 2013). A seguir encontram-se algumas das principais frutas tropicais, em termos de valor de produção no Brasil, produzidas em 2014 e seu volume em toneladas, Tabela 1.

**Tabela 1.** Estimativa de algumas das principais frutas produzidas no Brasil em 2014 e seu volume em toneladas

FRUTA	TONELADA
Abacaxi	3.343.260
Acerola	7.182.714
Manga	1.249.521
Maracujá	923.035

Fonte: IBGE (2013); ANUÁRIO DA FRUTICULTURA (2015).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Fruticultura – IBRAF (2013), a área utilizada no cultivo de frutas no País tem crescido consideravelmente e já ultrapassou 2,2 milhões de hectares. Esse aumento contribui de forma positiva na geração de emprego e renda, uma vez que esse setor emprega aproximadamente cinco milhões de trabalhadores, o que equivale a 27 % da mão de obra agrícola. Além disso, colabora com o desenvolvimento rural do

agronegócio nacional (FACHINELLO et al., 2011; BUAINAIN e BATALHA, 2007). Na tabela a seguir encontra-se a área utilizada para o cultivo de algumas frutas no Brasil, em 2014, Tabela 2.

**Tabela 2.** Área, em hectares, utilizada no cultivo de frutas no Brasil em 2014

FRUTA	ÁREA PLANTADA
Laranja	721.252
Banana	523.797
Abacaxi	96.800
Coco-da-baía	257.168
Uva	80.576

Fonte: ANUÁRIO DA FRUTICULTURA (2015).

O cultivo de frutas é observado em todos os estados brasileiros, no entanto, os principais produtores são: São Paulo (39% da produção total), Bahia (12%), Rio Grande do Sul (6%), Minas (6%) e Pará (3,7%). A Bahia produz mais de três milhões de frutas, numa área de 263 mil hectares. As principais frutas produzidas na Bahia são abacaxi, uva, mamão, citros, banana, manga e coco (IBRAF, 2013).

### 3.2. Geração de Resíduos na Agroindústria e seus Impactos

No Brasil grande parte dos alimentos de origem vegetal é desperdiçada, observa-se que ocorrem perdas em todas as etapas da cadeia produtiva. De acordo com Roriz (2012), já na colheita estima-se que haja 10% de perda. Nas etapas seguintes, transporte e industrialização, o percentual de perda estimado é de 50%. Esses desperdícios continuam até o preparo do alimento, onde cerca de 10% do vegetal adquirido não é utilizado.

As indústrias produtoras de suco de frutas e de polpas congeladas, também são responsáveis pela geração de toneladas de resíduos agroindustriais. Os principais resíduos gerados na indústria de suco são as cascas e sementes, oriundas do esmagamento de grandes quantidades de frutas para elaboração de suco. Na tabela a seguir encontram-se informações sobre o percentual de resíduos gerados durante a produção de certos sucos Tabela 3.

**Tabela 3.** Percentual de resíduo gerado durante a produção de alguns sucos

<b>Suco Produzido</b>	<b>Percentual de Resíduo Gerado</b>	<b>Fonte</b>
Manga	69,4%	Teles et al., 2005
Tamarindo	50 a 60%	Rogério, 2005
Pitanga	70%	Rogério, 2005
Maracujá	65 a 70%	Rogério, 2005
Acerola	27 a 41%	Ferreira et al., 2004
Cajú	40%	Ferreira et al., 2004
Abacaxi	30 a 40%	Ferreira et al., 2004
Goiaba	40%	Ferreira et al., 2004

Fonte: Pereira et al., (2009) com adaptações.

No que se refere à produção de polpa de frutas congeladas, grandes quantidades de resíduos são geradas no decorrer de todo o processo. Já na etapa inicial têm-se um elevado desperdício, pois é necessária uma criteriosa seleção das frutas, as quais devem ser: sãs, não apresentar sujeira, estar livre de fungos, bactérias, parasitas e substâncias que não façam parte de sua composição natural. Dessa forma, as frutas que não se enquadrem nesse padrão são descartadas. Nas fases de descascamento, corte e despulpamento, também são geradas quantidades imensas de resíduos. Ainda que estes sejam biodegradáveis, é necessário um tempo mínimo para que ocorra a decomposição dos mesmos, sendo assim constituem-se fonte de poluição ambiental (JERÔNIMO, 2012; CATANEO et al., 2008).

O lançamento das águas de lavagem residual diretamente na rede de esgotos, sem que haja um tratamento prévio, também corresponde a um grave problema ambiental ocasionado pelas indústrias produtoras de polpas, uma vez que esse efluente é constituído de grandes concentrações de cloro residual, resíduos inorgânicos insolúveis, e muita matéria orgânica (JERÔNIMO, 2012).

Além da contaminação de corpos hídricos, e da depreciação dos solos, devido ao grande acúmulo dos resíduos agroindustriais, têm-se ainda a formação de um ambiente

adequado para a proliferação de vetores, como mosquitos, ratos, baratas, e formigas, os quais podem acarretar prejuízos à saúde e bem estar humano (ARAGÃO, 2010; PERAZZINI e BITTI, 2010).

A criação de novos produtos, baseados na utilização de resíduos de frutas, corresponde a uma alternativa sustentável, pois o aproveitamento integral de frutas e outros produtos de origem vegetal minimizam a produção de lixo orgânico, aumenta a vida útil do alimento, fornece novas fontes de nutrientes e ainda beneficia a renda familiar. Essa prática tem ainda a vantagem de poder ser aplicada tanto no setor industrial como no ambiente residencial (SILVA e RAMOS, 2009).

### 3.3. Caracterização geral das matérias primas utilizadas

#### 3.3.1. *Ananas comosus* L. – Abacaxi

*Ananas comosus*, conhecida popularmente como abacaxi (Figura 1) é uma espécie pertencente à família Bromeliaceae, subfamília Bromelioideae, e gênero *Ananas*. Por apresentar sabor e aroma agradáveis e ser rica em carboidratos, vitaminas e minerais, é a espécie da família Bromeliaceae com maior importância econômica. Comercializada na sua forma in natura, é também muito utilizada como matéria prima para diversos produtos alimentícios, como doces, geléias, sorvetes, bebidas, entre outros (CRESTANI et al., 2010; MANETTI et al., 2009; MOREIRA, et al., 2006).



**Figura 1.** *Ananas comosus* L – Abacaxi

Fonte: A autora

O Brasil apresenta condições favoráveis para produção e desenvolvimento do abacaxi, ocupando o terceiro lugar no ranking da produção mundial dessa fruta. Seu cultivo é

observado em praticamente, todos os estados do país, alcançando destaque de produção na Paraíba, Minas Gerais, Pará e Bahia, que produz em média 140 mil toneladas de abacaxi, sendo o quarto Estado produtor dessa fruta no país (FAOSTAT, 2010; CRESTANI et al., 2010; OLIVEIRA JÚNIOR e ALMEIDA 2012).

Embora seja amplamente apreciado, o aproveitamento do abacaxi tanto in natura quanto na produção de alimento é pequeno. A depender da variedade, grandes quantidades de resíduos são geradas, sendo estimado que cerca de 40 a 60% da matéria-prima é descartada. A indústria produtora de polpa de frutas, não utiliza a coroa, casca, talos, e cilindros do abacaxi. Tais resíduos apresentam grandes teores de fibras, açúcares e proteínas, o que lhes confere potencial para reaproveitamento (YANO, et al., 2008; ROGÉRIO et al., 2004).

Destaca-se ainda que a partir dos resíduos oriundos da industrialização do abacaxi obtém-se uma enzima proteolítica denominada bromelina, a qual é diurética, depurativa e ajuda no processo de digestão, sendo muito utilizada na elaboração de medicamentos. Além disso, pode ser usada no amaciamento de carnes, clarificação de cervejas, entre outras utilidades (MANETTI et al., 2009; OLIVEIRA, 2001).

### **3.3.2. *Malpighia emarginata* D.C. - Acerola**

A acerola (Figura 2) é uma espécie que pertencente à família Malpighiaceae, e gênero *Malpighia*. Existem controvérsias quanto à sua classificação, alguns autores costumam denominar a aceroleira como *Malpighia glabra*, *Malpighia puniceifolia* e *Malpighia emarginata*. No entanto, a Junta Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR), considera como correto o nome *Malpighia emarginata*, rejeitando os demais, uma vez que estes se referem à outra espécie (MONDIN, et al., 2010).



**Figura 2.** *Malpighia emarginata* D.C – Acerola

Fonte: A autora

A aceroleira é nativa das Ilhas do Caribe, América Central e Norte da América do Sul, no Brasil ela só foi introduzida em 1955, e a partir da década de 80 passou a ser comercializada em vários estados do país, principalmente na região Nordeste, devido às características do solo e do clima que favorecem seu desenvolvimento. Atualmente, o Brasil não é apenas o maior produtor, mas é também o maior consumidor e exportador de acerola no mundo (RITZINGER e RITZINGER, 2011; CHABARIBERY et al., 2002).

De acordo com o IBRAF (2013), no mercado interno, a acerola além de comercializada na forma in natura, também é distribuída congelada e em forma de sucos e polpa congelada. Entretanto, no mercado externo há uma maior demanda pela polpa concentrada industrial, embora haja ainda a comercialização da acerola em pó, capsulada como suprimento de vitamina C.

Nos últimos anos tem-se observado um aumento na demanda pela acerola e seus derivados tanto no mercado interno quanto no externo, isso se deve em grande parte à sua composição nutricional. Rica em vitamina C, a acerola é uma das principais fontes naturais de ácido ascórbico. Estima-se que em cada 100 g da polpa da acerola haja de 600 a 1.000 mg de vitamina C. Além disso, ela também é fonte de carotenoides e antocianinas. Por apresentar um bom potencial de aproveitamento industrial, tem despertado o interesse de produtores em diversas regiões do Brasil (CECÍLIO et al., 2009; NOGUEIRA et al., 2002; FREITAS et al., 2006).

Além da produção de sucos e polpas congeladas, a acerola é também utilizada como matéria prima na fabricação de geleias, néctares, conservas, licores, sorvetes, xaropes, balas, entre outros. Durante o processamento da acerola, geram-se resíduos que representam 40% do volume de produção. Tais resíduos são, na maioria das vezes, desprezados, no entanto,

poderiam ser aproveitados como fontes alternativas de nutrientes, devido, sobretudo à presença de antocianinas e ácido ascórbico nesses resíduos (RITZINGER e RITZINGER, 2011).

Quanto à presença de fatores antinutricionais, na literatura consultada não foram encontradas informações sobre a presença de fitato, saponina, nitratos, inibidores de tripsina e oxalato, na polpa de acerola. No entanto, Sousa et al, (2014) investigaram o teor de oxalato em farinhas produzidas a partir de resíduos de acerola e encontraram  $12 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  da amostra, um valor baixo, incapaz de causar alterações indesejadas no funcionamento do organismo.

### 3.3.3. *Spondias mombin* L. - Cajá

*Spondias mombin* (Figura 3), conhecida popularmente como cajá, cajá mirim, cajá verdadeiro e taperebá, é uma espécie da família Anacardiaceae e gênero *Spondias*. Nativa da América Tropical dispersou-se por toda a região tropical da América, bem como para África e Ásia. No Brasil, essa espécie é cultivada principalmente no Norte e Nordeste, onde esses frutos contribuem para o crescimento do agronegócio da região, através da sua comercialização in natura e principalmente no processamento de polpa, a qual é bastante apreciada no mercado devido ao seu sabor exótico e excelente qualidade (SACRAMENTO e SOUZA, 2000; SOARES et al., 2006).



**Figura 3.** *Spondias mombin* L – Cajá

Fonte: Embrapa (2009)

Devido ao sabor e aroma agradáveis, o cajá é bastante utilizado na elaboração de diversos produtos: sucos, sorvetes, licores, vinhos, entre outros. No entanto, esse fruto ainda não apresenta participação significativa em escala comercial, uma vez que sua



industrialização é muito dependente das variações da safra. Sendo assim, essa espécie ainda é considerada em domesticação. Contudo, tem-se observado a cada ano, uma maior participação desses frutos no agronegócio brasileiro, principalmente na região Nordeste, destacando-se o Sul da Bahia como maior produtor do fruto no país (SACRAMENTO e SOUZA, 2000).

Embora haja pouco plantio comercial, há uma demanda crescente pela polpa de cajá no Brasil, uma vez que esta é uma das mais apreciadas no país. Sendo assim, durante seu processamento, quantidades enormes de subprodutos são geradas, biomassa essa que é uma excelente fonte de nutrientes, o que lhe torna ideal para aproveitamento (BRITO, 2010).

### 3.3.4. *Mangifera indica* L. – Manga

A mangueira, *Mangifera indica*, (Figura 4) pertence à família Anacardiaceae, e gênero *Mangifera*, o qual engloba mais de 60 espécies, sendo a manga a espécie de maior importância econômica. Seu aroma, sabor e coloração, são características que despertam o interesse do consumidor e das indústrias processadoras de sucos e polpas (RAMOS et al., 2005).



**Figura 4.** *Mangifera indica* L – Manga

Fonte: A autora

Nativa do Sudoeste da Ásia, a manga se dispersou por diversas regiões do mundo. O Brasil é o sétimo produtor mundial e dentre as cultivares de maior importância comercial, destacam-se Tommy Atkins, (representando 79% da área plantada no país), Haden, Keitt, Rosa e Ubá. A manga apresenta alto valor nutricional, sendo considerada fonte de compostos antioxidantes: carotenóides totais,  $\beta$ -caroteno, vitamina C e compostos fenólicos, os quais

podem desempenhar várias atividades no organismo como a antioxidante e anticarcinogênica (FRANCO et al., 2004; PERCIVAL et al., 2006).

O resíduo agroindustrial da manga é constituído principalmente de casca e caroço, e representa de 40% a 60% da fruta. Por serem uma importante fonte proteínas, carboidratos, fibras e elementos minerais, esses resíduos apresentam potencial para reaproveitamento, podendo assim participar da elaboração de novos produtos. Nesse sentido, diversos trabalhos têm sido desenvolvidos, com tais resíduos, conforme pode ser observado na tabela 4 (KAUR, 2004; MARQUES et al., 2010).

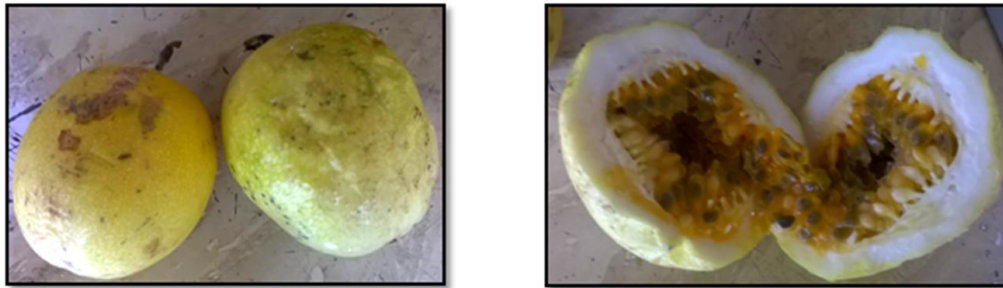
**Tabela 4.** Trabalhos desenvolvidos com resíduos de manga, visando seu reaproveitamento

<b>Trabalhos com resíduos de manga</b>	<b>Autores</b>
Biscoitos com resíduo de manga, maracujá e jaboticaba.	PADILHA e BASSO (2015)
Prospecção tecnológica para o aproveitamento de resíduos industriais, com foco na indústria de processamento de manga.	COELHO et al., (2014)
Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga.	ARBOS et al., (2013)
Caracterização química do resíduo agroindustrial da manga ubá: Uma perspectiva para a obtenção de antioxidantes naturais.	HUBER et al., (2012)
Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo.	LIMA et al., (2011)

Fonte: A autora

### **3.3.5. *Passiflora edulis flavicarpa* – Maracujá amarelo**

*Passiflora edulis flavicarpa*, conhecida popularmente como maracujá amarelo (Figura 5), pertence à família Passifloraceae, e gênero *Passiflora*, o qual abriga aproximadamente 500 espécies, sendo que destas, *Passiflora edulis* é a mais conhecida, em razão da sua ampla industrialização. É uma espécie nativa do Brasil, o qual é o maior produtor de maracujá no mundo, sendo a Bahia seu principal Estado produtor (PEREIRA e VILEGAS, 2000).



**Figura 5.** *Passiflora edulis* – Maracujá  
Fonte: A autora

Durante o processamento do maracujá para elaboração de sucos, polpas e derivados, geram-se quantidades imensas de resíduos, os quais são constituídos principalmente de cascas e sementes, que representam cerca de 60 % do peso do fruto. Atualmente, em média 90 % dos resíduos de maracujá, são descartados. Esses resíduos apresentam grandes quantidades de fibras, pectinas, minerais, aminoácidos, proteínas e carboidratos, o que lhe confere grande potencial para reaproveitamento (PINHEIRO, 2007; OLIVEIRA et al., 2002).

Conforme pode ser observado na tabela 5, diversos trabalhos têm sido realizados com resíduos de maracujá, visando o aproveitamento dos mesmos, no entanto, na literatura consultada observou-se uma lacuna no que se refere aos efeitos antinutricionais.

**Tabela 5.** Trabalhos desenvolvidos com resíduos de maracujá, visando seu reaproveitamento

<b>Trabalhos com resíduos de maracujá</b>	<b>Autores</b>
Resíduos agroindustriais e alimentação de ruminantes.	GIORDANI JÚNIOR et al., (2014)
Utilização de subprodutos de frutas na alimentação animal.	ALMEIDA et al., (2014)
Produção de iogurte com adição das farinhas mistas a partir dos resíduos de maçã, maracujá e uva.	GONÇALVES e LEÃO (2013)
Caracterização dos resíduos da polpa do maracujá-amarelo.	OLIVEIRA et al., (2011)

Fonte: Adaptado pela autora

### 3.4. Caracterização centesimal de farinhas obtidas de resíduos de frutas

Em estudos realizados pelo Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos – NECAL encontrou-se os seguintes valores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibras alimentares totais e carboidratos totais nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá, tabela 6.

**Tabela 6.** Teor de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibras totais e carboidratos totais encontrados nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá

Determinações	Abacaxi	Acerola	Cajá	Manga	Maracujá
Umidade (%)	8,98± 0,04 <sup>ab</sup>	8,29± 0,05 <sup>ab</sup>	7,76± 0,09 <sup>b</sup>	9,67± 2,01 <sup>a</sup>	8,01± 2,14 <sup>ab</sup>
Cinzas (%)	2,08± 0,02 <sup>c</sup>	5,31± 0,05 <sup>a</sup>	3,31± 0,04 <sup>b</sup>	2,35± 0,01 <sup>bc</sup>	2,21± 0,01 <sup>c</sup>
Proteína (%)	4,27± 0,05 <sup>b</sup>	7,58± 0,08 <sup>a</sup>	8,08± 0,08 <sup>a</sup>	4,65± 0,58 <sup>b</sup>	7,95± 0,96 <sup>a</sup>
Lipídios (%)	0,55± 0,04 <sup>d</sup>	2,44± 0,04 <sup>c</sup>	3,48± 0,06 <sup>b</sup>	2,21± 0,01 <sup>c</sup>	5,46 ± 0,02 <sup>a</sup>
Fibras Totais (%)	55,75±0,05 <sup>c</sup>	67,35± 0,05 <sup>b</sup>	75,00± 0,10 <sup>a</sup>	46,57± 0,42 <sup>d</sup>	67,93 ± 1,80 <sup>b</sup>
Carboidratos(%)	28,37±0,04 <sup>b</sup>	9,03±0,05 <sup>c</sup>	2,37± 0,06 <sup>d</sup>	34,55± 0,61 <sup>a</sup>	8,44± 0,99 <sup>c</sup>

\*As médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Sobrinho (2013); Oliveira (2013)

Observa-se que os teores de umidade encontrados em todas as farinhas estão em conformidade com a atual legislação brasileira (RDC n° 263 de 22 de setembro de 2005), que estabelece um máximo de 15% de umidade em farinhas. A avaliação do teor de umidade é de relevada importância, pois este é um parâmetro que está diretamente relacionado à estabilidade do alimento. Sendo assim, baixos teores possibilitam uma maior conservação do produto, aumentando o tempo de vida útil, haja vista que diminui a água disponível para o desenvolvimento de microrganismos. Dessa forma as farinhas estudadas apresentam-se apropriadas para consumo, considerando-se esse fator (CHAVES et al., 2004).

Quanto ao conteúdo de cinzas, este sugere uma riqueza de compostos minerais nas amostras. Nas farinhas estudadas os valores encontrados foram relativamente altos, destacando-se a farinha de acerola com 5,31%. Silva et al. (2012), encontraram 1,99% de cinzas em farinhas de resíduos dessa fruta, enquanto que Aquino et al. (2010) obtiveram

3,03%. As variações encontradas nesses estudos podem ser atribuídas a diferentes fatores, entre eles a composição do solo, que pode interferir na presença de minerais nos alimentos.

Os maiores teores de proteínas totais foram observados nas farinhas de cajá (8,08%), maracujá (7,95%) e acerola (7,58%). De acordo com a RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA pode-se afirmar que um alimento é fonte de proteína quando este apresentar no mínimo 6 g de proteína por porção do produto. Considerando 50 g como sendo uma porção de farinha (RDC nº 359 de 23 de dezembro de 2003) têm-se 2,13 g de proteína na farinha de abacaxi, 3,79 g na farinha de acerola, 4,04 g na farinha de cajá, 2,32 g na farinha de manga e 3,97 g na farinha de maracujá. Dessa forma, as farinhas estudadas não são fontes de proteínas, contudo, podem atuar como complemento proteico para obtenção de uma alimentação saudável (BRASIL, 2012; BRASIL, 2003).

As farinhas analisadas apresentaram baixos teores de lipídios, estando em conformidade com a RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012, da ANVISA, que determina que um alimento apresenta baixo conteúdo de gorduras quando contém no máximo 3 g de gorduras totais por porção do produto (BRASIL, 2012). O maior teor foi observado na farinha de maracujá (5,46%) e o menor na farinha de abacaxi (0,55%). Entretanto, o valor de lipídios encontrado nesse trabalho para farinha de maracujá foi superior ao encontrado por Souza et al. (2008) de 1,75%, e por Garcia et al. (2011) de 1,18% em farinhas desse fruto. Quanto ao teor de lipídios na farinha de abacaxi, o valor encontrado foi menor que o encontrado por Mendes et al. (2013), de 6,61% e por Costa et al. (2007) de 1,60%, ao avaliarem farinhas dessa fruta.

Todas as farinhas estudadas apresentaram elevado teor de fibras alimentares, o que agrega valor positivo a tais farinhas como complemento alimentar, considerando a importância da presença de fibras na dieta humana, uma vez que estas auxiliam no desempenho de diversas funções (controle dos níveis de glicose no sangue, redução de problemas intestinais, entre outros). De acordo com a Portaria nº 27 de 13/01/98 da ANVISA, um alimento é considerado com alto teor de fibra se apresentar, no mínimo, 6 % de fibra, e como fonte de fibra se possuir um mínimo de 3%. Mattos e Martins (2000) classificaram da seguinte forma o teor de fibras presente em 100 g de alimentos: muito alto (superior a 7 g), alto (4,5 a 6,9 g), moderado (2,4 a 4,4 g) e baixo (inferior a 2,4 g).

Para os carboidratos totais, o maior teor foi encontrado nas farinhas dos resíduos de manga (34,55%) e abacaxi (28,37%). Mendes et al. (2013) ao avaliar o teor de carboidratos

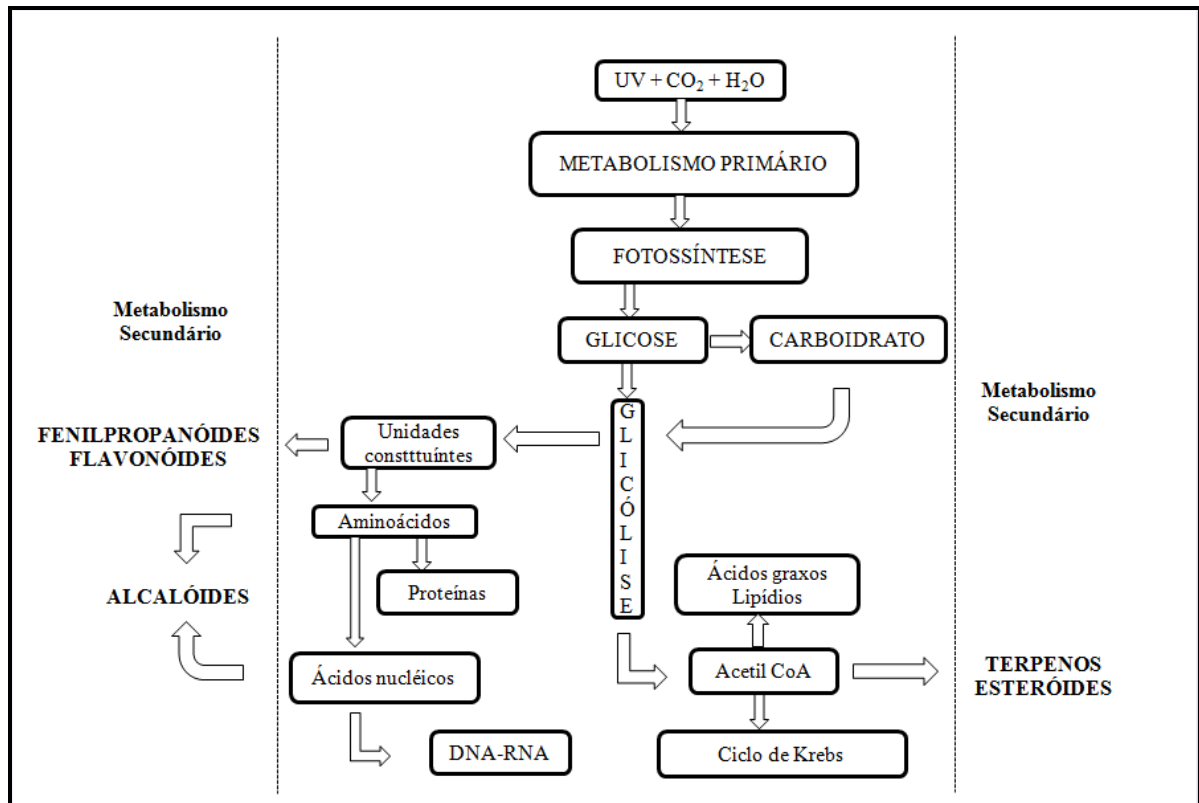
totais em farinhas produzidas a partir das cascas dessas duas frutas, encontrou 31,99% em farinhas produzidas das cascas de abacaxi, e 48,57% na farinha da casca de manga. A presença de carboidratos em alimentos é importante, pois tornam a alimentação mais energética, uma vez que estes são a maior fonte de energia para o organismo humano (ABUD e NARAIN, 2009).

### **3.5. Metabólitos Secundários**

Os compostos orgânicos produzidos pelas plantas são divididos em dois grupos, o dos metabólitos primários e o dos secundários. O metabolismo primário está relacionado aos processos fundamentais para o desenvolvimento da planta (fotossíntese, respiração e transporte de solutos), e compreende as macromoléculas: carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. Essas macromoléculas são encontradas em todos os vegetais e exercem as mesmas funções (GARCIA e CARRIL, 2009).

Quanto aos metabólitos secundários, estes não são essenciais para sobrevivência e desenvolvimento do vegetal, contudo, atribuem vantagens à planta, aprimorando sua adaptação e interação com o ambiente onde se encontra, além disso, são fontes de substâncias biologicamente ativas. Diferente dos metabólitos primários, os secundários são compostos químicos que possuem estrutura relativamente complexa, não exercem as mesmas funções, e não necessariamente são provenientes do substrato primário do crescimento (Figura 6), podendo ser oriundos de diversos produtos intermediários que se acumulam no meio de cultivo ou nas células, durante o metabolismo primário (FUMAGALI, et al., 2008; MADIGAN et al., 2004).

As principais classes de metabólitos secundários são: Compostos fenólicos (cumarinas, flavonóides, taninos e ligninas), Terpenos (limoneno, betacaroteno, entre outros), Glicosídeos (saponinas, glicosídeos cianogênicos, dentre outros), e Alcalóides (Quinina, entre outros). Estes metabólitos são alvos de inúmeros estudos, devido à ampla gama de atividades que podem desempenhar, sendo considerados os maiores fornecedores de produtos naturais farmacologicamente ativos (DEWYCK, 2009; BESSA et al., 2007).



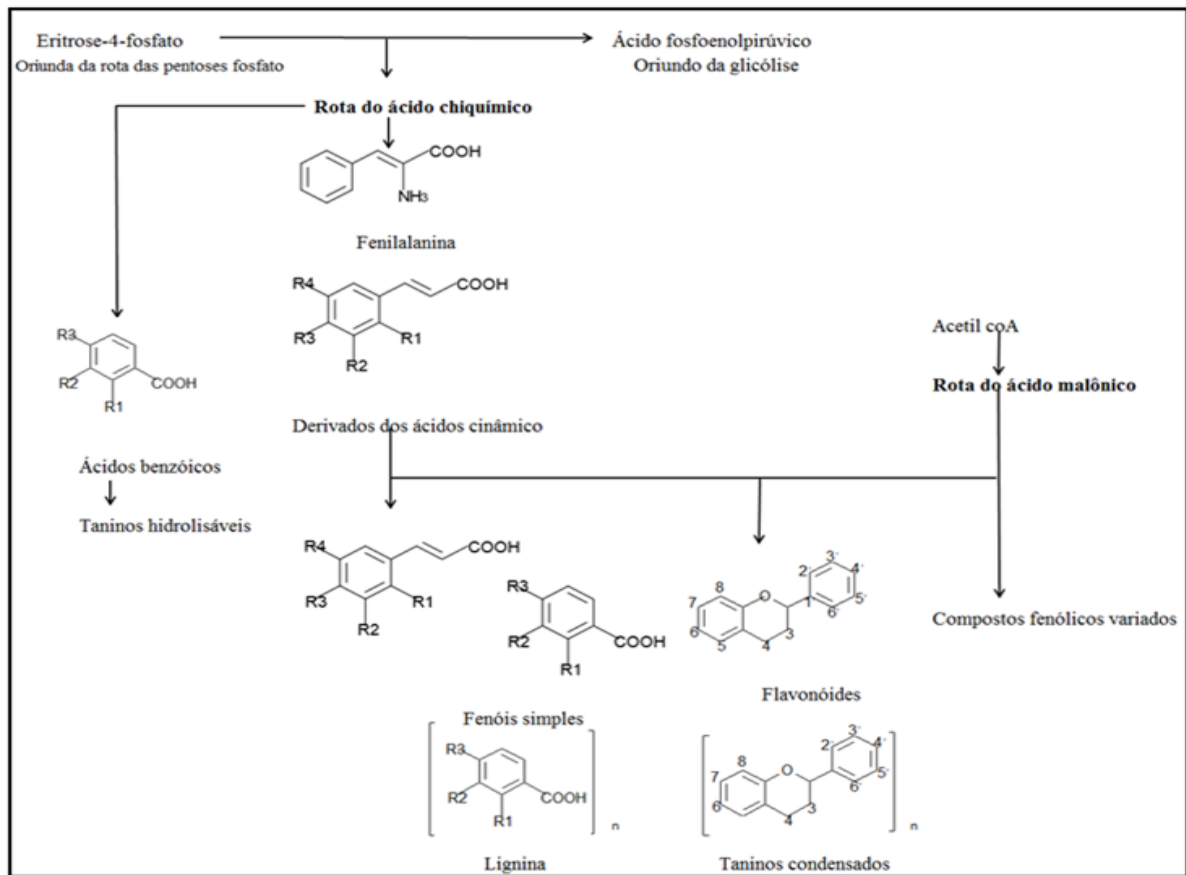
**Figura 6.** Elementos básicos do metabolismo primário e sua relação com o metabolismo secundário de plantas. Fonte: Garcia e Carril (2009), adaptada.

### 3.6. Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários amplamente encontrados no reino vegetal e também em microrganismos. Uma das principais características dos compostos fenólicos é a presença de no mínimo um núcleo aromático em todas as estruturas, os quais encontram-se ligados por uma ou mais hidroxilas livres, ou como compostos ésteres, éteres ou heterosídeos (CORRÊA, 2000; CUNHA et al., 2010).

Os fenólicos são comumente classificados em fenóis simples, fenóis compostos e flavonoides. Dentre esses, os flavonoides abrangem a mais ampla família de compostos fenólicos, apresentam solubilidade em água e em solventes polares como alcoóis (SILVA et al., 2010). O tipo e a abundância de fenólicos em vegetais variam de acordo com as características do solo, estágio de desenvolvimento do vegetal, sua diversidade química, entre outros fatores. Duas principais rotas metabólicas participam da síntese de compostos fenólicos

(Figura 7), a rota do ácido chiquímico (a partir de carboidratos) e a rota do ácido malônico (SILVA 2003; TAIZ e ZEIGER, 2009).



**Figura 7.** Rotas metabólicas de síntese de compostos fenólicos.  
Fonte: BERGAMASCHI (2010); NATIVIDADE (2010).

Existe uma grande diversidade de compostos fenólicos na natureza, os mais encontrados nos vegetais são os taninos e flavonóides. Diversos estudos investigando a presença de compostos fenólicos em plantas têm sido desenvolvidos, uma vez que esses desempenham inúmeras atividades biológicas (farmacológicas, antioxidante, antinutricionais, entre outras), e também por sua interferência em algumas características dos alimentos, como cor, aroma e a adstringência (KHODDAMI et al., 2013; NAGEM et al., 1992).

### 3.7. Capacidade antioxidante

Os radicais livres são moléculas produzidas naturalmente no organismo por meio de processos metabólitos oxidativos. Embora desempenhem papel importante no desenvolvimento e manutenção de várias atividades fisiológicas (produção de energia, no



sistema imunológico, na regulação do crescimento celular, entre outras) possuem um elétron não pareado, o qual pode agredir inúmeras moléculas no organismo, uma vez que fazem ligações com diferentes compostos (DROGE, 2002; BARREIROS e DAVID, 2006).

À medida que os radicais livres são liberados no organismo, este produz antioxidantes que eliminam os radicais livres em excesso. Halliwell e Gutteridge (1999) definem antioxidantes como sendo “*qualquer substância que, quando presente em baixa concentração comparada à do substrato oxidável, regenera o substrato ou previne significativamente a oxidação do mesmo*”.

Alguns fatores como exercício físico demasiado, consumo de álcool e cigarro, deficiência de nutrientes na alimentação e uso de alguns medicamentos podem diminuir a eficácia dos antioxidantes naturais. Assim, os radicais livres excedentes podem cooperar para o surgimento de diversas doenças, como câncer, artrites, doenças cardíacas, crônicas e degenerativas, bem como levar ao envelhecimento precoce. A utilização de antioxidantes sintéticos é uma alternativa bastante empregada no combate aos radicais livres, os mais conhecidos são butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT), tri-hidroxi-butilfenona (THBP), entre outros (BARREIROS e DAVID, 2006; MORAIS et al., 2006; ROESLER et al., 2007).

Contudo, alguns estudos têm evidenciado que os antioxidantes sintéticos podem acarretar desenvolvimento de diversas doenças, tornando os mesmos inviáveis para utilização. Dessa forma, tem-se buscado substâncias naturais que apresentem propriedade antioxidante, de modo a diminuir ou até mesmo substituir o uso de antioxidantes sintéticos (RAMALHO e JORGE, 2006).

Os antioxidantes naturais mais conhecidos são os tocoferóis, carotenóides, e flavonóides. Os mesmos podem ser encontrados e isolados numa grande variedade de alimentos, como ervas, sementes de frutas, especiarias, entre outros. A grande maioria desses alimentos é constituída de compostos fenólicos, vitaminas e minerais (ELMASTAS et al., 2007; PÉREZ-JIMÉNEZ e SAURA-CALIXTO, 2005).

Existem diversos tipos de radicais livres e estes atuam de diferentes maneiras nos organismos vivos, isso dificulta a criação de um único método que seja capaz de medir de forma precisa e simples a capacidade antioxidante ou a quantificação de antioxidantes específicos. Dessa forma, diversos métodos são utilizados a fim de determinar a capacidade antioxidante de uma amostra. Atualmente os mais conhecidos e utilizados são ABTS, DPPH,

FRAP, co-oxidação do  $\beta$ -caroteno e ácido linoleico e co-oxidação da desoxirribose (ALVES et al., 2010).

O método ABTS fundamenta-se na capacidade dos antioxidantes em capturar o cátion ABTS, o qual é formado pela oxidação do ABTS [2,2'-azino-bis(3-etil-benzolína-6-sulfonato)] com persulfato de potássio. Quando uma amostra contendo antioxidantes é adicionada ao cátion radical pré-formado, este é reduzido novamente à ABTS, e ocorre então a descoloração da solução (Figura 8). Quanto maior a descoloração maior o potencial antioxidante (RE et al., 1999; TOMEI e SALVADOR, 2007).

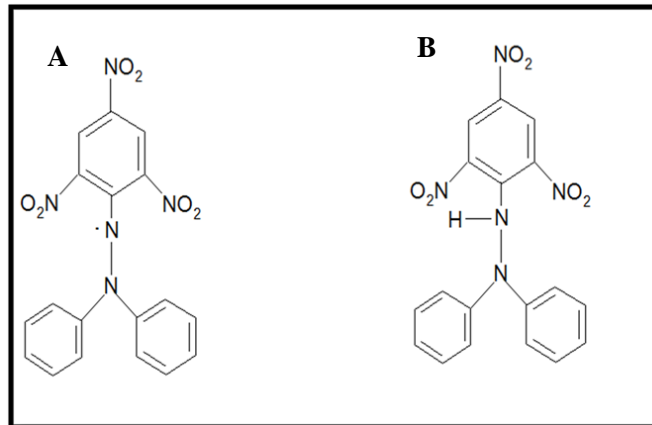


**Figura 8.** Estabilização do cátion radical ABTS.+ por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.

Fonte: BORGES et al. (2011);

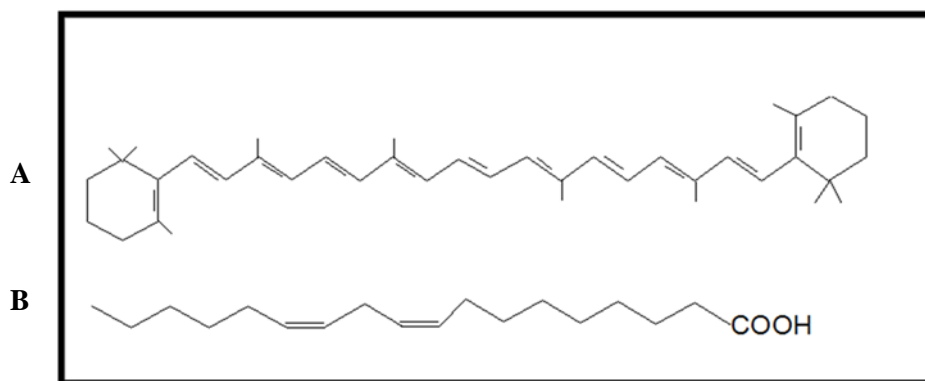
Um determinado composto consegue reduzir o  $ABTS^{\bullet+}$ , se apresentar potencial redox (capacidade para ganhar ou perder elétrons) menor que o do  $ABTS^{\bullet+}$ . Diversos polifenóis apresentam potencial redox inferior ao do  $ABTS^{\bullet+}$ , sendo capazes de reagir com este (PRIOR et al., 2005).

A atividade antioxidante determinada pelo ensaio DPPH, fundamenta-se na capacidade do radical DPPH reagir com doadores de hidrogênio radicalares. Assim, as substâncias antioxidantes presentes nas amostras reagem com o DPPH, o qual recebe  $H^{\bullet}$  e é reduzido à hidrazina (Figura 9). Ao fixar o hidrogênio retirado do antioxidante, ocorre uma descoloração da solução, que deixa de apresentar cor púrpura e passa a ser amarelada, conseqüentemente ocorre uma redução na absorbância e quanto maior o grau de descoloração maior o potencial antioxidante da amostra (SANCHEZ-MORENO et al., 1998; PEREIRA, et al., 2013).



**Figura 9.** Forma radicalar (A) e (B) não radicalar do DPPH  
Fonte: Alves et al. (2010)

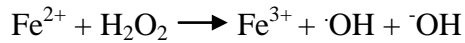
O método de Co-oxidação do  $\beta$ -caroteno e ácido linoléico fundamenta-se na perda da coloração amarela do  $\beta$ -caroteno devido às estruturas radicalares formadas pela oxidação do ácido linoléico, as quais atacam as duplas ligações do  $\beta$ -caroteno (Figura 10), perdendo seu cromóforo (parte ou conjunto de átomos de uma molécula responsável por sua cor), resultando na descoloração do pigmento alaranjado, próprio da solução. A presença de antioxidantes no sistema protege o ácido linoléico, delongando ou impedindo a formação dos radicais (HUANG e WANG, 2004; JAYAPRAKASHA, et al., 2007).



**Figura 10.** Estrutura química do  $\beta$ -caroteno (A) e ácido linoléico (B)  
Fonte: Alves et al. (2010)

No método de co-oxidação da desoxirribose o radical hidroxil é gerado pela reação de Fenton (Equação 1) e quantificado por meio da degradação oxidativa da desoxirribose, a qual

é degradada à malonaldeído. Este, em ambiente ácido e em alta temperatura interage com o ácido tiobarbitúrico, formando compostos de cor rosa. Caso o extrato adicionado ao sistema tenha capacidade de sequestrar o OH, observa-se uma diminuição da absorbância a 532 nm (ZARENA e SANKAR, 2009; NASCIMENTO et al., 2014).



Eq. 1- Reação de Fenton

### 3.8. Fatores Antinutricionais

Alguns alimentos de origem vegetal apresentam substâncias que possuem a capacidade de reduzir seu valor nutritivo, tais substâncias são denominadas fatores antinutricionais. Na literatura, diversos termos são empregados para se referir aos fatores antinutricionais, a exemplo, antinutrientes, fatores anticrescimento, substâncias antiqualitativas e substâncias causadoras de efeitos negativos à fisiologia animal e a disponibilidade de nutrientes (SILVA e SILVA, 2000; ROCHA, 2014).

Para os vegetais a presença de fatores antinutricionais é benéfica, haja vista que muitos deles lhes conferem defesas contra microrganismos patogênicos e insetos predadores (LEITE et al. 2012). Contudo, para os seres humanos e animais que fazem uso desses vegetais na alimentação, a presença desses antinutrientes é prejudicial, uma vez que podem atuar de diferentes maneiras no organismo, seja interferindo na digestibilidade do alimento, na sua absorção ou na utilização dos nutrientes presentes. Esses compostos, se ingeridos em elevadas concentrações podem causar malefícios à saúde e até mesmo levar à morte (SANTOS, 2006; BENEVIDES et al., 2011).

Os fatores antinutricionais presentes nos alimentos apresentam estrutura variada, existem ainda divergências no conhecimento de sua estrutura físico-química e dos seus mecanismos de ação fisiológica. De acordo com os nutrientes que afetam e com o tipo de ação e efeito produzidos os antinutrientes são distribuídos em quatro grupos distintos conforme ilustrado na Tabela 7 (SILVA, 2012; CORRÊA, 2000; FRANCIS et al., 2001).

**Tabela 7.** Grupos nos quais os antinutrientes estão distribuídos com base nos nutrientes que afetam

<b>Efeito antinutricional</b>	<b>Antinutrientes</b>
1- Interferem na utilização e digestão de proteínas	Taninos, lecitinas (hemaglutininas), inibidores de Proteases, saponinas e compostos fenólicos
2- Interferem na utilização de minerais	Fitatos, oxalatos, glicosilatos e pigmentos do gossipol
3- Inativam ou aumentam a necessidade de algumas vitaminas	Antivitamínicos A, D, E e K, tiamina, piridoxina, ácido nicotínico, entre outras
4- Substâncias mistas	Micotoxinas, mimosinas, cianogênicos, nitratos, agentes fotossensibilizantes, entre outras.

Fonte: Francis et al., (2001); Chubb, (1982).

Os maiores riscos dos antinutrientes sobre a saúde consistem nas poucas informações disponíveis em relação aos níveis de tolerância, o grau de variação do risco individual e a influência de fatores ambientais sobre a habilidade de detoxificação do organismo, uma vez que, danos crônicos leves devido à prolongada ingestão de antinutrientes são de difícil avaliação. Além disso, existem muitas controvérsias em estudos de biodisponibilidade “in vivo” a respeito da extrapolação de resultados de sistemas experimentais para seres humanos que se alimentam com dietas complexas (EMPSON e LABUSA, 1991).

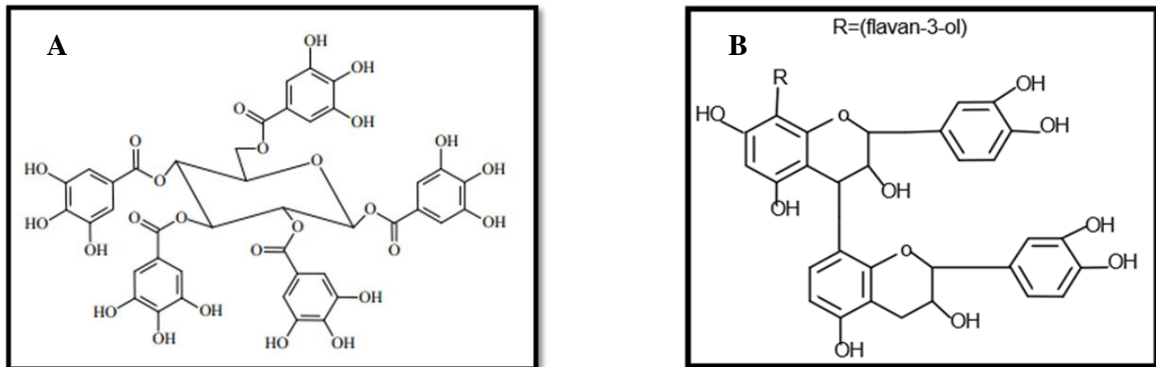
Diversos fatores antinutricionais são conhecidos, contudo os mais estudados são os taninos, nitratos e nitritos, oxalato, hemaglutininas, fitatos e saponinas, devido à sua presença em diversos alimentos de origem vegetal.

### **3.8.1. Taninos**

Taninos são compostos fenólicos oriundos do metabolismo secundário das plantas. Assim como outros compostos do metabolismo secundário, os taninos desempenham importante papel na interação da planta com seu habitat. Dentre as características dos taninos, destacam-se seu elevado peso molecular (entre 500 e 3000 Daltons), sua solubilidade em água, a presença de grupos hidroxila fenólicos, que permitem a formação de ligações cruzadas

estáveis com proteínas, e a capacidade de combinação com celulose e pectina para formar complexos insolúveis (HENRIQUES, 2014; MONTEIRO et al., 2005).

De acordo com sua estrutura química, os taninos são classificados em hidrolisáveis e condensados (Figura 11). Os taninos hidrolisáveis podem ser classificados em elágicos e gálicos, e são menos comuns na dieta humana que os condensados (KHANBABAEE e REE, 2001).



**Figura 11.** Estrutura química de taninos hidrolisáveis (A) e condensados (B).  
Fonte: NAKAMURA et al. (2003); LEKHA e LONSANE (1997).

Os taninos condensados, também conhecidos como proantocianidinas (devido a sua coloração avermelhada semelhante às antocianidinas), são encontrados em muitas famílias de vegetais. Esse grupo de taninos está presente em concentrações consideráveis em algumas frutas e seus derivados, no entanto, por apresentarem moléculas com elevada variação estrutural, sua identificação, quantificação e separação em alimentos torna-se mais complexa (MELLO e SANTOS, 2001; SANTOS-BUELGA e SCALBERT, 2000).

Os principais métodos empregados na quantificação de taninos são o do butanol ácido e o da vanilina. O método do butanol ácido é considerado o melhor, uma vez que este é altamente seletivo. O método da vanilina, por sua vez, é muito dependente da reação da vanilina com os taninos condensados para desenvolvimento de complexos coloridos. Sua eficiência está relacionada ao solvente empregado na extração, o tempo de reação, a temperatura e a concentração da vanilina (AGOSTINI-COSTA et al., 2003; HAGERMAN e BUTLER, 1989).

Diversas atividades são atribuídas aos taninos: antioxidante, antifúngica, anticarcinogênica e antimicrobiana. Contudo, além dessas atividades, os taninos também atuam como antinutrientes, devido à sua interação com proteínas, enzimas digestivas e outros

substratos. Essa interação se dá por meio de pontes de hidrogênio entre os grupos fenólicos dos taninos e os sítios das proteínas, conferindo estabilidade às mesmas (GOLANI et al., 2005; MONTEIRO et al., 2005).

Na tabela 8 encontram-se alguns dos principais efeitos dos taninos, como antinutrientes, quando presentes nas dietas de humanos e animais monogástricos.

**Tabela 8.** Efeito dos taninos como antinutrientes quando presentes nas dietas de animais monogástricos

<b>Efeito antinutricional de taninos</b>	<b>Fonte</b>
Redução da digestibilidade de proteínas, carboidratos e minerais.	Sreerama, et al., (2010); Mcdougall et al., (2005).
Diminuição da atividade de enzimas digestivas.	Sreerama, et al., (2010); Golani et al. (2005); Mcdougall et al., (2005).
Prejuízos à mucosa do sistema digestivo.	Sreerama, et al., (2010); Golani et al., (2005); Mcdougall et al., (2005).
Efeitos tóxicos sistêmicos.	Sreerama, et al., (2010); Golani et al., (2005).

Fonte: Adaptado pela autora

### **3.8.2. Nitratos e Nitritos**

Nitratos são íons amplamente encontrados na natureza, e correspondem à principal fonte de nitrogênio para diversos vegetais. As plantas absorvem nitrato do solo, que são assimilados na forma de aminoácidos e compostos nitrogenados, que são essenciais para o desenvolvimento das mesmas. O teor de nitrato em vegetais depende da disponibilidade deste no solo, podendo ser bastante elevado quando utilizado determinados fertilizantes (PINA, 2011; FERREIRA, 2011; GUADAGNIN, 2004).

Nitratos podem ser encontrados em alimentos de origem animal, bem como na água, devido ao uso intensivo de fertilizantes na agricultura. No entanto, os alimentos de origem vegetal correspondem à principal fonte de nitratos para seres humanos. De acordo com Santamaria (2006), os vegetais com os maiores teores de nitratos são: aipo, agrião, alface, beterraba, rúcula, espinafre e acelga, os quais apresentam mais de 2500 mg/kg de matéria fresca.

Quando os seres humanos ingerem nitrato este é convertido a nitrito, devido à ação de microrganismos presentes na saliva. O nitrito, por sua vez, reage com aminas formando composto N-nitrosos, como as nitrosaminas e nitrosamidas, as quais possuem grande potencial carcinogênico e mutagênico. Além disso, níveis elevados de nitrito oxidam o íon  $Fe^{2+}$ , que faz parte da molécula de hemoglobina, e o converte à  $Fe^{3+}$ , formando a metahemoglobina. A metahemoglobina, não faz o transporte de oxigênio dos pulmões para os tecidos, podendo acarretar prejuízos à saúde, principalmente em crianças com menos de 3 meses de idade, as quais são mais sensíveis à presença da metahemoglobina, sendo esta associada à morte infantil (LEVALLOIS e PHANEUFI, 1994; GONZALEZ e SILVA, 2006).

Sendo assim, a avaliação dos teores de nitratos em alimentos é de relevada importância, tendo em vista uma ingestão diária aceitável, sem que haja riscos para a saúde humana. De acordo com o Conselho Nacional de Meio Ambiente e o Ministério da Saúde, a concentração de nitrato para consumo humano não deve exceder os 10 mg/L (BRASIL, 1986; BRASIL, 2001).

### **3.8.3. Lectinas (Hemaglutininas)**

As lectinas, também conhecidas como hemaglutininas (devido à sua propriedade hemaglutinante), são proteínas amplamente encontradas em vegetais, principalmente em grãos de leguminosas e em gramíneas. Elas contribuem com algumas atividades fisiológicas dos vegetais, dentre elas, a germinação e maturação de sementes, bem como participam do mecanismo de defesa dos vegetais, atuando contra o ataque de parasitas (LEITE, et al., 2012; ROCHA, 2014; POVINELI, et al., 2002).

Constituídas principalmente por glicoproteínas, as hemaglutininas apresentam características termolábeis. Embora não façam parte do sistema imunológico, possuem a capacidade de identificar sítios específicos de moléculas e ligar-se a alguns carboidratos. Por essa razão, são capazes de acoplar-se à alguns componentes das células sanguíneas (eritrócitos e glóbulos brancos), provocando a hemaglutinação (LIMA, 2009).

As hemaglutininas podem ainda ligar-se a carboidratos da mucosa, e provocar a ruptura do epitélio do intestino, afetando a saúde intestinal, uma vez que afetam a atividade de enzimas presentes no revestimento denso do epitélio do intestino (borda em escova), e promovem uma hipersecreção de proteína endógena, que acarreta indução do aumento do número de células do intestino, interferindo na absorção de nutrientes. Além desses efeitos, há



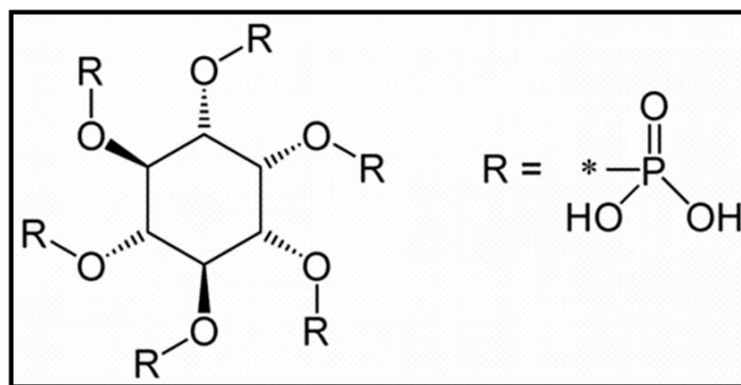
ainda evidências de que as hemaglutininas interferem na absorção de lipídios e ferro, e afetam fígado, baço e timo (BORGES et al., 2003; OKE, 2007; CLARKE e WISEMAN, 2000; REYNOSO-CAMACHO et al., 2003).

A capacidade de ligar-se a diferentes carboidratos permite o uso de hemaglutininas, em sua forma purificada, na área médica e biológica, para diagnóstico clínico e identificação de estruturas protéicas, caracterização de eritrócitos, purificação de licoproteínas, tipagem sanguínea, identificação de cepas de microrganismos, entre outras (SILVA e SILVA, 2010; KENEDY, et al., 1995; POVINELI e FINARDI FILHO, 2002).

Os alimentos ricos em hemaglutininas, presentes na dieta humana, mais conhecidos são feijão, ervilha e lentilha. Contudo, a cocção desses alimentos faz com que estas sejam inativadas ou inibidas, uma vez que são sensíveis a elevadas temperaturas e solúveis em água (SILVA e SILVA, 2010).

#### 3.8.4. Fitatos

Os fitatos são compostos complexos, provenientes do ácido fítico (Figura 9), que ocorrem naturalmente em vegetais e são produzidos no decorrer do processo de amadurecimento de sementes e grãos de cereais. Diversas funções fisiológicas das plantas são atribuídas aos fitatos, entre elas o armazenamento de fósforo e cátions (que contribuem para formação da parede celular), a estocagem de minerais (que favorecem a germinação de sementes), e a reserva de energia entre outras (TORRE et al., 1991; MARQUES, et al., 2013).



**Figura 12.** Estrutura do ácido fítico.  
Fonte: Marques et al (2013)

O teor de ácido fítico em alimentos de origem vegetal é dependente de vários fatores, a saber: o tipo de planta, parte ou órgão empregado, local de origem (devido ao tipo de adubação utilizado e à composição do solo) e o grau de maturação. Em condições normais, o ácido fítico presente nos alimentos apresenta cargas negativas, o que possibilita a complexação com moléculas carregadas positivamente como cátions:  $Zn^{+2}$ ,  $Fe^{+2}$ ,  $Fe^{+3}$ ,  $Mg^{+2}$  e  $Ca^{+2}$  e proteínas (AGOSTINI, 2006; BENEVIDES et al., 2011).

A absorção de quase todos os minerais, que apresentam importância nutricional, é afetada pela presença de fitatos, os quais formam quelatos com os vários íons, produzindo complexos insolúveis e resistentes à ação de enzimas do trato gastrointestinal, reduzindo a disponibilidade desses íons para o organismo. Além disso, a interação desses compostos com as proteínas inibem a ação de enzimas digestivas como a pepsina, tripsina e amilase (LEAL, et al., 2010; BENEVIDES et al., 2011).

### 3.8.5. Oxalatos

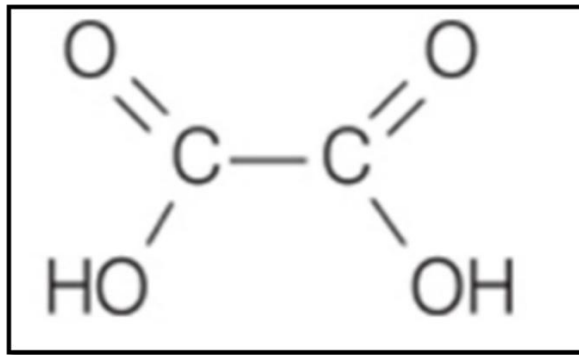
O ácido oxálico, também conhecido como ácido etanodióico, pode ser encontrado nas plantas e em animais. Nas plantas ele é resultante da oxidação incompleta de carboidratos causada por fungos, *Aspergillus niger*, ou bactérias *Acetobacter*, enquanto que nos animais, ele é oriundo do metabolismo de carboidratos (Figura 13), por meio do ciclo do ácido tricarboxílico (ROCHA, 2009).



**Figura 13.** Esquema simplificado do Ciclo do ácido tricarboxílico  
Fonte: Infoescola (2015)

Diversos alimentos de origem vegetal são constituídos de oxalato, os mais conhecidos e que apresentam os maiores teores são: espinafre, carambola, beterraba, feijão, ruibarbo e cevada. Os seres humanos não metabolizam o oxalato, eliminando-o na urina. Os malefícios do oxalato à saúde humana estão relacionados com a sua interação com o cálcio (PEREZ et al., 2001; KRAUSE et al., 2012; MASSEY et al., 1993).

Quando ingerido em elevadas concentrações, o oxalato (Figura 13) se liga ao cálcio interferindo na sua absorção pelo organismo. A redução da disponibilidade de cálcio pode acarretar problemas como osteoporose, artrite e hipocalcemia. Além disso, quando o oxalato é absorvido, ocorre a formação sais de cálcio, os quais são pouco solúveis na urina. Esses sais podem precipitar nos rins e levar à formação de cálculos renais (PEREZ et al., 2001; MASSEY, 2007).

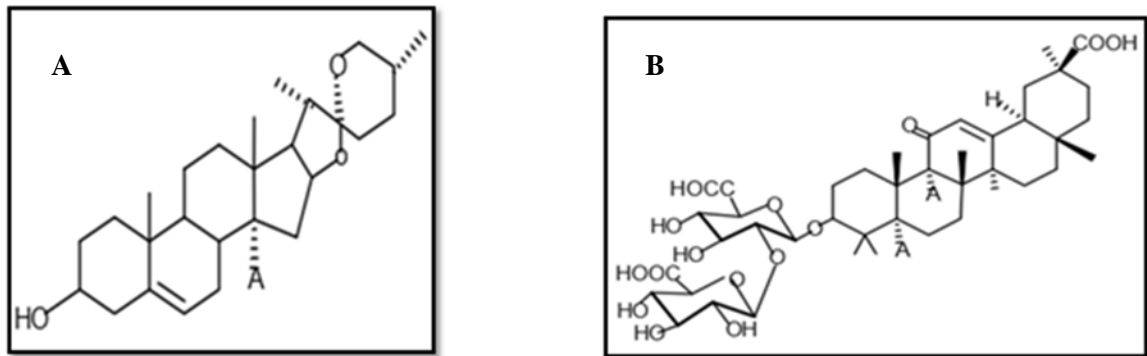


**Figura 14.** Ácido oxálico Fonte: wikipedia Peter et al., (2004)

De acordo com Ogbadoyi et al., (2006), a dose mínima letal de ácido oxálico, puro, para adultos é de 5 g. Para Midio e Martins, (2000), a ingestão acima de 5 g pode provocar em humanos, cólica renal, hemorragia gástrica e úlceras no estômago e intestino.

### 3.8.6. Saponinas

Saponinas são glicosídeos de esteróides ou terpenos policíclicos (Figura 15), oriundos do metabolismo secundário das plantas, que possuem uma estrutura com duas porções: uma porção lipofílica, que é formada por agliconas, e uma porção hidrofílica, constituída de resíduos de açúcares. Esses compostos conferem defesa à planta, contribuindo assim, com a interação da mesma com seu habitat (SCHENKEL et al., 2001; WINA et al., 2005).



**Figura 15.** Estrutura química de uma saponina esteroidal (A) e triterpênica (B).

Fonte: CASTEJON (2011).

A presença de uma porção lipofílica, juntamente com uma hidrofílica, promove a formação de uma espuma persistente quando a saponina entra em contato com a água. Isso ocorre porque as características distintas de polaridade desses compostos acarretam diminuição da tensão superficial da água. Diversas propriedades biológicas são atribuídas às saponinas devido à característica anfifílica que apresentam e à sua aptidão em formar complexos com esteróides e proteínas. São exemplos de atividades biológicas desempenhadas pelas saponinas, sua ação redutora de colesterol, suas atividades: anti-inflamatória, analgésica, expectorante, antiviral, antimicrobiana, antifúngica, entre outras (SCHENKEL et al., 2001; CASTEJON, 2011).

Contudo, as saponinas também atuam como fatores antinutricionais quando em excesso em alguns alimentos. Essas substâncias interagem com proteínas e hemolizam os glóbulos vermelhos do sangue. Além disso, alteram a permeabilidade de células da mucosa intestinal atingindo o transporte de nutrientes, bem como inibe a ação de algumas enzimas digestivas (MAKKAR et al., 2007).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo constitui parte integrante de um projeto de pesquisa intitulado: Caracterização química e bioquímica dos resíduos da indústria frutícola oriundos do processamento de polpas de frutas, conduzido pelo Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos – NECAL, do Departamento de Ciências Exatas e Naturais – DCEN, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *Campus* de Itapetinga, tendo como metas a construção de um banco de dados resultante da obtenção do valor nutricional, composição dos fitoquímicos bioativos, determinação da capacidade antioxidante, investigação de fatores antinutricionais bem como da toxicidade das amostras estudadas.

### 4.1. Matéria prima

Os resíduos das frutas foram obtidos numa empresa processadora de polpas de frutas congeladas, situada na cidade de Vitória da Conquista, Bahia. As amostras foram retiradas da despulpadeira e acondicionadas em sacos plásticos de polietileno. Os sacos foram identificados e abrigados em câmara de refrigeração a  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Os resíduos foram coletados em 03 épocas diferentes. Os resíduos foram processados em dois tipos de equipamentos, sendo uma despulpadeira e uma de refinagem, sendo esta a que separa a polpa do restante dos resíduos.

Os resíduos do abacaxi eram constituídos de miolo e resto da polpa, enquanto que os resíduos da acerola, cajá, manga e maracujá eram formados por cascas e restos da polpa.

### 4.2. Obtenção das farinhas

Para obtenção das farinhas o material foi seco em desidratador com circulação de ar a  $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , por  $\pm 36$  h. Em seguida, o sólido foi triturado em moinho de facas e posteriormente no moinho de bolas. Para a padronização da granulometria das farinhas foi utilizada peneira

de 80 mesh. Visando evitar a degradação de compostos as farinhas foram armazenadas sob refrigeração em temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$ , até as análises.

### **4.3. Obtenção dos extratos hidroetanólicos**

Os extratos hidroetanólicos (80:20 v.v<sup>-1</sup>) foram obtidos de acordo com o procedimento proposto por Zhao e Hall (2008), com adaptações. Em um Becker foram adicionados 3 g da farinha do resíduo e 15 mL da solução extratora hidroetanólica. A mistura foi imersa em banho ultrassônico (UltraCleaner, USC-1400, Unique, Brasil), durante 25 minutos à temperatura ambiente. Posteriormente, o conteúdo foi centrifugado (Centrífuga Universal 320 R) a 8981 RCF - Força Centrífuga Relativa, por 5 minutos, e o sobrenadante foi recolhido. Em seguida, a farinha do resíduo foi submetida a mais duas reextrações sucessivas. Os extratos foram concentrados em evaporador rotativo (Fisaton, modelo 802, Brasil) com a temperatura da água a  $50^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), após a evaporação do solvente foram armazenados em frasco de vidro âmbar ao abrigo da luz a  $-4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , onde permaneceram até o momento das análises.

### **4.4. Determinação de Fenólicos Totais**

Para determinação do teor de constituintes fenólicos totais, foi adotado o procedimento proposto por Wettasinghe e Shahidi (1999), utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu. Em tubos de ensaio, a mistura reacional foi constituída de 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu, 0,5 mL de extrato e 1,0 mL de solução saturada de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ). Em seguida avolumou-se para 10 mL com adição de água destilada e os tubos foram submetidos à agitação vigorosa em agitador de tubos da Marca Quimis Modelo Q-220B2. A mistura foi mantida em repouso à temperatura ambiente por 25 minutos e, após este período, foi centrifugado a 1437 RCF durante 15 minutos.

O branco foi realizado nas mesmas condições, excluindo-se a amostra. A leitura da absorbância das soluções contendo as amostras foi feita a 773 nm em espectrofotômetro da Marca Shimadzu Modelo UV Mini 1240. Para a construção das curvas analíticas lineares, foi utilizado uma solução estoque de ácido gálico na concentração de  $1 \text{ mg.mL}^{-1}$ . As soluções estoque foram diluídas de modo a obter concentrações de 0,01 até 0,10 mg de equivalente de ácido gálico. $\text{mL}^{-1}$ .

O total de compostos fenólicos nos extratos obtidos foi expressos em mg de equivalente de ácido gálico . 100 g<sup>-1</sup> da amostra desidratada.

#### 4.5. Determinação da Capacidade Antioxidante

##### 4.5.1. Ensaio do radical DPPH

O ensaio foi realizado de acordo com o método proposto por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). O método fundamenta-se na redução do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes presentes na amostra, resultando num decréscimo da absorvância medida a 515 nm. A mistura reacional foi constituída de 1 mL de extrato hidroetanólico, preparado a partir de cinco diluições diferentes, e 4 mL de uma solução hidroetanólica de DPPH a 0,06 mM. As amostras foram mantidas ao abrigo da luz e decorridos 30 minutos, as leituras foram realizadas no comprimento de onda de 515 nm em espectrofotômetro (Shimadzu UVmini-1240). O branco foi constituído de 1 mL de etanol e 4 mL da solução de DPPH, realizado nas mesmas condições.

Para o cálculo do EC<sub>50</sub>, (concentração mínima necessária para o antioxidante reduzir em 50% a concentração do DPPH inicial da reação) soluções hidroetanólicas das amostras foram preparadas em diferentes concentrações. Com os valores obtidos foi construído um gráfico de % atividade antioxidante x concentração em mg.mL<sup>-1</sup>. Levou-se em consideração o branco, realizado nas mesmas condições. Os valores de EC<sub>50</sub> foram calculados por regressão linear gerada a partir de gráficos onde o eixo das abscissas (X) representa a concentração em mg.mL<sup>-1</sup> e o eixo das ordenadas (Y), a % média da atividade antioxidante, realizada em triplicatas, conforme a equação 2.

$$EC_{50} \text{ (mg do extrato.L}^{-1}\text{)} = a \times \frac{A_{DPPH60\mu M} + b}{2} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

EC<sub>50</sub>: é a concentração que sequestra 50% do radical DPPH;

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

<sup>A</sup>DPPH 60μM: Metade da absorvância da solução de DPPH 60μM;

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

#### **4.5.2. Ensaio do radical ABTS**

O ensaio foi conduzido de acordo com metodologia preconizada por Re et al., (1999). O radical ABTS<sup>•+</sup> (2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico) foi gerado a partir da reação da solução aquosa de ABTS (7 mM) na presença de 2,45 mM de persulfato de potássio. A solução foi mantida ao abrigo da luz, em temperatura ambiente por 16h, sendo posteriormente diluída em etanol até a obtenção de medida de absorvância de  $0,70 \pm 0,05$ . Para realização das análises, adicionou-se 40  $\mu$ L da amostra diluída em 1960  $\mu$ L da solução contendo o radical e determinou-se a absorvância em espectrofotômetro (Shimadzu UV Mini 1240) no comprimento de onda de 734 nm, após 20 minutos de reação. A capacidade antioxidante da amostra foi calculada em relação à atividade do ácido ascórbico, nas mesmas condições, sendo os resultados expressos em atividade antioxidante equivalente ao ácido ascórbico (mg de VEAC.g<sup>-1</sup> de fenólicos totais do extrato).

#### **4.5.3. Ensaio da Inibição da Co-oxidação do Sistema $\beta$ -caroteno e Ácido Linoleico**

Esse ensaio fundamenta-se na perda da coloração amarela do  $\beta$ -caroteno, provocada pela reação com os radicais formados da oxidação do ácido linoleico pela aeração do meio. Determinou-se a capacidade antioxidante dos extratos de acordo com a metodologia descrita por Marco (1968), modificada por Emmons e Peterson (1999). Foram solubilizados 2 mg de  $\beta$ -caroteno em 20 mL de clorofórmio, 3 mL dessa solução foram transferidos para um balão onde acrescentou-se 40  $\mu$ L de ácido linoleico e 400  $\mu$ L do emulsificante Tween 20. Alíquotas de 3 mL dessa emulsão foram transferidas para uma sequência de nove tubos de ensaio contendo 40  $\mu$ L da amostra na concentração de 1 mg.mL<sup>-1</sup>. No primeiro tubo foi realizada a leitura imediata (tempo zero), a 470 nm em espectrofotômetro da Marca Shimadzu Modelo UV Mini 1240, enquanto que os demais tubos foram incubados em banho-maria a 45°C, sendo as leituras realizadas em intervalos de 15 minutos durante um período de duas horas. O branco foi constituída de 3 mL de etanol a 80% (80:20, etanol: água, v.v<sup>-1</sup>) e 40  $\mu$ L de água destilada aerada. O controle, foi preparado adicionando-se 3 mL da emulsão em uma



sequência de nove tubos de ensaio e 40 µL do solvente utilizado. O percentual da inibição da oxidação em relação ao controle foi obtido pela relação das absorvâncias no tempo final e inicial dos extratos. A atividade antioxidante foi calculada como percentual de inibição, relativa ao controle, sendo utilizada a equação 3.

$$\% \text{ de inibição} = 100 \times \frac{DTc - DTa}{DTc} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde:

DTc = Taxa de degradação do controle ( Absorbância final do controle menos a absorbância inicial do controle).

DTa = Taxa de degradação da amostra ( Absorbância final da amostra menos a absorbância inicial da amostra).

#### **4.5.4. Determinação da atividade antioxidante por sequestro do radical hidroxil através da diminuição da degradação da desoxirribose**

A atividade sequestrante do radical hidroxil foi determinada conforme procedimento descrito por Aruoma (1994), com adequações. O ensaio fundamenta-se na quantificação do malonaldeído, produto de degradação da 2-desoxirribose, pela sua condensação com ácido tiobarbitúrico (TBA). As reações iniciaram-se através da adição de Fe<sup>2+</sup>, EDTA, ácido ascórbico, e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Em um tubo de ensaio adicionou-se 100 µL do tampão fosfato 10 mM (pH 7,4) e 100 µL da solução de desoxirribose 2,8 mM, agitou-se em vortex e acrescentou-se 100 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (2,8 mM), 100 µL FeCl<sub>3</sub> (25 µM) e 100 µL EDTA (100 µM), agitou-se novamente e adicionou-se 100 µL da amostra (10 mg.mL<sup>-1</sup>) e 100 µL do ácido ascórbico (100 µM). A mistura foi centrifugada a 3200 RFC, por 1 minuto. Posteriormente, os tubos foram colocados em banho-maria a 37° C por 1 hora. Novamente os tubos foram agitados e centrifugados por 1 minuto. Acrescentou-se então 1 mL de TBA e 1 mL de ácido tricloroacético (TCA ), os tubos foram colocados no banho de água fervente por 20 minutos. Centrifugou-se mais uma vez por 1 minuto e adicionou-se 3,2 mL de butanol, agitando para separar as camadas, a camada superior foi recolhida e, posteriormente, centrifugada por 6 minutos. A leitura das absorvâncias foi feita em espectrofotômetro no comprimento de onda de 532 nm. Realizou-se igualmente, um controle positivo contendo todos os componentes da

mistura reacional, substituindo a amostra por igual volume de água. A atividade sequestradora foi expressa como a porcentagem de inibição da atividade da degradação de desoxirribose, conforme a equação 4:

**Equação 2.** Cálculo Percentual de atividade antioxidante pelo método da desoxirribose.

$$IA (\%) = 100 - \left(100 \cdot \frac{\text{Absorbância da amostra}}{\text{Absorbância do controle}}\right) \quad \text{Eq. 4}$$

## 4.6. Determinação de fatores antinutricionais

### 4.6.1. Determinação titulométrica de oxalatos

Determinou-se conforme o protocolo proposto por Loures e Jokl (1990). O ensaio fundamenta-se na extração do ácido oxálico a quente com ácido clorídrico, precipitado e quantificado pela titulação do oxalato de cálcio com permanganato de potássio. Os resultados foram expressos em  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  de amostra seca. Calculou-se o teor de oxalatos pela equação 5:

$$m = 25 \cdot C \cdot V \cdot M \quad \text{Eq.5}$$

Onde:

m = massa de oxalato (g);

C = concentração de permanganato ( $\text{mol L}^{-1}$ );

V = é o volume consumido de  $\text{KMnO}_4$  na titulação (L);

M = massa molar do oxalato ( $\text{g mol}^{-1}$ ).

Para se obter a concentração expressa em  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , o valor de m foi multiplicado por 1000.

### 4.6.2. Determinação titulométrica de fitatos

Determinou-se de acordo com o ensaio proposto por Ruiz de Lope et al. (1982) com adaptações. Em um becker solubilizou-se 2 g da amostra em 40 mL da solução de  $\text{HCl}-\text{Na}_2\text{SO}_4$  (50 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  em 34 mL de  $\text{HCl}$  concentrado) e agitou-se por 90 minutos com auxílio de agitador magnético. Posteriormente, a mistura foi filtrada e 25 mL do filtrado

foram transferidos para um becker onde foi aquecido, até ebulição, em seguida adicionou-se cloreto de estanho (0,1% em HCL concentrado), gota a gota, até o desaparecimento da cor amarela. A mistura foi resfriada e após atingir a temperatura ambiente foi acrescentado 10 mL da solução de cloreto de mercúrio (5% em água), 6 mL de ácido sulfúrico concentrado e 5 mL de ácido fosfórico concentrado. Em seguida foi titulado diretamente com solução de dicromato de potássio 0,1N, utilizando uma solução de difenilamina sulfonato de sódio 0,2% como indicador. Dessa mistura, 10 mL foram transferidos para um balão volumétrico (100 mL), acrescentou-se 10 mL da solução de HCl-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (50 g de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> em 34 mL de HCL concentrado), 10 mL da solução de cloreto férrico 0,02 M e 10 mL de ácido sulfossalicílico 20% (20:80, ácido sulfossalicílico PA: água, v.v<sup>-1</sup>). Posteriormente a mistura foi submetida à extração em refluxo por 15 minutos. Dessa mistura, 20 mL foram transferidos para um balão de 200 mL e avolumado com água destilada. O pH foi ajustado para 2,5 com glicina. A mistura foi aquecida a 70°C e titulada com solução de EDTA 0,01M até o aparecimento da cor amarelo brilhante. A porcentagem de ácido fítico na amostra será calculada a partir a equação 6.

$$\text{Ácido fítico (\%)} = 0,66 (10 - V)/P. \quad \text{Eq. 6}$$

Onde:

V= volume da solução de EDTA em mililitros;

P= peso da amostra em gramas.

#### 4.6.3. Determinação de hemaglutininas (Lectinas)

O ensaio foi conduzido segundo Figeroa e Lajolo (1997), utilizando sangue humano (A<sup>+</sup>). O sangue foi coletado com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) 1:20 (m.v<sup>-1</sup>), posteriormente, foi centrifugado à 1000 RFC por 15 minutos, sendo desprezado o sobrenadante (plasma). Ao sedimento foi adicionado um solução aquosa de NaCl 0,85% (2 partes de solução de NaCl para 1 parte de células). Esse procedimento foi repetido por três vezes. Dessa mistura foram transferidos 20 mL para um balão volumétrico de 1000 mL e avolumado com solução salina a 2%. A reação de aglutinação em placas foi constituída de 100 µL de solução tampão salina em placas com 100 µL da amostra, fazendo-se diluição seriada sequencial. As placas foram incubadas por 2 horas em temperatura ambiente, e a cada

1 hora realizou-se as leituras. O título hemaglutinante é definido como sendo a maior diluição capaz de promover aglutinação (+) nas condições de ensaio.

#### **4.6.4. Determinação espectrofotométrica de nitratos**

O teor de nitratos foi determinado conforme o procedimento proposto por Cataldo et al. (1975). O ensaio fundamenta-se na complexação do ácido salicílico pelo íon nitrato sendo as absorvâncias medidas em espectrofotômetro (Shimadzu UVmini-1240) a 550nm. A mistura reacional foi constituída de 0,25 mL do extrato e 0,8 mL de ácido salicílico 5% (v.v<sup>-1</sup>) em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. A mistura foi mantida em repouso por 20 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente, o pH foi ajustado para 12 pela adição de 19 mL de NaOH 2 N. Para quantificação do nitrato foram construídas curvas analíticas, utilizando como padrão analítico uma solução de nitrato de potássio, variando as concentrações de 1 a 10 mg.mL<sup>-1</sup>. Os resultados foram expressos em mg.100 g<sup>-1</sup>.

#### **4.6.5. Determinação espectrofotométrica de taninos condensados (Método Butanol Ácido)**

O ensaio foi realizado de acordo com a metodologia recomendada por PORTER et al. (1991). Esse método baseia-se na despolimerização oxidativa dos taninos condensados, catalisada por ácido, resultando em antocianidina. Todas as amostras analisadas foram previamente despigmentadas utilizando-se uma solução de éter de petróleo em ácido acético glacial (99:1, v.v<sup>-1</sup>). Foram homogeneizados 200 mg de amostra em 10 mL de uma solução aquosa de acetona a 70 % (70:30, acetona: água, v.v<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup>) e 0,1 mL de Fe<sub>2</sub>NH<sub>4</sub>SO<sub>4</sub> (2 g. mL.100<sup>-1</sup> de água destilada). Os tubos foram aquecidos em banho-maria por 1 hora a 100°C, resfriados em temperatura ambiente e procederam-se as leituras das absorvâncias em espectrofotômetro (Shimadzu UV mini-1240) a 550nm. Foram preparados tubos brancos de forma semelhante, porém não aquecidos. Os resultados foram expressos em mg de catequina por 100 g de amostra seca.

#### 4.6.6. Determinação espectrofotométrica de saponinas totais

O ensaio foi conduzido conforme o procedimento proposto por Vigo et al. (2003), utilizando-se como reagente cromogênico cloreto de cobalto em meio ácido. Em um erlenmeyer adicionou-se 0,2 g da amostra e 30 mL hexano, esta mistura foi deixada em repouso por 2 horas. Posteriormente, a mistura foi filtrada, sendo o hexano residual removido em estufa. À amostra seca adicionou-se 20 mL da solução metanol-água (4:1), em seguida foi submetida a refluxo por 30 minutos, esse procedimento foi repetido três vezes. A mistura foi filtrada e o solvente removido em evaporador rotativo. O resíduo foi solubilizado em 20 mL n-butanol saturado com água (1:1) por 3 vezes, em funil de separação. A fração butanólica foi recolhida (fração superior) e o solvente removido em evaporador rotativo, o resíduo foi dissolvido em 100 mL de água (solução aquosa final). A mistura reacional, utilizada para reação de complexação foi constituída de 1 mL da solução aquosa final, 1 mL de cloreto de cobalto a 0,2% e 1 mL de ácido sulfúrico concentrado, sendo a absorbância medida em em espectrofotometro Shimadzu UV mini-1240, no comprimento de onda de 284 nm. Para quantificação das saponinas totais foi construída curvas analíticas utilizando solução de saponina nas concentrações variando de 0,08 à 0,32 mg.mL<sup>-1</sup>. Os resultados foram expressos em g.100g<sup>-1</sup>.

#### 4.7. Análise Microbiológica

Todas as análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Para a determinação de coliformes utilizou-se a metodologia descrita por Silva et al. (2010), foram preparadas três diluições (10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup>, e 10<sup>-3</sup>) em água peptonada a 1% estéril a partir da amostra original. No teste para coliformes totais e coliformes termotolerantes, foi utilizada a técnica do Número Mais Provável (NMP/g), onde alíquotas de 1mL de cada diluição foram inoculadas em três séries de três tubos contendo 9 mL de caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), com tubo de Dühran invertido. Os tubos foram incubados a 35°C por 24-48 horas. A leitura dos tubos foi realizada observando turvação e formação de gás.

Para determinação da contagem total de bolores utilizou-se o método de contagem padrão em placas, determinando-se o número de unidades formadoras de colônia (UFC),

através do plaqueamento em superfície. As placas foram incubadas a 25°C por sete dias (SILVA et al. 2010).

A avaliação da presença de *Salmonella sp.* foi realizada através da incubação da amostra em caldo lactosado, a 35°C por 24h, que correspondeu ao período de pré-enriquecimento. Para o enriquecimento seletivo foram utilizados os caldos específicos (Rappaport-Vassiliadis e Selenito-Cistina) em tubos, onde foram inoculados alíquotas de cultura do caldo lactosado, e permaneceram em incubação a 35°C por 24h. O plaqueamento diferencial foi realizado a partir dos tubos do enriquecimento seletivo, através do estriamento com uma alça na superfície de meios de cultura específicos, levando essas placas para incubação em estufa a 35°C por 24 horas (SILVA et al., 2010).

A contagem de *Bacillus cereus* foi realizada utilizando-se o meio Mannitol-egg yolk-polymyxin (MYP), como sugerido por SILVA et al., (2001).

#### **4.8. Análise estatística**

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, constando de cinco resíduos de polpas de frutas com três repetições por tratamento. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Todas as análises estatísticas foram conduzidas utilizando-se o software Assistência Estatísticas (ASSISTAT) versão 7.6 beta, 2013.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Determinação dos constituintes fenólicos totais

Sabe-se que diversas frutas e vegetais são fontes de compostos fenólicos, no entanto estudos têm demonstrado que alguns resíduos, principalmente cascas e sementes de certos frutos, apresentam quantidades de compostos fenólicos e outros compostos bioativos superiores a quantidade encontrada na polpa (GUO et al., 2003).

Na tabela 9 estão apresentados os teores de constituintes fenólicos totais encontrados nas farinhas dos resíduos estudadas.

**Tabela 9.** Teores dos constituintes fenólicos das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá

Farinha	Fenólicos (mg GAE*.100g <sup>-1</sup> )
Abacaxi	59,90 <sup>b</sup> ± 1,30
Acerola	298,30 <sup>a</sup> ± 6,10
Cajá	307, 20 <sup>a</sup> ± 4,30
Manga	57,92 <sup>b</sup> ± 1,32
Maracujá	24,87 <sup>b</sup> ± 0,18

Valores referentes à média de três lotes; as médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (p>0,05).

Fonte: Sobrinho (2013); Oliveira (2013)

Destacaram-se com valores superiores de fenólicos as farinhas de cajá (307,2 mg GAE.100g<sup>-1</sup>) e acerola (298,3 mg GAE.100g<sup>-1</sup>), as quais não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey. Na literatura consultada até o momento, não estão disponíveis trabalhos avaliando o teor de fenólicos totais em farinhas obtidas de resíduos de cajá.

Contudo, Caetano et al. (2008), encontraram valor inferior (184,16 mg GAE.100g<sup>-1</sup>) ao desse trabalho em polpas de cajá in natura. Rezende (2010), por sua vez, encontrou valor superior (400,96 mg GAE.100g<sup>-1</sup>) em polpas de cajá congeladas. Quanto ao teor de fenólicos em resíduos de acerola, Sousa e Vieira (2011), encontram em extratos hidroetanólicos obtidos de resíduos de acerola os valores 279,99 mg GAE.100g<sup>-1</sup>, enquanto que Pereira et al. (2013), encontraram valores bem menores no extrato hidroalcolico de farinhas de resíduos dessa fruta (88,38 mg GAE.100g<sup>-1</sup>).

Diversos fatores podem estar relacionados às variações nos valores encontrados entre esse trabalho e os encontrados na literatura, a saber: o local de origem da matéria prima (as adversidades de determinados ambientes levam a planta a produzir mais metabólitos para sua defesa e adaptação), as condições edafoclimáticas (a natureza dos constituintes ativos, bem como a quantidade, pode não ser constante durante todo o ano), o estágio de maturação dos frutos, a maneira como as frutas foram armazenadas e como as polpas foram preparadas, além de particularidades metodológicas (GOBBO-NETO e LOPES 2007; SOARES et al. 2008).

## 5.2. Avaliação da capacidade antioxidante

### 5.2.1 Método do radical DPPH

Os resultados pelo método do DPPH foram expressos em Concentração Efetiva - EC<sub>50</sub> (quantidade de extrato necessária para reduzir a concentração do radical DPPH em 50%), quanto menor o EC<sub>50</sub>, melhor é a capacidade do extrato em sequestrar radicais livres. Na tabela 10, estão os valores de EC<sub>50</sub> das farinhas estudadas, expressos em µg.mL<sup>-1</sup>.

**Tabela 10.** Resultados dos testes de atividade antioxidante das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola cajá, manga e maracujá pelo método do DPPH expressos em EC<sub>50</sub>

Farinha	DPPH para EC <sub>50</sub> (µg.mL <sup>-1</sup> do extrato)
Abacaxi	1.791,10
Acerola	397,70
Cajá	216,90
Manga	8.311,50
Maracujá	9.960,10

Fonte: Dados da pesquisa



Os menores valores de  $EC_{50}$  foram encontrados para as farinhas dos resíduos de cajá ( $216,9 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ) e acerola ( $397,7 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ). As farinhas de abacaxi, manga e maracujá apresentaram valores de  $EC_{50}$  muito elevados, quando comparadas às demais, o que indica que estas apresentam menor capacidade antioxidante.

Na literatura consultada até o presente momento, não estão disponíveis trabalhos avaliando a atividade antioxidante, por esse método, em resíduos de cajá. Assim sendo, buscou-se trabalhos com polpas dessa fruta. Vieira et al. (2011) encontraram  $535,53 \mu\text{g.mL}^{-1}$  e  $486,65 \mu\text{g.mL}^{-1}$  no extrato aquoso e hidroalcolico respectivamente, da polpa de cajá, valores esses superiores ao encontrado nesse trabalho. No entanto, Rezende et al. (2011) encontraram valor mais próximo,  $362,94 \mu\text{g.mL}^{-1}$  para polpas da referida fruta.

Quanto aos valores de  $EC_{50}$  para resíduos de acerola, Sousa et al. (2011) encontraram valores muito semelhantes ao desse trabalho no extrato aquoso do resíduo de acerola ( $386,46 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ) e no extrato hidroalcolico ( $308,07 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ). Enquanto Pereira et al. (2013), encontraram  $359,42 \mu\text{g.mL}^{-1}$  (extrato alcóolico),  $418,48 \mu\text{g.mL}^{-1}$  (extrato aquoso), e  $471,42 \mu\text{g.mL}^{-1}$  (extrato hidroalcolico) em farinhas de resíduos dessa fruta.

Sousa e Vieira (2011), ao avaliarem a atividade antioxidante em resíduos de polpas de diversas frutas, verificaram uma baixa atividade antioxidante nos resíduos de abacaxi, assim como nesse trabalho. Esses autores encontram  $EC_{50}$  ( $7486,5 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ) no extrato aquoso desse resíduo e ( $3293,92 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ) no extrato hidroalcolico. Prado (2009), ao avaliar a capacidade antioxidante da polpa de diversas frutas, encontrou  $EC_{50}$  ( $8.000,00 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ) na polpa de manga, valor bem semelhante ao desse trabalho, e na polpa de maracujá ( $1,62 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ), valor inferior ao desse trabalho,

A capacidade antioxidante pelo método do DPPH foi proporcional ao teor de fenólicos totais encontrados nas amostras das farinhas dos resíduos estudadas. Vários estudos citam a relação entre teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante, atividade essa que na maioria das vezes é resultante das propriedades redutoras e estrutura química dos fenólicos, tais características exercem um papel chave na neutralização ou seqüestro de radicais livres (CATANEO et al., 2008; KIM et al., 2003).

### 5.2.2 Método do radical ABTS

Nesse trabalho os resultados da atividade antioxidante pelo ensaio ABTS estão expressos em atividade antioxidante equivalente ao ácido ascórbico (VCEAC), que é definido como a concentração de ácido ascórbico que apresenta o mesmo percentual de inibição que uma concentração de 1 mM do composto de referência. Assim, quanto maior o valor VCEAC, maior é o potencial antioxidante.

As farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, e cajá apresentaram uma considerável capacidade antioxidante em relação ao padrão utilizado (Vitamina C), quanto às farinhas de manga e maracujá, observou-se uma menor capacidade por esse método, como pode ser verificado na Tabela 11.

**Tabela 11.** Determinação da atividade antioxidante dos extratos hidroetanólicos das farinhas de resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá pelo método ABTS

Farinha	VCEAC (mg.g <sup>-1</sup> ) *
Abacaxi	633,00
Acerola	897,00
Cajá	794,00
Manga	55,00
Maracujá	36,00

\* mg de vitamina C por g de base seca

Fonte: Sobrinho (2013) Oliveira (2013)

Na literatura consultada não foram encontrados trabalhos utilizando vitamina C, como padrão para quantificação da atividade antioxidante por meio da metodologia ABTS, em resíduos de polpas de frutas das espécies estudadas neste trabalho. A maioria dos trabalhos com esses resíduos utiliza Trolox (TCEAC) como padrão de comparação. Como geralmente os resultados encontrados utilizando TCEAC e VCEAC são bem discrepantes, buscou-se trabalhos avaliando polpas de frutas e resíduos de outras espécies utilizando ABTS-VCEAC para se fazer a comparação.

Kuskoski et al. (2005), ao avaliarem a atividade antioxidante pelo método ABTS expresso em VCEAC em diversas polpas de frutas comercializadas no sul do Brasil,

encontraram os seguintes valores: acerola (1.198 mg.100 g<sup>-1</sup>), manga (224,7 mg.100 g<sup>-1</sup>) e maracujá (54,0 mg.100 g<sup>-1</sup>). Dentre as polpas estudadas por esses autores a de acerola foi a que apresentou maior capacidade antioxidante, assim como nesse trabalho, onde a farinha do resíduo de acerola apresentou a maior capacidade. Soares et al. (2008), encontraram 336,14 mg.100g<sup>-1</sup> para as amostras úmidas de bagaços de maçã da variedade Yakult e 268,15 mg.100g<sup>-1</sup> para as amostras secas dessa mesma variedade. Já Kim et al. (2002), encontraram valores de 205,4 mg.100 g<sup>-1</sup> em base seca de bagaços de maçã Gala. Comparando os resultados encontrados por esses autores com os resultados encontrados nesse trabalho, fica evidenciado que as farinhas estudadas apresentam maior capacidade antioxidante que os resíduos analisados pelos autores supracitados.

### 5.2.3. Determinação da capacidade antioxidante utilizando o sistema β-caroteno e ácido linoleico

Os resultados da atividade antioxidante pelo método de co-oxidação do β-caroteno e ácido linoleico estão apresentados Tabela 12.

**Tabela 12.** Percentual de inibição da oxidação das farinhas de resíduos estudadas, pelo método de co-oxidação β-caroteno/ácido linoléico

Farinha	% Inibição da oxidação
Abacaxi	52,53 ± 4,1
Acerola	30,30 ± 5,0
Cajá	68,37 ± 4,5
Manga	51,00 ± 4,5
Maracujá	75,42 ± 5,2

Fonte: Dados da pesquisa

Rufino et al. (2010), classificaram a capacidade antioxidante por esse método, como sendo alta quando o percentual de inibição de oxidação for maior que 70%, intermediária quando estiver entre 40 e 70% e baixa quando o percentual de inibição da oxidação for menor que 40%. Com base nessa classificação, encontrou-se nesse estudo elevada capacidade

antioxidante para farinha do resíduo de maracujá (75,42%). As farinhas dos resíduos de cajá, abacaxi e manga apresentaram capacidade antioxidante moderada, enquanto que a farinha de acerola apresentou atividade antioxidante insignificante, conforme pode ser observado na tabela 12.

Bergamaschi et al. (2010), ao avaliarem a capacidade antioxidante de diversos resíduos vegetais, encontraram valores bem inferiores ao desse trabalho em cascas de maracujá: 5,38% no extrato etanólico e 13,53 % no extrato aquoso. Esses diferentes valores podem estar relacionados a vários fatores, tais como a concentração utilizada, condições do ambiente onde o experimento foi realizado, a espécie do fruto, o local de origem da matéria prima, a presença de sinergismo, entre outras (LAGOURI e BOSKOU, 1995).

Araújo (2012), por sua vez, ao avaliar a atividade de farinhas obtidas de cascas de manga da variedade Tommy Atkins, encontrou 51,75% de inibição da oxidação, valor bem semelhante ao desse trabalho (51,0%). Enquanto Rufino et al. (2010) ao avaliar a capacidade antioxidante de diversas frutas, encontraram 84,9% de inibição da oxidação para cajá e Melo et al. (2008), verificaram menos de 20% da inibição da oxidação em extratos acetônicos e aquosos de polpas de abacaxi, acerola e manga.

Em estudo realizado com três resíduos industriais de frutas, Melo et al. (2011), encontraram maior percentual de inibição para bagaço de uva roxa (72,13%), e o menor percentual foi observado para o bagaço de goiaba (19,72%). Outros resíduos agroindustriais também têm demonstrado capacidade antioxidante pelo método de co-oxidação do  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico, como é o caso de extratos etanólicos acidificados oriundos do bagaço, semente e casca de uva roxa. Estes extratos, em diferentes concentrações, exibiram ação antioxidante que variou de 20 a 89%; 25 a 89% e de 11 a 86%, respectivamente (NEGRO et al., 2003).

### 5.2.4 Método do Sequestro do Radical Hidroxila – Desoxirribose

Os resultados da atividade antioxidante frente ao radical OH das farinhas estudadas, encontram-se na Tabela 13.

**Tabela 13.** Percentual de atividade antioxidantes das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá, pelo método do sequestro do radical hidroxila

Farinha	Atividade antioxidante (%)
Abacaxi	12,08 <sup>cd</sup> ± 1,61
Acerola	20,73 <sup>c</sup> ± 5,18
Cajá	5,65 <sup>d</sup> ± 2,22
Manga	69,17 <sup>a</sup> ± 4,15
Maracujá	39,09 <sup>b</sup> ± 5,64

Valores referentes à média de três lotes; as médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa

O maior percentual de atividade antioxidante por esse método foi encontrado para farinha do resíduo de manga (69,17%), seguido da farinha de maracujá (39,09%), as demais farinhas apresentaram baixa atividade antioxidante. Na literatura consultada até o momento, observou-se ausência de dados referentes à atividade antioxidante, por esse método, em resíduos de frutas. Dessa forma, para efeito de comparação utilizou-se trabalhos com extratos obtidos da polpa de diferentes frutos. Barros (2012) ao avaliar a atividade antioxidante em vários frutos encontrou em extratos aquosos de cajá, capacidade antioxidante muito maior (79,9%) que a encontrada nesse trabalho para farinha do resíduo dessa fruta. O mesmo autor observou elevada atividade antioxidante em extratos aquosos de seriguela (92,6%), sapoti (92,2%), carambola (92,2%), e mangaba (76,0%).

### 5.3. Avaliação da presença de fatores antinutricionais

#### 5.3.1. Determinação de oxalato

O ácido oxálico encontrado em diversos alimentos é considerado fator antinutricional devido à sua propriedade de ligar-se a íons  $\text{Ca}^{+2}$ , formando o oxalato de cálcio, e impedindo a biodisponibilidade desse mineral (FERREIRA e ARÊAS, 2010). Os teores de oxalato encontrados nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá estão expostos na Tabela 14.

**Tabela 14.** Teores de oxalato ( $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) encontrados nas farinhas de resíduos do processamento de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá

Farinha	Teor de oxalato ( $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ )
Abacaxi	$1,37 \pm 4,10$
Acerola	$13,50 \pm 5,00$
Cajá	$5,60 \pm 4,50$
Manga	$2,20 \pm 4,50$
Maracujá	$1,20 \pm 5,20$

Fonte: Dados da pesquisa

Como pode ser observado na tabela 14, os teores de oxalato encontrados em todas as farinhas não foram expressivos, o maior valor foi encontrado na farinha do resíduo de acerola ( $13,50\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ), seguido da farinha de cajá ( $5,6\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ). De acordo com Ogbadoyi et al. (2006), o oxalato apresenta baixo limiar de toxicidade, sendo que a dose mínima considerada letal para adultos é em torno de 5g.

Sousa et al. (2014), encontraram  $12\text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de oxalato em farinha produzida a partir de resíduos de acerola, valor semelhante ao encontrado nesse trabalho. Contudo, Sena et al. (2014) encontraram  $24,93\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  de oxalato em farinhas de manga e  $23,75\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  em farinhas de cajá, valores superiores ao desse trabalho. Na literatura consultada não foram encontrados dados relativos ao teor de oxalato em farinhas de resíduos de abacaxi e maracujá, tampouco na polpa desses frutos.

Em alimentos já conhecidos como fontes de ácido oxálico, como espinafre, os teores encontrados são bem maiores. Brogren e Savage (2003), encontraram 736,6 mg.100 g<sup>-1</sup> de oxalato solúvel e 220,1 mg.100 g<sup>-1</sup> de oxalato insolúvel em espinafre comercializado na Nova Zelândia. Santos (2006), também encontrou teores elevados de oxalato em folhas de brócolis (60,53 mg.100 g<sup>-1</sup>), na couve (38,09 mg.100 g<sup>-1</sup>) e na couve-flor (49,66 mg.100 g<sup>-1</sup>).

### 5.3.2. Determinação de hemaglutininas

Não foi detectada atividade hemaglutinante em nenhuma das farinhas estudadas, o que corresponde a um resultado favorável para consumo, haja vista que as hemaglutininas podem provocar efeitos degenerativos nas membranas celulares, dificultar a ação de enzimas digestivas e assim afetar a absorção de nutrientes, bem como interferir na eficácia do transporte de oxigênio para o organismo devido à aglutinação de células sanguíneas (PEREIRA et al., 2008; NAVES, et al., 2010).

As análises foram realizadas com sangue humano tipo A<sup>+</sup>, conforme recomendado pela metodologia, entretanto não se pode eliminar a possibilidade que as mesmas farinhas apresentem atividade hemaglutinante em indivíduos com sangue do tipo B. Isso porque, as células sanguíneas encontradas em sangues humanos de tipo A e B possuem diferentes carboidratos em sua superfície, e como as hemaglutininas são glicoproteínas com propriedade de ligar-se especificamente a certos carboidratos, há possibilidade de divergência entre os resultados com esses diferentes tipos sanguíneos (FUDENBERG et al., 1980; SHARON e LIS, 2004).

Na literatura consultada, não foram encontradas informações relativas à capacidade hemaglutinante de resíduos de frutas, tampouco das polpas das frutas utilizadas. Sendo assim, buscou-se trabalhos com resíduos de outros vegetais para efeito de comparação. Naves et al. (2010), não detectaram atividade hemaglutinante em farinhas produzidas a partir de sementes de abóbora (*Cucurbita máxima*), submetidas a diferentes tratamentos, utilizando sangue humano A<sup>+</sup>. Entretanto, Del-Vechio et al. (2005), encontraram atividade hemaglutinante nas sementes cruas e cozidas de abóboras dessa mesma espécie, utilizando sangue humano do tipo B<sup>+</sup>.

Da mesma forma, Leite et al. (2010), ao avaliarem a presença de alguns fatores antinutricionais em farinhas de folhas de cenoura, encontraram atividade hemaglutinante nas folhas frescas, branqueadas e liofilizadas da cenoura (utilizando sangue de coelho e humano

tipo B e O), contudo, ao analisarem essas mesmas farinhas utilizando sangue A, o resultado foi negativo para presença de atividade hemaglutinante.

### 5.3.3. Determinação de saponinas totais

Os teores de saponinas observados nesse trabalho em todas as farinhas, não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, conforme pode ser observado na Tabela 15.

**Tabela 15.** Teores de saponinas encontrados nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá

Resíduo	Teor de saponinas (g.100 g <sup>-1</sup> )
Abacaxi	0,12 <sup>a</sup> ± 0,02
Acerola	0,13 <sup>a</sup> ± 0,03
Cajá	0,21 <sup>a</sup> ± 0,05
Manga	0,30 <sup>a</sup> ± 0,02
Maracujá	0,17 <sup>a</sup> ± 0,02

Valores referentes à média de três lotes; as médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (p>0,05).

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados encontrados se assemelham com os resultados de outros trabalhos com diferentes frutos e resíduos. Marques et al. (2013), verificaram os seguintes teores de saponinas nas farinhas das sementes de acerola (0,49 g.100 g<sup>-1</sup>) e na farinha do bagaço dessa fruta (0,26 g.100 g<sup>-1</sup>). Naves et al. (2010), verificaram (0,35 g.100 g<sup>-1</sup>) em farinhas de semente de abóbora e teores variando de 0,24-0,31 g.100 g<sup>-1</sup>, quando essa farinha foi submetida a diferentes tratamentos térmicos. Lima et al. (2008), ao avaliarem o teor de saponinas no fruto inteiro, na polpa, na casca e na semente de duas variedades de jabuticaba (Sabará e Paulista) verificaram na variedade Sabará os seguintes teores de saponinas: fruto inteiro (0,68 g.100 g<sup>-1</sup>), polpa (0,67 g.100 g<sup>-1</sup>), casca (0,63g.100<sup>-1</sup>) e sementes (0,34 g.100<sup>-1</sup>). Na variedade Paulista os teores encontrados foram: fruto inteiro (0,62 g.100<sup>-1</sup>), polpa (0,66g.100 g<sup>-1</sup>), casca (0,78g.100 g<sup>-1</sup>) e sementes (0,35 g.100 g<sup>-1</sup>), em ambas as variedades os mais baixos níveis de saponinas foram encontrados nas sementes.



Dentre as razões pelas quais as saponinas são consideradas antinutrientes destacam-se sua capacidade de interferir na absorção de carboidratos, lipídios e proteínas (devido às alterações na permeabilidade das membranas celulares), e a inibição da ação de enzimas do trato digestivo (FRANCIS et al., 2001; MAKKAR et al., 2007). Contudo, até o presente momento não foi encontrado na literatura consultada registros da dose diária aceitável de saponinas na dieta humana (MARQUES et al., 2013).

#### 5.3.4. Determinação de fitatos

Os fitatos, compostos complexos presentes em diversas sementes, grãos de cereais e outros alimentos de origem vegetal são apontados como fatores antinutricionais devido à sua habilidade em formar complexos com minerais como cálcio, ferro e zinco, diminuindo dessa forma a biodisponibilidade desses minerais (LEAL et al. 2010). Os teores de fitato observados nas farinhas analisadas estão apresentados na Tabela 16.

**Tabela 16.** Teores de fitatos encontrados nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá

Resíduo	Teor de fitato (%)
Abacaxi	1,975 <sup>a</sup> ± 0,07
Acerola	0,950 <sup>b</sup> ± 1,50
Cajá	0,550 <sup>c</sup> ± 0,05
Manga	0,385 <sup>c</sup> ± 0,05
Maracujá	1,240 <sup>ab</sup> ± 0,02

Valores referentes à média de três lotes; as médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Fonte: Dados da pesquisa

Como pode ser observado na tabela acima os teores mais elevados de fitato foram encontrados nas farinhas de abacaxi, maracujá e acerola. Marques et al. (2013), ao avaliarem o teor de fitatos em farinhas produzidas a partir de sementes e bagaços de acerola, encontraram 0,23 g.100 g<sup>-1</sup> nas farinhas da semente e 0,18 g.100 g<sup>-1</sup> nas farinhas do bagaço, valores menores que os encontrados nesse trabalho na farinha do resíduo dessa fruta. Leal et

al. (2010), verificou teores de fitatos variando de 1,37 a 2,76 g.100 g<sup>-1</sup> em multimisturas da Região Metropolitana de Belo Horizonte, enquanto Kaminski et al. (2006), ao verificarem o teor de fitatos em 20 diferentes multimisturas da Região Central do Rio Grande do Sul encontraram valores variando de 1,07 a 2,39 g.100 g<sup>-1</sup>. Os maiores teores de fitatos observados nas farinhas analisadas nesse trabalho não estão muito distantes dos valores encontrados por esses autores.

De acordo com Brune et al. (1992), o teor de fitatos em farinhas é muito variável, sendo maior em farinhas não refinadas e obtidas de farelos do que em farinhas refinadas, isto porque durante o processamento das farinhas refinadas as camadas externas dos grãos são retiradas, enquanto que nas demais o ácido fítico continua presente na camada externa do grão.

Segundo Davis (1981), a partir de 1000 mg.100 g<sup>-1</sup>, os fitatos já podem diminuir a biodisponibilidade de minerais bi e trivalentes. O Regulamento Técnico para a Fixação de Identidade e Qualidade de Mistura à Base de Farelos de Cereais, também determinava 0,1 g.100 g<sup>-1</sup> como sendo o limite máximo de fitato permitido, contudo, a Resolução nº 263 de 22 de setembro de 2005 (Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos), revogou a Resolução anterior e não mais determina limites para o ácido fítico, justificando que este é um componente natural de cereais, raízes, tubérculos e leguminosas (BRASIL, 2000; BRASIL, 2005; LEAL et al., 2010).

### **5.3.5 - Determinação de nitratos**

Principal fonte de nitrogênio para as plantas, o nitrato é encontrado em diversos alimentos de origem vegetal. A toxicidade do nitrato é resultante da sua capacidade de ser convertido em nitrito e, conseqüentemente em nitrosaminas no organismo. Por essa razão sua presença em alimentos deve ser investigada (SHAN et al., 2012). Os resultados das análises de nitrato nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá encontram-se na Tabela 17.

**Tabela 17.** Teores de nitrato encontrados nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá

<b>Farinha</b>	<b>mg.100 g<sup>-1</sup></b>
Abacaxi	3,93 <sup>d</sup> ± 0,09
Acerola	0,51 <sup>e</sup> ± 0,05
Cajá	7,05 <sup>b</sup> ± 0,04
Manga	9,34 <sup>a</sup> ± 0,10
Maracujá	5,89 <sup>c</sup> ± 0,04

Valores referentes à média de três lotes; as médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa

Conforme pode ser visto na Tabela 17, o maior teor de nitrato foi encontrado na farinha do resíduo de manga, seguida de cajá e maracujá. De acordo com a Organização Mundial de Saúde a ingestão diária aceitável de nitrato é de 5 mg.kg<sup>-1</sup> de peso corporal.

Marques et al. (2010), encontraram em farinhas de semente de acerola (0,08 g.100 g<sup>-1</sup>) e em farinhas do bagaço de acerola (0,20 g.100 g<sup>-1</sup>) valores de nitrato bem superiores ao da farinha de resíduos de acerola encontrado nesse trabalho. Pereira et al. (2003), verificaram em folhas de cenoura 649,50 mg.100 g<sup>-1</sup> de nitrato. Ferreira (2011), por sua vez, ao avaliar o teor de nitrato em diferentes variedades de alface cultivadas em hortas, verificou teores de nitrato variando de 264,4 mg.kg<sup>-1</sup> a 2524,9 mg.kg<sup>-1</sup>.

O local de origem das matérias primas pode ser um dos fatores responsáveis pelos teores tão baixos de nitrato encontrados em todas as farinhas, isso porque os teores de nitrato na amostra podem variar com a quantidade de nitrato disponível no solo e água. Além disso, é importante ressaltar que as amostras foram submetidas a aquecimento durante elaboração das farinhas, o que pode ter reduzido a quantidade de nitrato nas amostras. Santos (2006), ao avaliar o efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais presentes em folhas de brócolis, couve e couve-flor, observou que todas as espécies apresentaram perdas de nitrato no decorrer do emprego dos tratamentos.

### 5.3.6. Determinação de taninos condensados

Os taninos, metabólitos secundários encontrados em diversos vegetais, embora desempenhem diversas atividades benéficas para o homem (antioxidante, antibacteriana, antifúngica, entre outras), também são apontados como antinutrientes pois podem interferir na digestibilidade de proteínas, carboidratos e vegetais (GOLANI et al., 2005; BENEVIDES et al., 2011).

A variedade estrutural dos taninos bem como sua natureza polimérica são características que dificultam a quantificação desses compostos nos alimentos. Nesse trabalho, para determinação de taninos condensados utilizou-se o método do butanol-ácido, o qual é o mais aconselhado para determinação dessa classe de taninos, uma vez que o ensaio possui maior seletividade, reprodutibilidade e sensibilidade. Esse método fundamenta-se na despolimerização oxidativa de taninos condensados em meio ácido (HAGERMAN e BUTLER, 1989; HAGERMAN, 2002; AGOSTINI-COSTA et al., 2003).

Os resultados foram expressos em mg equivalente de catequina (CAE) por 100g<sup>-1</sup> e encontram-se expostos na Tabela 18.

**Tabela 18.** Teores de taninos condensados nas farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá

Farinha	mg.100 g <sup>-1</sup>
Abacaxi	1.534 <sup>b</sup> ± 49,60
Acerola	13.572 <sup>a</sup> ± 111,30
Cajá	13.996 <sup>a</sup> ± 84,00
Manga	0,270 <sup>c</sup> ± 0,10
Maracujá	0,310 <sup>c</sup> ± 0,00

Valores referentes à média de três lotes; as médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (p>0,05).

Os maiores teores de taninos condensados foram encontrados na farinha de cajá (13996 mg.100 g<sup>-1</sup>), acerola (13572 mg. 100g<sup>-1</sup>) e abacaxi (1534 mg.100 g<sup>-1</sup>). Matieto et al. (2010), verificaram valores bem inferiores de taninos condensados em polpa de cajá (299,81

mg.100 g<sup>-1</sup>), enquanto que Moreira et al. (2012), encontraram em diferentes genótipos de cajá-umbu, teores de taninos condensados variando de 43,09 – 48,24 mg.100 g<sup>-1</sup> em equivalente de catequina. Melo et al. (2006), ao avaliarem diferentes frutas e vegetais, obtiveram os seguintes teores de taninos condensados: manga espada (1,96 mg.100 g<sup>-1</sup>), manga rosa (2,448 mg.100 g<sup>-1</sup>) e abacaxi (10,081 mg.100 g<sup>-1</sup>).

#### 5.4. Avaliação microbiológica

O Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para alimentos (RDC n<sup>o</sup>12 de 02 de janeiro de 2001) com o intuito de verificar se os farináceos e produtos semelhantes estão aptos para consumo humano exige a realização de alguns testes microbiológicos, a saber: contagem de *Bacillus cereus*, níveis de coliformes termotolerantes e contagem de *Salmonella sp.* Na Tabela 19 encontram-se os resultados da análise microbiológica das farinhas estudadas.

**Tabela 19.** Resultados da análise microbiológica das farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá

Farinha	Análises			
	Bolores (UFC*/g)	Coliformes Totais (NMP*/g)	<i>Salmonella sp</i> (em 25g)	<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)
Abacaxi	<10	Ausente	Ausente	<100
Acerola	<10	Ausente	Presente	<100
Cajá	<10	Ausente	Presente	<100
Manga	<10	Ausente	Ausente	<100
Maracujá	<10	Ausente	Ausente	<100

\* UFC – Unidade Formadora de colônia

\* NMP – Número Mais Provável

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com a análise microbiológica, as farinhas de abacaxi, manga e maracujá encontram-se ideais para consumo, uma vez que atendem aos parâmetros da RDC n<sup>o</sup> 12 de 02 de janeiro de 2001, que estabelece que em farináceos a contagem de *Bacillus cereus* seja inferior a  $3 \times 10^3$  UFC, que os níveis de coliformes sejam menores que  $10^2$  NMPG.g<sup>-1</sup> e que

em 25 g de amostra não seja detectada presença de *Salmonella sp.* Os níveis de bolores encontrados nessas farinhas também estão dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira para farinhas que é de  $10^2$  UFC.g (BRASIL, 2001).

Embora as farinhas de cajá e acerola encontrem-se dentro do padrão, em relação às análises de bolores, *Bacillus cereus* e coliformes, estas não estão aptas para consumo, uma vez que foi detectada a presença de *Salmonella sp* em ambas as amostras. De acordo com a RDC supracitada, quando presente este microrganismo, independente da quantidade, a amostra é imprópria para consumo. As bactérias do gênero *Salmonella* são fontes potenciais de infecção humana, podem provocar desde febre tifoide até gastroenterite, representando riscos à saúde pública (SHINOHARA et al., 2008).

Silva et al. (2012), realizaram análise microbiológica em farinhas obtidas de resíduos do processamento de polpas de acerola e não detectaram presença de *Salmonella sp*, diferente desse trabalho. Como bactérias desse gênero apresentam grande capacidade de dispersão na natureza, elas podem ser isoladas nos mais variados ambientes e serem encontradas em diversas matérias primas utilizadas para alimentação humana (CARDOSO e CARVALHO, 2006). Possivelmente, as amostras desse trabalho contendo *Salmonella sp* foram contaminadas durante a coleta dos frutos (a coleta do cajá, por exemplo, é feita manualmente diretamente do chão), a contaminação pode ter ocorrido ainda durante o processamento da polpa, ou elaboração da farinha.

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- Todas as farinhas estudadas apresentam potencial para aproveitamento como ingrediente para indústria alimentícia e farmacêutica, considerando sua expressiva capacidade antioxidante e baixos teores de fatores antinutricionais.

- As farinhas de abacaxi, manga e maracujá estão adequadas para consumo, considerando os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira, enquanto as farinhas de acerola e cajá não estão apropriadas para consumo.

- A elaboração de farinhas a partir de resíduos de frutas pode contribuir para minimização dos impactos ambientais acarretados pelo descarte inadequado dos mesmos.

## REFERÊNCIAS

ABUD, A.K.S. e NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12. p. 247-265, 2009.

AGOSTINI, M.R. **Produção e utilização de farinha de mandioca comum enriquecida com adição das próprias folhas desidratadas para consumo alimentar**. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual Paulista, 96p, 2006.

AGOSTINI-COSTA, T.S.; LIMA, A.; LIMA, M.V. Determinação de tanino em pêndúculo de caju: método vanilina *versus* método butanol ácido. **Química Nova**, v.26, p. 763-765, 2003.

ALMEIDA, J.S.; NETO, L.D.S; PAIVA, K.S.L; ZAIDEN, R.T.; NETO, O.J.S.; BUENO, C.P. Utilização de subprodutos de frutas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutrime**, v.11, p. 3430-3443, 2014.

ALVES, C.Q.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P.; BAHIA, M.V.; AGUIAR, R.M. Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos. **Química Nova**, v.33, p. 2202-2210, 2010.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 1004 p, 2015.

AOAC- **Official Methods of Analysis**. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemists, v.1, 1990.

AOAC- **Official Methods of Analysis**. 18th Edition, Revision 3, Association of Official Analytical Chemists, 2010.

AQUINO, A.C.M.S.; MÓES, R.S.; LEÃO, K.M.M.; FIGUEIREDO, A.V.D.; CASTRO, A.A. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.69. p. 379-386, 2010.

ARAGÃO, A.S.L. **Utilização de coprodutos da fruticultura do Vale do São Francisco na alimentação de ruminante**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, 65 p, 2010.

ARAÚJO, C.R. **Cascas liofilizadas de Tommy Atkins: teor de fitoquímicos bioativos e potencial antioxidante**. Dissertação (mestrado)– Programa de Pós-Graduação em Ciência de Tecnologia de Alimentos/Universidade Federal Rural de Pernambuco, 133p, 2012.

ARBOS, K.A.; STEVANI, P.C.; CASTANHA, R.F. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. **Revista Ceres**, v. 60, p. 161-165, 2013.



ARUOMA, O. Deoxyribose assay for detecting hydroxyl radicals. **Methods in Enzymology**, v.233, p. 57-66, 1994.

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

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

BARROS, J.A.C. **Avaliação da atividade antioxidante e antiproliferativa do extrato aquoso de frutas tropicais**. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde/Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 74p, 2012.

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

BERGAMASCHI, K.B. **Capacidade antioxidante e composição química de resíduos vegetais visando seu reaproveitamento**. Dissertação (mestrado), Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 96p, 2010.

BESSA, T.; TERRONES M.G.H.; SANTOS, Q. Avaliação fitotóxica e identificação de metabólitos secundários da raiz de *Cenchrus echinatus*. **Horizonte Científico**, v. 1, p.1-17, 2007.

BONDET, V.; BRAND-WILLIAMS, W.; BERSET, C. Kinetics and Mechanisms of Antioxidant Activity Using the DPPH Free Radical Method. *Lebensm. – Wiss. U.-Technol.*, v. 30, p. 609-615, 1997

BORGES, J.T.S.; ASCHERI, J.L.R.; ASCHERI, D.R.; NASCIMENTO, R.E.; FREITAS, A.S. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodio quinoa*, Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L) polido por extrusão termoplástica. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.21, p. 303-322, 2003.

BORGES, L.L.; LÚCIO, T.C.; GIL, E.S.; BARBOSA, E.F. Uma abordagem sobre métodos analíticos para determinação da atividade antioxidante em produtos naturais. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, p.1-20, 2011.

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

BRASIL. **Resolução nº 20**, de 18 de junho de 1986. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1986.

BRASIL. **Resolução RDC nº 53**, de 15 de junho de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mistura à base de Farelo de Cereais. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2000.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Portaria nº 1469 de 29 de dezembro de 2000**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 32p, 2001.

BRASIL. **Resolução RDC nº 12**, de 12 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001.

BRASIL. **Resolução RDC nº 359**, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2003.

BRASIL, **Resolução RDC nº 360**, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2003.

BRASIL, **Resolução RDC nº 263**, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005.

BRASIL. **Lei Nº 12.305** de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), 2010.

BRASIL. **RDC nº 54**, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2012.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Fruticultura – IBRAF**. Panorama da cadeia produtiva das frutas em 2012 e projeções para 2013. Setembro de 2013.

BRITO, H. R. **Caracterização química de óleos essenciais de Spondias mombin L., Spondias purpúrea L. e Spondias sp (cajarana do sertão)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 67p, 2010.

BROGEN, M. e SAVAGE, G.P. Bioavailability of soluble oxalate from spinach eaten with and without milk products. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.12, p. 219-224, 2003.

BRUNE, M.; ROSSANDER-HULTÉN, L.; HALLBERG, L.; GLEERUP, A.; SANDBERG, A. Iron absorption from bread in humans: inhibiting effects of cereal fiber, phytate and inositol phosphates with different numbers of phosphate groups. **Journal of Nutrition**, v.122, p. 442-449, 1992.

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J.F.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações em polpa de manga ‘Tommy-atkins’ congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 651-653, 2002.

BUAINAIN, A.M. e BATALHA, M.O. **Cadeia produtiva de frutas**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: IICA, v.7, 102 p. 2007.

CAETANO, A.C.S.; ARAÚJO, C.R.; MELO, E.A.; LIMA, V.L.A.G.; MACIEL, M. **Avaliação da atividade antioxidante de extratos de polpa e resíduos de cajá e ciriguela.** In: Simpósio Brasileiro sobre umbu, cajá e espécies afins. Recife/ Anais 2008.

CARDOSO, T.G. e CARVALHO, V.M. Toxinfecção alimentar por *Salmonella* spp. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, v.24, p. 95-101, 2006.

CASTEJON, F.J. **Taninos e Saponinas**, Seminários Aplicados do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, 29p, 2011.

CATALDO, D.A.; HAROON, M. SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid Colorimetric Determination of Nitrate in Plant-Tissue by Nitration of Salicylic-acid. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**. v.6, p. 671-680, 1975.

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

CECÍLIO, R.A.; MEDEIROS, S.S.; PEZZOPANE, J.E.M; GARCIA, G.O. Elaboração de zoneamento agroclimático da região nordeste para a cultura de acerola. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.4, p.26-32, ago 2009.

CHABARIBERY, D.; FRANCA, T.J.F.; ALVES, H.S.; FREITAS, S.M. Perfil das associações de fruticultores do Estado de São Paulo: demanda de tecnologia e estratégias de comercialização. **Informações Econômicas**, v.32, n.1, p.7-25, 2002.

CHAVES, M.C.V; GOUVEIA, J.P.G; ALMEIDA, F.A.C; LEITE, J.C.A; SILVA, F.L.H. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, p. 1-10, 2004.

CHUBB, L.G. **Anti-nutritive factors in animal feedstuffs.** In: HARESTING, W. Studies in agricultural and food science butterworths. Recent Advances in Animal Nutrition. p.21-37, 1982.

CLARKE, E.J. e WISEMAN, J. Developments in plant breeding for improved nutritional quality of soya beans II Anti-nutritional. **The Journal of Agricultural Science**, v.134, p. 125-136, 2000.

COELHO, E.M.; VIANA, A.C.; AZEVÊDO, L.C. Prospecção tecnológica para o aproveitamento de resíduos industriais, com foco na indústria de processamento de manga. **Cadernos de Prospecção**, v.7, p.550-560, 2014.

CORRÊA, B. **Fungos toxigênicos: Panorama nacional.** In: Encontro nacional de micotoxinas e simpósio de armazenamento qualitativas de grãos do mercosul, Florianópolis. Atualidades em micotoxinas e armazenagem de grãos. p.162-168. Florianópolis, 2000.

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

COSTA, T.S.; SILVA, V.C.; FERNANDES, V.S.; FLORÊNCIO, I.M.; FLORENTINO, E.R. **Caracterização da farinha obtida a partir do resíduo de extração do amido da amêndoa da manga (*Mangifera indica* L.)**. In: Encontro Nacional de Educação e Tecnologia/ UEPB. Anais, 2012.

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

CUNHA, A.; PROENÇA, R.; RODRIGUES, O. **Compostos fenólicos: características e origem biossintética**. Livro: Farmacognosia e Fitoquímica. Parte III, capítulo 10. 3ª edição. Lisboa. Fundação Calouste Gulbenkian, 2012p, 2010.

DAVIS, K.R. Proximate composition, phytic acid, and total phosphorus of selected breakfast cereals. **Cereal Chemistry**, v 58, p.347-350, 1981.

DEL-VECHIO, G.; CORRÊA, A.D.; ABREU, C.M.P.; SANTOS, C.D. Efeito do tratamento térmico em sementes de abóbora (*Curcubita spp.*) sobre os níveis de fatores antinutricionais e ou tóxicos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29 p. 369-376, 2005.

DEWICK, P.M. **Medicinal natural products: a biosynthetic approach**. 3rd. London: John Wiley e Sons, 339p, 2009.

DROGE, W. Free radicals in the physiological control of cell function. **Physiological Review**, v.82, p.47-95, 2002.

ELMASTAS, M.; ISILDAK, O.; TURKEKUL, I.; TMUR, N. Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, p. 337-345, 2007.

EMMONS, C.L.; PETERSON, D.M.; PAUL, G.L. Antioxidant capacity of oat (*Avena sativa* L.) extracts 2. In vitro antioxidant activity and content of phenolic and tocol antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, p. 4894-4898, 1999.

EMPSON, K.L. e LABUZA, T.P.; GRAF, E. Phytic acid as a food antioxidant. **Journal of Food Science**, v.56, p.560-563, 1991.

FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMITZ, J.D.; BETEMPS, D.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira Fruticultura**, volume especial, p. 109-120, 2011.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Corporate Document Repository. **Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe**, 2014. Disponível em: <www.fao.org>.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database. **Crops database**, 2010. Disponível em: [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)

FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; LOBO, R.N.B.; VASCONCELOS, V.R. Valor nutritivo das silagens de capim elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1380-1385, 2004.

FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; CAMPOS, W.E; BORGES, I. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.223-229, 2009.

FERREIRA, T.A. e ARÊAS, J.A.G. Calcium bioavailability of raw and extruded amaranth grains. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.532-538, 2010.

FERREIRA, T.A.A. **Ião nitrato em alfaves cultivadas em hortas**. Trabalho final de conclusão de curso. Universidade Atlântica, 48p, 2011.

FIGUEROA, M. e LAJOLO, F.M. Effect of chemical modification of *Phaseolus vulgaris* lectins on their biological properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.45, p.639-643, 1997.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, v.199, p. 197-227, 2001.

FRANCO, M.R.B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.; LANCAS, F.M. Compostos Voláteis de Três Cultivares de Manga (*Mangifera indica* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, p. 165-169, 2004.

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

FUDENBERG, H.H.; STITES, D.P.; CALDWELL, J.L.; WELLS, J.V. **Imunologia Básica e Clínica**. 2 edição, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1980.

FUMAGALI, GONÇALVES, R.A.C.; MACHADO, M.F.P.S.; VIDOTE, G.J.; OLIVEIRA, A.J.B. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: o exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, p. 2008.

GARCIA, A.A. e CARRIL, E.P.U. Metabolismo secundário de plantas. **Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal**, v.2, p.119-145, 2009.

GIORDANI JÚNIOR, R., CAVALI, J.; PORTO, M.O.; FERREIRA, E.; STACHIW, R. Resíduos agroindustriais e alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 3, p. 93-104, 2014.

GOBBO-NETO, L. e LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v.30, p. 374-381, 2007.

GOLANI, G.S.; COCKELL, K.C.; SEPHER, E. Effects of antinutritional factors on protein digestibility and amino acid availability in foods. **Journal of AOAC International**, v. 88, p. 967-987, 2005.

GONÇALVES, C.R. e LEÃO, M.F. Produção de iogurte com adição das farinhas mistas a partir dos resíduos de maçã, maracujá e uva. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, p. 3618-3631, 2013.

GONZÁLES, F.H.D e SILVA, S.C. **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária**. Editora UFRGS, Porto Alegre, 2006.

GUADAGNIN, S.G. **Avaliação do teor de nitrato em hortaliças folhosas produzidas por diferentes sistemas de cultivo**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, 78 p, 2004.

GUO, C.; YANG, J.; WEI, J.; YUNFENG, L.; XU, J.; JIANG, Y. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. **Nutrition Research**, v. 23, p. 1719-1726, 2003.

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

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

HALLIWELL, B. e GUTTERIDGE J.M.C. **Free radicals in biology and medicine**. Oxford University Press, 1999.

HENRIQUES, J.M.G.C.L. **Taxa de sucesso de tratamento em intoxicação por taninos em ruminantes**. Dissertação (mestrado) – Universidade Lusófona de Humanidades e tecnologias, 66 p, 2014.

HUANG, L.H. e WANG, B.G. Antioxidant capacity and lipophilic content of seaweeds collected from the Qingdao coastline. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p. 4993-4997, 2004.

HUBER, K.; QUEIROZ, J.H.; 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, p.640-654, 2012.

INFOESCOLA. **Ácidos carboxílicos**. Disponível em <http://www.infoescola.com/quimica/acid-carboxilicos/>. Acesso em Dezembro de 2015.

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

JAYAPRAKASHA, G.K.; NEGI, P.S.; JENA, B.S.; RAO, J.M. Antioxidant and antimutagenic activities of *Cinnamomum zeylanicum* fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis** v.20, p.330–336, 2007.

JERONIMO, C.E.M. Gestão Agroindustrial: Pontos Críticos de Controle Ambiental no Beneficiamento de Frutas. **Revista de Administração de Roraima**, v. 12, p.70- 77, 2012.

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

KAMINSKI, T.A.; BAGETTI, M.; SILVA, L.P.; CALLEGARO, M.G.K.; FELL, E.R. Avaliação dos elementos tóxicos, antinutricionais e patógenos em multimisturas. **Alimentos e Nutrição**, v.17, p.171-179. 2006.

KAUR, M.; SINGH, N.; SANDHU, K.S. GURAYA, H.S. Physicochemical, morphological, thermal, and rheological properties of starches separated from kernels of some Indian mango cultivars (*Mangifera indica* L.). **Food Chemistry**, v. 85, p. 131-140, 2004.

KHANBABAEE, K. e REE, T. Tannins: Classification and Definition. **Natural Product Reports**, v.18, p.641-648, 2001.

KENNEDY, J.F.; PALVA, P.M.G.; CORELLA, M.T.S.; CAVALCANTI, M.S.M.; COELHO, L.C.B.B. Lectins, versatile proteins recognition: a review. **Carbohydrate Polymers**, v.26, p.219-230, 1995.

KHODDAMI, A.; WILKES, M.A.; ROBERTS, H. Thecniques for analysis of plant phenolic compounds. **Molecules**, v.18, p.2328-2375, 2013.

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

KIM, D.O.; JEONG, S.W.; LEE, C.Y. Antioxidant capacity of phnolic phytochemicals from various cultivars of pluns. **Food Chemistry**, v.81, p. 231-326, 2003.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; TRANCOSO, A.M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25 p. 726-732, 2005.

KRAUSE, M.V.; MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S.; RAYMOND, J.L. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**, 13 edição, Rio de janeiro, 1227p, 2012.

LAGOURI, V. e BOSKOU, D. Screening for antioxidant activity of essential oils obtained from spices. **Developments in Food Science**, v.37, p.869-879, 1995.

LEAL, A.S.; GONÇALVES, C.G.; VIEIRA, I.F.R.; CUNHA, M.R.R.; GOMES, T.C.B.; MARQUES, F.R. Avaliação da concentração de minerais e dos fatores antinutricionais fitato

e oxalato em multimisturas da Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 35, p. 39-52, 2010.

LEITE, M.C.A.; GOMES, V.M.; LEITE, J.F.M.; SILVA, A.M.A.; GADELHA, A.A.; COSTA, M.J.C.; GADELHA, T.S. Viabilidade do consumo de folhas orgânicas de cenoura com enfoque nos fatores nutricionais e antinutricionais. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.23, p.83-113, 2010.

LEITE, P.R.S.C.; MENDES, F.R.; PEREIRA, M.L.R.; LACERDA, M.J.R. Limitações da utilização da soja integral e farelo de soja na nutrição de frangos de corte. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8. p. 1138-1157, 2012.

LEKHA, P. K. e LONSANE, B. K. Production and application of Tannic Acyl Hydrolase: State of the art. **Advances in Applied Microbiology**, v. 44, p. 215-260, 1997.

LEVALLOIS, P. e PHANEUF, D. Contamination of drinking water by nitrates: analysis of health risks. **Canadian Public Health Association**, v.85, p. 192-196, 1994.

LIMA, A.J.B.; CORRÊA, A.D.; ALVES, A.P.C.; ABREU, C.M.P.; BARROS, A.M.D. Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**,v.58, p.416-421, 2008.

LIMA, A.J.B. **Caracterização e atividade antioxidante da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Mart.** Tese (Doutorado), Universidade Federal de Lavras, 2009.

LIMA, M.R.; LUDKE, M.C.M.M.; NETO, F.F.P.; PINTO, B.W.C.; TORRES, T.R.; SOUZA, E.J.O. Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.33, p. 65-71, 2011.

LOURES, A. e JOKL, L. **Microtécnica para determinação de ácido oxálico em folhas e derivados.** In: Encontro nacional de analistas de alimentos. Resumos: Curitiba: Instituto de Tecnologia do Paraná, p.59, 1990.

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

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M.; PARKER, J. **Microbiologia de Brock.** 10.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

MAKKAR, H.P.S.; SIDDHURAJU. P.; BECKER, K. Methods in molecular biology: plant secondary metabolites. **Humana Press Inc**, v. 393, p. 93-100, 2007.

MANETTI, L.M. Metabólitos secundários da família Bromeliaceae. **Química Nova**, v. 32, p. 1885-1897, 2009.



MARCO, G.V. A rapid method for evaluation of antioxidants. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.45, p.594-598, 1968

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

MARQUES, T.R.; CORRÊA, A.D.; LINO, J.B.R.; ABREU, C.M.P.; SIMÃO, A.A. Chemical constituents and technological functional properties of acerola (*Malpighia emarginata* DC.) waste flour. **Food Science and Technology**, v.33, p. 526-531, 2013.

MASSEY, L.K.; ROMAN-SMITH, H.; SUTTON, R.A. Effect of dietary oxalate and calcium on urinary oxalate and risk of formation of calcium oxalate kidney Stones. **Journal of the American Dietetic Association**, v.93, p.901-906, 1993.

MASSEY, L.K. Food oxalate: factors affecting measurement, biological variation, and bioavailability. **Journal of the American Dietetic Association**, v.107, p.1191-1194, 2007.

MATTOS, L.L. e MARTINS, I.S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, v.34, p.50-55, 2000.

MATTIETTO, R.A.; LOPES, A.S.; MENEZES, H.C. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 13, p. 156-164, 2010.

McDOUGALL, G.J.; GORDON, S.; BRENNAN, R.; STEWART, D. Anthocyanin-Flavanol Condensation Products from Black Currant (*Ribes nigrum* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.7878-7885, 2005.

McLAUGHLIN, J.L.; LINGLING, L.; ROGERS, L.S. The use of biological assay to evaluate botanicals. **Drug Information Journal**, v.32, p.513-524, 1998.

MELLO, J.C.P.; SANTOS, S.C. Taninos. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre: Ed.UFRGS/Ed.UFSC, cap. 24, p.517-543, 2001.

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

MELO, P.S. BERGAMASCHI, K.B.; TIVERONI, A.P.; MASSARIOLI, A.P.; OLDONI, T.L.C.; ZANUS, M.C.; PEREIRA, E.G.; ALENCAR, S.M. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, v.41, p.1088-1093, 2011.

MENDES, B.A.B.; CARVALHO, S.A.; SOUZA, A.O. Avaliação físico-química e da qualidade microbiológica de farinhas produzidas a partir de resíduos agroindustriais. **Higiene Alimentar**, v. 27, p. 3871-3875, 2013.

MIDIO, A.F.; MARTINS, D.I. **Toxicologia de Alimentos**. São Paulo: Ed. Livraria Varela, 295 p, 2000.

- MONDIN, M.; OLIVEIRA, C.A.; VIEIRA, M.L.C. Karyotype characterization of *Malpighia emarginata* (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 369-374, 2010.
- MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, P.U.; ARAÚJO, E.L. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, p. 892-896, 2005.
- MORAIS, S.M.; CATUNDA JÚNIOR, F.E.A.; SILVAA, A.R.A.; MARTINS NETO, J.S. Atividade antioxidante de óleos essenciais de espécies de *Croton* do Nordeste do Brasil. **Química Nova**, v. 29, p. 907-910, 2006.
- MOREIRA, B.A.; WANDERLEY, M.G.L.; CRUZ-BARROS, M.A.V. **Bromélias: importância ecológica e diversidade. Taxonomia e morfologia.** Instituto de Botânica – Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. Curso de Capacitação de monitores e educadores. São Paulo, 2006.
- MOREIRA, A.C.C.G; NASCIMENTO, J.D.M.; ANDRADE, R.A.M.S.; MACIEL, M.I.S.; MELO, E.A. Fitoquímicos bioativos em frutos de genótipos de cajá-umbuzeiras. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v.23, p.235-241, 2012
- NAGEN, T.J.; ALBUQUERQUE, T.T.O.; MIRANDA, L.C.G. Ácidos fenólicos em cultivares de soja: ação antioxidante. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.35, p.129-138, 1992.
- NAKAMURA, Y.; TSUJI, S.; TONOGAI, Y. Method for analysis of tannic acid and its metabolites in biological samples: Application to tannic acid metabolism in the rat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.331-339, 2003.
- NASCIMENTO, J.L. COELHO, A.G.; BARROS, Y.S.O.; SILVA, O.A.; FREITAS, R.M.; ROCHA, M.S.; *et al.* Avaliação da atividade antioxidante *in vitro* do extrato hexânico da semente do bacuri (*Platonia insignis* Mart.) e de seu complexo de inclusão com  $\beta$ -ciclodextrina. **Boletim Informativo Geum**, v.5, p. 44-53, 2014.
- NATIVIDADE, M.M.P. **Desenvolvimento, caracterização e aplicação tecnológica de farinhas elaboradas com resíduos da produção de suco de uva.** Dissertação (mestrado), Ciência de alimentos – Universidade Federal de Lavras, 2010.
- NAVES, L.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P.; Componentes antinutricionais e digestibilidade proteica em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.180-184, 2010.
- NEGRO, C.; TOMMASI, L.; MICELI, A. Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extrats. **Bioresource Technology**, v. 87, p. 41- 44, 2003.
- NEUTZLING, M.B.; ROMBALDI, A. J.; AZEVEDO, M.R.; HALLAL, P.C. Fatores associados ao consumo de frutas, legumes e verduras em adultos de uma cidade no Sul do Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 25, p.2365-2374, 2009.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; MORAES, J.A.P.V.; BURITY, H.A. SILVA JÚNIOR, J.F. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.3, p. 463-470, 2002.

OGBADOYII, E.O.; MAKUN, H.A.; BAMIGBADE, R.O.; OYEWALE, A.O.; OLADIRAN, J.A. The effect of processing and preservation methods on the oxalate levels of some Nigerian leafy vegetables. **Biokemistri**, v.18, p.121-125, 2006.

OKE, D.B. Mechanism of action, toxicity and nutritional significance of heatlabile antinutritional factors in some legumes: A review. **Journal of Food Technology**, v.5, p. 285-289, 2007.

OLIVEIRA, J.B. Caracterização química, bioquímica e poder calórico de resíduos desidratados da indústria frutícola de maracujá (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*) e manga (*Mangifera indica* L). Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Sudoeste da Bania, 100p, 2013.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.G. e ALMEIDA, J.R.G.S. Prospecção tecnológica de *Ananas comosus* (Bromeliaceae). **Revista GEINTEC**, v.2, p.515-523, 2012.

OLIVEIRA, E.M.S.; REGIS, S.A.; RESENDE, E.D. Caracterização dos resíduos da polpa do maracujá-amarelo. **Ciência Rural**, v.41, p. 725-730, 2011.

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

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

PADILHA, T. e BASSO, C. Biscoitos com resíduo de manga, maracujá e jabuticaba. **Disciplinarum Scientia**, V. 16, P.79-88, 2015.

PERAZZINI, H. e BITTI, M.T. Recuperação e utilização de resíduos sólidos orgânicos provenientes da indústria de processamento de frutas na produção de etanol. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, p. 1-6, 2010.

PERCIVAL, S.S.; TALCOTT, S.T.; CHIN S.T.; MALLAK, A.C.; LOUND-SINGLETON, A.; PETTIT-MOORE, J. Neoplastic transformation of BALB/3T3 cells and cell cycle of HL-60 cells are inhibited by mango (*Mangifera indica* L.) juice and mango juice extract. **Journal of Nutrition**, v.136, p.1300-1304, 2006.

PEREIRA, C.A.M. e VILEGAS J.H.Y. Constituintes químicos e farmacologia do gênero *Passiflora* com ênfase a *P. alata*, *P. edulis* e *P. incarnata*: Revisão da literatura. **Revista Brasileira Médica**, v.3, p. 1-12, 2000.

PEREIRA, G.I.S.; PEREIRA, R.G.F.A.; BARCELOS, M.F.P.; MORAIS, A.R. Avaliação química da folha de cenoura visando seu aproveitamento na alimentação humana. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.852-857, 2003.

PEREIRA, C.A.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P.; SOUSA, R.V.; MAGALHÃES, M.M. Hemaglutinina de folhas de mandioca (*manihot esculenta crantz*): purificação parcial e toxicidade. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.900-907, 2008.

PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, J.A.G.; PINA, D.S.; BRANDÃO, L.G.N.; ARAÚJO, G.G.L.; VOLTOLINI, T.V. Aproveitamento dos Coprodutos da Agroindústria Processadora de Suco e Polpa de Frutas para Alimentação de Ruminantes. Petrolina: Embrapa Semi-£rido, **Documentos online** (Embrapa Semi- £rido. Documentos, 220), 30 p.; 2009.

PEREIRA, C.T.M.; SILVA, C.R.P.; LIMA, A.; PEREIRA, D.M.; COSTA, C.N.; NETO, A.A.C. Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante *in vitro* da farinha do resíduo de acerola (*Malpighia glabra L.*). **Acta Tecnológica**, v.8, p. 50-56, 2013.

PEREZ, E.F.; OLIVEIRA NETO, G.; KUBOTA, L.T. Bi-enzymatic amperometric biosensor for oxalate. *Sensors and Actuators B: Chemical*, v.72, p. 80-85, 2001.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J. e SAURA-CALIXTO, F. Literature data may underestimate the actual activity of cereals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 5036-5040, 2005.

PETER, K.C.; VOLHARDT, N.; SCHORE, E. **Química orgânica: estrutura e função**. 4ª Ed. Porto Alegre: Bookman, p.704, 2004.

PINHEIRO, E.R. **Pectina da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*): Otimização da extração com ácido cítrico e caracterização físico-química**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, 79p, 2007.

PINA, Z.C.N.E. **Crianças – simulação in vitro do processo digestivo de nitratos**. Dissertação (mestrado), Universidade de Lisboa – Faculdade de Ciências, 129p, 2011.

PRADO, A. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 106p, 2009.

PRIOR, R.L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics and food and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 4290-4302, 2005.

PROSKY, L.; ASP, N.G.; SCHWEITZER, T.F.; DEVRIES, J.W.; FURDA, I. Determination of insoluble, soluble and total Dietary Fiber in foods and food products: Interlaboratory study. **AOAC** v.71 p.1017- 1023, 1988.

PORTER, L.H.; HRSTICH, L.N.; CHAN, B.C. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to groups in foods. **Journal of Food Science**, v.56, p.128-132, 1991.

POVINELI, K.L. e FINARDI FILHO, F. As múltiplas funções das lectinas. **Nutrire**, v.24, p.135-156, 2002.

RAMALHO, V.C. e JORGE, N. Atividade antioxidante do  $\alpha$ -tocoferol e do extrato de alecrim em óleo de soja purificado. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 65, p. 15-20, 2006.

RAMOS, A.M.; COUTO, F.A.A.; RESENDE, P.M.; LELIS, F.M.V.; BENEVIDES, S.D.; PEREZ, R. **Manga Ubá: Boas práticas agrícolas para produção destinada à agroindústria**. Editora UFV, 64p, 2005.

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

REYNOSO-CAMACHO, R.; DE-MEJIA, E. G.; LOARCAPINA, G. Purification and acute toxicity of a lectin extracted from tepary bean (*Phaseolus acutifolius*). **Food and Chemical Toxicology**, v. 41, p. 21-27, 2003.

REZENDE, L.C. **Avaliação da atividade antioxidante e composição química de seis frutas tropicais consumidas na Bahia**. Tese (Doutorado). Pós-graduação em ciências veterinárias. Universidade Federal da Bahia 118 p, 2010

REZENDE, L.C.; OLIVEIRA, T.S.; ALVES, C.Q.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P. **Fenólicos totais e atividade antioxidante de frutas tropicais da Bahia**. In: 32<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2011.

RITZINGER, R. e RITZINGER, C.H.S.P. Acerola. **Informe Agropecuário**, v.32, p.17-25, 2011.

ROCHA, S.R.S. **Procedimentos e avaliação química de parâmetros de interesse nutricional de espinafre comercializado na Bahia**. - Dissertacao (Mestrado)– Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, 2009.

ROCHA, C. **Impacto de diferentes alimentos sobre a estrutura morfológica intestinal e digestibilidade dos nutrientes em frangos**. Tese (Doutorado). Pós-graduação em Química. Universidade Federal do Paraná, 168 p. 2014.

ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUSA, C.A.S.; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v.27, p.53-60. 2007.

ROGÉRIO, M.C.P.; BORGES, I.; NEIVA, J.N.M.; PIMENTEL, J.C.M.; SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N. M.; NUNES, F.C.S.; CARVALHO, R.F. **Valor nutritivo do subproduto da indústria processadora de abacaxi (Ananas comosus) em dietas para ovinos**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Anais, 2004.

ROGÉRIO, M.C.P. **Valor nutritivo de subprodutos de frutas para ovinos**. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais 2005. 318p, 2005.

RORIZ, R.F.C. **Aproveitamento dos resíduos alimentícios obtidos das centrais de abastecimento do Estado de Goiás s/a para alimentação humana.** - Dissertacao (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2012

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

RUIZ DE LOPE, C.; GARCÍA-VILLANOVA, R.J.; GARCÍA-VILLANOVA, R. Estudio del contenido en ácido fítico durante el proceso de elaboración del pan blanco, pan integral y pan ázimo. **Ars Pharmaceutica**, v.23, p.437-442, 1982.

SACRAMENTO, C.K. e SOUZA, F.X. **Cajá** (*Spondias mimbis* L.). Jaboticabal, 42p. Il. (Funep. Frutas Nativas, 4), 2000.

SALINAS, R. D. **Alimento e Nutrição: Introdução a Bromatologia.** In: Alimentos e vegetais. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 164-181. 2002

SANCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J.A.; SAURA-CALIXTO, F.; A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 76, p.270–276, 1998.

SANTAMARIA, P. Nirate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, p.10-17, 2006.

SANTOS-BUELGA, C. e SCALBERT, A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds – nature occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.1097-1100, 2000.

SANTOS, M.A.T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócolis, couve e couve-flor. **Ciência Agrotécnica**, v.30, p. 294-301, 2006.

SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R., e CARVALHO, L.E. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.3. p. 811–817, 2006.

SANTOS, G.M.; MAIA, G.A.; SOUSA, P.H.M.; COSTA, J.M.C.da C.; FIGUEIREDO, R.W.; PRADO, G.M. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**. v. 58, p. 187-192, 2008.

SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M.L. Saponinas. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 3 ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS/Ed. UFSC, cap.27, p.597-619, 2001.

SENA, D.N.; ALMEIDA, M.M.B.; SOUSA, P.H.M.; GONZAGA, M.L.C.; SILVA, A.M.M. Avaliação dos teores de oxalato em farinha de resíduos de frutas tropicais. **Revista Magistra**, v. 26, p. 456-459, 2014.

SHAN, A.Y.K.V.; OLIVEIRA, L.E.M.; BONOME, L.T.S.; MESQUITA, A.C. Assimilação metabólica de nitrogênio em plântulas de seringueira cultivadas com nitrato ou amônio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.754-762, 2012.

SHARON, N. e LIS, H. History of lectins: from hemagglutinins to biological recognition molecules. **Glycobiology**, v. 14, p. 53-62, 2004.

SHINOHARA, N.K.S; BARROS, V.B.; JIMENEZ, S.M.C.; MACHADO, E.C.L.; DUTRA, R.A.F.; LIMA FILHO, J.L. Salmonella spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.13, p.1675-1683, 2008.

SILVA, I.F.B; SOUSA, B.A.A.; BESERRA, A; SILVA, W.A.; MEDEIROS, G.C.A. **Elaboração de biscoitos tipo cookies com farinha de resíduos do processamento de polpa de acerola**. In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB - Anais, 2012.

SILVA, M. B. e RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Revista Ceres**, v.56, p. 551-554, 2009.

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

SILVA, M.R. e SILVA, M.A.Z.P. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição**, v.13, p.3-9, 2000.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 544p, 2001.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Varela, 624p, 2010.

SILVA, P.C.F. **Propriedades antioxidantes *in vitro* de uva branca e de uva tinta e de seus respectivos vinhos elaborados**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Viçosa, 2003.

SILVA, R. L. **Inclusão de farelo de amendoim em dietas para juvenis de tilápia do Nilo**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 42 p, 2012.

SOARES, E.B.; GOMES, R.L.F.; CARNEIRO, J.G.M.; NASCIMENTO, F.M.; SILVA, I.C.V.; COSTA, J.C.L. Caracterização física e química de frutos de cajazeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p. 518-519, 2006.

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E.M.; GONZAGA, L. Compostos fenólicos e atividade antioxidante de cascas de uvas niagra e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p. 59-64, 2008.

SOBRINHO-BATISTA, I.S. Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriunodos da indústria produtora de polpas. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 166p, 2014.

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**, v. 19, p. 33-36, 2008.

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

SOUSA, M.M.A.; SENA, D.N.; ALMEIDA, M.M.B.; SOUSA, P.H.M.; FIGUEREDO, R.W. **Avaliação dos teores de oxalato em farinha de resíduos de acerola, graviola e tangerina**. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – Anais COBEQ, 2014.

SREERAMA, Y.N.; NEELAM, D.A.; SASHIKALA, V.B.; PRATAPE, V.M. Distribution of nutrients and antinutrients in milled fractions of chickpea and horse gram: seed coat phenolics and their distinct modes of enzyme inhibition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p.4322-4330, 2010.

TAIZ, L.R. e ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 edição, editora Artmed, p.316-331, 2009.

TELES, M.M.; NEIVA, JN.M.; RÊGO, A.C.; CAVALCANTE, M.A.B.; PAULA, R.C.M.; CÂNDIDO, M.J.D.; CLEMENTINO, R.H. **Consumo de nutrientes de silagens de capim-elfante contendo níveis crescentes de adição do subproduto da manga**. In: reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 2005.

TOMEI, R.R. e SALVADOR, M.J. **Metodologias analíticas atuais para avaliação da atividade antioxidante de produtos naturais**. In: XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2007.

TORRE, M.; RODRIGUEZ, A.R.; SAURA-CALIXTO, F. Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.30, p.1-22, 1991.

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

VIGO, C.L.S.; NARITA, E.; MARQUES, L.C. Validação da metodologia de quantificação espectrofotométrica das saponinas de *Pfafia glomerata* (Spreng) Pedersen – Amaranthaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.13, p. 46-49, 2003.



- WETTASINGHE, M. e SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 1801-1812, 1999.
- WINA, E.; MUETZEL, S.; BECKER, K. The Impact of Saponins or Saponin-Containing Plant Materials on Ruminant Production - A Review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.8093–8105, 2005.
- YAHIA, E.M. **The contrubution of fruit and vegetable consumption to human health**. In: ROSA, L.A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILARA, G.A. Fruis and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability. p.3-51, 2010.
- YANO, C.Y.B.; CARDOSO, D.B.; MATTIETTO, R.A. **Aproveitamento de resíduos de abacaxi na elaboração de uma bebida mista adicionada de polpa integral de maracujá amarelo**. In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 2007, Ciência e tecnologia de alimentos em benefício à sociedade: ligando a agricultura à saúde: Resumos. Capinas: SBCTA: Unicamp/FEA, 2007.
- ZANATTA, C.L.; SCHLABITZ, C.; ETHUR, E.M. Avaliação físico-química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização. **Alimentos e Nutrição**, v.21, p. 459-468, 2010.
- ZHAO, B. e HALL, C. A. Composition and antioxidant activity of raisin extracts obtained from various solvents. **Food Chemistry**, v.108, p. 511-551, 2008.
- ZARENA, A.S. e SANKAR, U. K. Supercritical carbon dioxide extraction of xanthenes with antioxidant activity from *Garcinia mangostana*: Characterization by HPLC/LC–ESI-MS. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 49, p. 330-337, 2009.