

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE AGRONOMIA

PATRÍCIA ALMEIDA DE ARAÚJO ABREU

**CARACTERIZAÇÃO DOS FATORES NUTRICIONAIS E  
ANTINUTRICIONAIS DE SEMENTES DE FRUTOS DO  
CERRADO**

Goiânia  
2015



**Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TEDE) na Biblioteca Digital da UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás-UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações - BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**      ☒ **Dissertação**      ☐ **Tese**

**2. Identificação da Tese ou Dissertação**

Autor(a):	Patrícia Almeida de Araújo Abreu		
CPF:	012410151-80	E-mail:	patricia_abreu86@hotmail.com
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
Vínculo Empregatício do autor			
Agência de fomento:	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	Sigla:	CAPES
País:	Brasil	UF:	GO
CNPJ:	01567601/001-43		
Título:	CARACTERIZAÇÃO DOS FATORES NUTRICIONAIS E ANTINUTRICIONAIS DE SEMENTES DE FRUTOS DO CERRADO		
Palavras-chave:	Co-produto, tratamento térmico, sementes, frutos do Cerrado		
Título em outra língua:	Characteristics of factors nutrition and antinutritional fruit seed of Cerrado		
Palavras-chave em outra língua:	Co-product, heat treatment, seeds, fruits of the Cerrado		
Área de concentração:	Ciência e Tecnologia de Alimentos		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	08/05/2015		
Programa de Pós-Graduação:	Ciência e Tecnologia de Alimentos		
Orientador(a):	Clarissa Damiani		
CPF:	278957918-00	E-mail:	damianiclarissa@hotmail.com
Co-orientador(a):	Flávio Alves da Silva		
CPF:	546831901-25	E-mail:	flaviocamp@gmail.com
Co-orientador(a):	Armando García Rodríguez		
CPF:	706034481-00	E-mail:	armandogr@ufg.br

**3. Informações de acesso ao documento:**

Liberação para disponibilização?<sup>1</sup>      ☒ **total**      ☐ **parcial**

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação. O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Patrícia Almeida de A. Abreu  
Assinatura do(a) autor(a)

Data: 15/12/15

<sup>1</sup> Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

PATRÍCIA ALMEIDA DE ARAÚJO ABREU

**CARACTERIZAÇÃO DOS FATORES NUTRICIONAIS E  
ANTINUTRICIONAIS DE SEMENTES DE FRUTOS DO  
CERRADO**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação, em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como exigência para a obtenção do título de Mestre.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Clarissa Damiani

**Coorientadores:** Prof. Dr. Flávio Alves da Silva e  
Prof. Dr. Armando García Rodríguez

Goiânia  
2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Almeida de Araújo Abreu, Patrícia  
CARACTERIZAÇÃO DOS FATORES NUTRICIONAIS E  
ANTINUTRICIONAIS DE SEMENTES DE FRUTOS DO CERRADO  
[manuscrito] / Patrícia Almeida de Araújo Abreu. - 2015.  
CLVII, 157 f.

Orientador: Profa. Dra. Clarissa Damiani; co-orientador Dr. Flávio  
Alves da Silva; co-orientador Dr. Armando García Rodríguez.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de  
Agronomia (EA) , Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos, Goiânia, 2015.

Inclui tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. co-produto. 2. tratamento térmico. 3. sementes. 4. frutos do  
Cerrado. I. Damiani, Clarissa, orient. II. Alves da Silva, Flávio, co  
orient. III. Título.

*Dedico este trabalho...*

*Aos guerreiros...*

*Verdadeiros sábios...*

*Meus avós...*

*Vovô Walfrido,*

*Vovó Maria (in memorian),*

*Vovô Damásio (in memorian) e*

*Vovó Honorina.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter escolhido esse caminho para mim e ter me capacitado a superar cada obstáculo;

À minha mãe, Rosemary Almeida de Araújo Abreu, por não ter medido esforços para que eu pudesse ter chegado aqui e pelo incansável incentivo à minha total dedicação aos estudos. Obrigada mãe!

Ao meu pai, Mem de Sá Abreu. Obrigada pai pelo grande exemplo de determinação e honestidade, e pelo grande incentivo aos meus estudos!

Ao meu querido e amado irmão, Renato Almeida de Araújo Abreu, com certeza meu maior exemplo de disciplina aos estudos. Hoje, posso dizer que sei que este caminho há escolhas e grandes renúncias. Obrigada irmão pelo incentivo!

Por mais que eu escrevesse mil páginas... jamais descreveria... **A importância** que vocês têm na minha vida... **O amor... O orgulho** que sinto por vocês;

Ao meu amor, Eduardo Barbosa Santos. Obrigada pela paciência em vários momentos de minha ausência e estresse;

À Universidade Federal de Goiás, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e aos professores, pela oportunidade de realização do Mestrado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo;

À professora, Dr<sup>a</sup> Clarissa Damiani, minha orientadora. Obrigada pela disposição em me orientar;

Ao meu coorientador, professor Dr. Flávio Alves da Silva, pelo incentivo e disposição em me orientar;

Ao meu coorientador, professor Dr. Armando García Rodríguez. Obrigada pela disposição em me orientar e grande auxílio com as análises;

Ao professor Dr. Eduardo Ramirez Asquieri, por ter cedido gentilmente o Laboratório de Bioquímica de Alimentos, da Faculdade de Farmácia/UFG. Obrigada professor pelos conhecimentos repassados com tamanha tranquilidade e paciência;

À professora, Dr<sup>a</sup> Eli Regina Barboza de Souza, pelo incentivo, sempre dado com muita simpatia;

À Dr<sup>a</sup> Muza do Carmo Vieira, pelo apoio e grandes conselhos;

À professora, Dr<sup>a</sup> Kátia Flávia Fernandes, por ter cedido o LQP (Laboratório de Química de Proteínas) para a realização das análises de antinutricionais;

À empresa Frutos do Brasil, por ter doado as sementes para realização das análises. Também, ao Sr. Clóvis, pela atenção prestada a mim e ao grande carinho pelo Cerrado;

À Msc. e doutoranda Aline Gomes de Moura e Silva, por me auxiliar em vários momentos de dúvidas. Obrigada Aline, você é o anjo que Deus enviou para me ajudar!

Às minhas grandes amigas com quem aprendi muito, Mara Núbia Guimarães dos Santos, obrigada por me acalmar em vários momentos de angústias e no auxílio com as análises de potencial antioxidante; Ladyslene Christhyns de Paula, obrigada pelos conselhos e ensinamentos repassados;

À Bruna, grande amiga, pelo grande apoio durante vários momentos de minha vida. Obrigada Bruninha querida... pelo incentivo à “Patícia”;

À Msc. e doutoranda Lismaíra Gonçalves Caixeta Garcia, pelos conhecimentos repassados;

À Dr<sup>a</sup> Karla Batista e aos alunos do ICB Bruna e Lucas, pelo auxílio com as análises de antinutricionais;

Ao Marcus Vinícius Santana, pelo auxílio com a análise estatística;

E, é claro, à minha cachorrinha, Raika Luiza por ter aliviado minhas tensões com momentos de brincadeiras...mesmo após um dia extenso e cansativo.

*“Aqueles que saíram chorando,  
levando a semente para semear,  
voltarão cantando, cheios de alegria,  
trazendo nos braços os feixes da colheita.”*

*Salmo 126.6*



## RESUMO

Dentre as espécies nativas de importância no Cerrado brasileiro, destacam-se a cagaiteira (*Eugenia dysenterica*), mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trecul) e a mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). A utilização de sementes como co-produtos torna-se alternativa para a redução do lixo orgânico, podendo ser incorporado em formulações de diversos produtos alimentícios. Desta forma objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito do tratamento térmico sobre as propriedades funcionais tecnológicas, as características nutricionais e os fatores antinutricionais de farinhas de sementes de frutos do Cerrado, a saber, cagaita, mama-cadela e mangaba, submetidas à secagem a 60 °C e às torras a 110 °C e 130 °C durante 10, 20 e 30 minutos, comparando-as à semente *in natura*. Avaliou-se as características físico-químicas (cor, índice de absorção em água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), índice de absorção em óleo (IAO), índice de absorção em leite (IAL) e índice de solubilidade em leite (ISL), atividade de água, pH, sólidos solúveis, acidez titulável total, composição centesimal, valor energético total, compostos fenólicos, potencial antioxidante, perfil de minerais, compostos cianogênicos, taninos, fitatos e inibidores de tripsina). O tratamento térmico influenciou, significativamente, nos diferentes compostos presentes nas farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba. Nas amostras analisadas não foi detectada presença de compostos cianogênicos. O tratamento térmico reduziu a quantidade de inibidores de tripsina das amostras, de farinhas de sementes de cagaita e mangaba, em comparação com a amostra *in natura*. Também, influenciou na diminuição do teor de fitatos de todas as amostras analisadas. Em contrapartida, o tratamento térmico intensificou os teores de taninos em todas as farinhas avaliadas. Concluiu-se, portanto, que as farinhas de sementes pesquisadas apresentaram bom valor nutritivo, presença de quantidades significativas de minerais da Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos, gestantes e crianças, exibiram compostos bioativos e demonstraram atividade antioxidante, além de sua utilização ser alternativa para a indústria de alimentos, por apresentarem características de absorção, em água, óleo e leite, e de solubilidade, em água e leite.

**Palavras-chaves:** co-produto, tratamento térmico, sementes, frutos do Cerrado.

## ABSTRACT

Among the native species of importance in the Brazilian Cerrado, stand out cagaiteira (*Eugenia dysenterica*), mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trécul) and mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). The use of seeds as co-products becomes alternative for the reduction of organic waste, may be incorporated into formulations of various food products. Thus objective with this study was to evaluate the effect of heat treatment on the technological functional properties, nutritional characteristics and anti-nutritional factors of Cerrado fruits seed meal, namely cagaita, mama-cadela and mangaba submitted to drying at 60 °C and roasts to 110 °C and 130 °C for 10, 20 and 30 minutes compared to the seed *in nature*. We evaluated the physical-chemical characteristics (color, water absorption index (WAI), water solubility index (WSI), oil absorption index (OAI), milk absorption index (MAI), and milk solubility index (MSI), water activity, pH, soluble solids, total acidity, chemical composition, total energy intake, phenolic compounds, antioxidant potential, mineral profile, cyanogenic compounds, tannins, phytates and trypsin inhibitors). The heat treatment influenced significantly in the different compounds present in cagaita seed meal, mama-cadela and mangaba. In the samples was not detected the presence of cyanogenic compounds. The heat treatment decreased the amount of trypsin inhibitors from samples, and the cagaita mangaba seed meal, compared with the sample *in nature*. Also influenced the decrease in the phytate content of all samples. In contrast, the thermal treatment increased tannin levels in all evaluated flours. It was concluded, therefore, that the surveyed seed meal has good nutritive value, the presence of significant amounts of minerals from the Recommended Daily Intake (RDI) for adults, pregnant women and children, exhibited bioactive compounds and showed antioxidant activity, and its use is alternatively for the food industry because it has absorption characteristics in water, oil and milk, and solubility in water and milk.

**Keywords:** co-product, heat treatment, seeds, fruits of the Cerrado.

## LISTA DE EQUAÇÕES

### **PARTE 2**

Equação 1	Cálculo do índice de absorção em água.....	52
Equação 2	Cálculo do índice de solubilidade em água.....	52
Equação 3	Cálculo do índice de absorção em leite.....	52
Equação 4	Cálculo do índice de solubilidade em leite.....	53
Equação 5	Cálculo do índice de absorção em óleo.....	53
Equação 6	Cálculo de % de descoloração de DPPH.....	76
Equação 7	Cálculo de % de descoloração de DPPH.....	100
Equação 8	Cálculo de % de descoloração de DPPH.....	123
Equação 9	Cálculo da unidade enzimática.....	145

## LISTA DE FIGURAS

### PARTE 1

Figura 1	Localização do Cerrado no Brasil.....	17
Figura 2	Fotografias de representação da Cagaiteira: árvore; frutos; semente no interior do fruto.....	19
Figura 3	Fotografias de representação da Mama-cadela: árvore; frutos; semente.....	21
Figura 4	Fotografias de representação da Mangabeira: árvore; frutos; semente no interior do fruto.....	23

### PARTE 2

Figura 5	Fluxograma do processamento de farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba.....	50
Figura 6	Fluxograma de processamento de farinhas de sementes de cagaita.....	73
Figura 7	Fluxograma de processamento de farinhas de sementes de mama-cadela.....	97
Figura 8	Fluxograma de processamento de farinhas de sementes de mangaba....	120
Figura 9	Fluxograma de processamento de farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba.....	143
Figura 10	Teste de Guignard em sementes <i>in natura</i> de cagaita, mangaba, mama-cadela e ameixa.....	146

## LISTA DE TABELAS

### PARTE 2

Tabela 1	Valores de cromaticidade L*, a* e b* em farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	55
Tabela 2	Índice de absorção em água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), índice de absorção em óleo (IAO), índice de absorção em leite (IAL) e índice de solubilidade em leite (ISL) de farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	55
Tabela 3	Índice de absorção em água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), índice de absorção em óleo (IAO), índice de absorção em leite (IAL) e índice de solubilidade em leite (ISL) de farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	60
Tabela 4	Índice de absorção em água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), índice de absorção em óleo (IAO), índice de absorção em leite (IAL) e índice de solubilidade em leite (ISL) de farinhas de sementes de mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	60
Tabela 5	Valores de atividade de água em farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	61
Tabela 6	Teores de pH, acidez titulável total, em ácido cítrico, e sólidos solúveis em farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	77
Tabela 7	Composição proximal de farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	79
Tabela 8	Determinação do potencial antioxidante, para diferentes extratos, em farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	81
Tabela 9	Compostos fenólicos totais em farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	83
Tabela 10	Perfil de minerais em farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	85
Tabela 11	Teores de pH, acidez titulável total em ácido cítrico e sólidos solúveis em farinhas de sementes mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	101
Tabela 12	Composição proximal de farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	103
Tabela 13	Determinação do potencial antioxidante, para diferentes extratos, em farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	106
Tabela 14	Compostos fenólicos totais em farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	107
Tabela 15	Perfil de minerais em farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	109
Tabela 16	Teores de pH, acidez titulável total em ácido cítrico e sólidos solúveis em farinhas de sementes de mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	124
Tabela 17	Composição proximal de farinhas de sementes de mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	126

Tabela 18	Determinação do potencial antioxidante em farinhas de sementes de mangaba para diferentes extratos, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	128
Tabela 19	Compostos fenólicos totais em farinhas de sementes de mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	129
Tabela 20	Teor de minerais em farinhas de sementes de mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.....	132
Tabela 21	Teores de inibidores de tripsina (UTI/mg amostra) das farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba submetidas à diferentes tratamentos térmicos.....	148
Tabela 22	Teores de fitatos (mg/g) das farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba, submetidas à diferentes tratamentos térmicos.....	150
Tabela 23	Concentração de taninos em farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba submetidas à diferentes tratamentos térmico.....	151

## SUMÁRIO

### PARTE 1

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>17</b>
2.1	FRUTOS DO CERRADO.....	17
2.2	CAGAITA.....	18
2.3	MAMA-CADELA.....	20
2.4	MANGABA.....	21
2.5	APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS.....	23
2.6	CONSUMO DE SEMENTES.....	24
2.7	COMPOSTOS BIOATIVOS DOS ALIMENTOS.....	27
2.8	FATOR ANTINUTRICIONAL DOS ALIMENTOS.....	28
2.9	SECAGEM E SEUS EFEITOS NOS ALIMENTOS.....	31
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>

### PARTE 2

<b>3</b>	<b>PROPRIEDADES FUNCIONAIS TECNOLÓGICAS DE FARINHAS DE SEMENTES DE FRUTOS DO CERRADO.....</b>	<b>47</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>47</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>48</b>
3.1	INTRODUÇÃO.....	49
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3.2.1	Matéria-prima.....	50
3.2.2	Processamento da matéria-prima.....	50
3.2.3	Análises funcionais tecnológicas.....	51
3.2.3.1	Cor.....	51
3.2.3.2	Índice de absorção em água.....	52
3.2.3.3	Índice de solubilidade em água.....	52
3.2.3.4	Índice de absorção em leite.....	52
3.2.3.5	Índice de solubilidade em leite.....	53
3.2.3.6	Índice de absorção em óleo.....	53
3.2.3.7	Atividade de água.....	53
3.2.4	Análise estatística.....	53
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
3.4	CONCLUSÃO.....	62
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>64</b>
<b>4</b>	<b>CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE FARINHAS DE SEMENTES DE CAGAITA (<i>Eugenia dysenterica</i>) SUBMETIDAS À DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM.....</b>	<b>69</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>69</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>70</b>
4.1	INTRODUÇÃO.....	71
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	72
4.2.1	Matéria-prima.....	72

<b>4.2.2</b>	<b>Processamento da matéria-prima.....</b>	<b>72</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Análises químicas.....</b>	<b>74</b>
4.2.3.1	Potencial hidrogeniônico (pH) .....	74
4.2.3.2	Acidez titulável total.....	74
4.2.3.3	Sólidos solúveis.....	74
4.2.3.4	Umidade.....	74
4.2.3.5	Cinzas.....	75
4.2.3.6	Proteínas.....	75
4.2.3.7	Lipídeos totais.....	75
4.2.3.8	Carboidratos totais.....	75
4.2.3.9	Valor energético total.....	75
4.2.3.10	Compostos fenólicos.....	75
4.2.3.11	Potencial antioxidante.....	75
4.2.3.12	Perfil de minerais.....	76
<b>4.2.4</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>76</b>
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
4.4	CONCLUSÃO.....	87
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>88</b>
<b>5</b>	<b>CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE FARINHAS DE SEMENTES DE MAMA-CADELA (<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trecul) SUBMETIDAS À DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM.....</b>	<b>93</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>93</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>94</b>
5.1	INTRODUÇÃO.....	95
5.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	96
<b>5.2.1</b>	<b>Matéria-prima.....</b>	<b>96</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Processamento da matéria-prima.....</b>	<b>96</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Análises químicas.....</b>	<b>98</b>
5.2.3.1	Potencial hidrogeniônico (pH) .....	98
5.2.3.2	Acidez titulável total.....	98
5.2.3.3	Sólidos solúveis.....	98
5.2.3.4	Umidade.....	98
5.2.3.5	Cinzas.....	99
5.2.3.6	Proteínas.....	99
5.2.3.7	Lipídeos totais.....	99
5.2.3.8	Carboidratos totais.....	99
5.2.3.9	Valor energético total.....	99
5.2.3.10	Compostos fenólicos.....	99
5.2.3.11	Potencial antioxidante.....	99
5.2.3.12	Perfil de minerais.....	100
<b>5.2.4</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>100</b>
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	100
5.4	CONCLUSÃO.....	110
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>112</b>



<b>6</b>	<b>CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE FARINHAS DE SEMENTES DE MANGABA (<i>Hancornia speciosa</i> Gomes) SUBMETIDAS À DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM.....</b>	<b>117</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>117</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>118</b>
6.1	INTRODUÇÃO.....	119
6.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	120
<b>6.2.1</b>	<b>Matéria-prima.....</b>	<b>120</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Processamento da matéria-prima.....</b>	<b>120</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Análises químicas.....</b>	<b>121</b>
6.2.3.1	Potencial hidrogeniônico (pH).....	121
6.2.3.2	Acidez titulável total.....	122
6.2.3.3	Sólidos solúveis.....	122
6.2.3.4	Umidade.....	122
6.2.3.5	Cinzas.....	122
6.2.3.6	Proteínas.....	122
6.2.3.7	Lipídeos totais.....	122
6.2.3.8	Carboidratos totais.....	122
6.2.3.9	Valor energético total.....	123
6.2.3.10	Compostos fenólicos.....	123
6.2.3.11	Potencial antioxidante.....	123
6.2.3.12	Perfil de minerais.....	123
<b>6.2.4</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>124</b>
6.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	124
6.4	CONCLUSÃO.....	133
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>134</b>
<b>7</b>	<b>EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO SOBRE OS NÍVEIS DE FATORES ANTINUTRICIONAIS EM FARINHAS DE SEMENTES DE FRUTOS DO CERRADO.....</b>	<b>139</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>139</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>140</b>
7.1	INTRODUÇÃO.....	141
7.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	142
<b>7.2.1</b>	<b>Matéria-prima.....</b>	<b>142</b>
<b>7.2.2</b>	<b>Processamento da matéria-prima.....</b>	<b>142</b>
<b>7.2.3</b>	<b>Análises dos fatores antinutricionais.....</b>	<b>144</b>
7.2.3.1	Compostos cianogênicos.....	144
7.2.3.2	Inibidor de tripsina.....	144
7.2.3.3	Fitatos.....	145
7.2.3.4	Taninos.....	145
<b>7.2.4</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>146</b>
7.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	146
7.4	CONCLUSÃO.....	152
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>153</b>

## **PARTE 1**

### **1 INTRODUÇÃO**

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, caracterizado por possuir grande variedade em sua fauna e flora (COSTA, 2011), ocupa cerca de 1.036.877 km<sup>2</sup> do território brasileiro (BRASIL, 2011). Seus frutos desempenham papel importante na sustentabilidade da região e são utilizados na culinária em diversas preparações, conhecidos pelo sabor e aroma peculiar, valor nutricional agregado e grande disponibilidade de nutrientes.

Em meio a esses frutos, a cagaita, mangaba e mama-cadela ganham destaque no Cerrado, sendo aproveitadas raízes, cascas, folhas e flores, tratando, segundo a cultura popular, diversas doenças. Segundo pesquisa sobre plantas do Cerrado, no Mercado Municipal de Teresina, Piauí, a folha e flor da cagaita são vendidos para tratamentos cardíacos; casca, raiz e folhas de mama-cadela são utilizadas para gripe, sinusite e febre; da mangaba é comercializada a folha e raiz para cólica menstrual, luxações e hipertensão (CONCEIÇÃO et al., 2011). Os frutos são altamente nutritivos, sendo ricos em vitaminas, minerais e atividade antioxidante.

A cagaita é apreciada por ser fonte de vitamina C, ter alta quantidade em água, consequentemente, apresenta baixo valor calórico (CARDOSO et al., 2011). A mangaba é fonte de vitamina C e vitamina E, possuindo carotenóides, sendo o  $\beta$ -caroteno a classe mais representativa (CARDOSO et al., 2014); já a mama-cadela, oferece compostos para o tratamento do vitiligo e elevados teores de compostos fenólicos (PEREIRA et al., 2006; ROCHA et al., 2011).

Dentre as partes dos frutos, as sementes compõem grande parte dos resíduos orgânicos de indústrias alimentícias. O aproveitamento de resíduos orgânicos tem ganhado destaque em pesquisas, a fim de diminuir os impactos negativos à natureza e suprir necessidades nutricionais dos consumidores.

Sementes de cagaita possuem excelente atividade antioxidante e teores significativos de compostos fenólicos (ROESLER et al., 2007), já as sementes de mangaba têm sido pesquisadas para a utilização em processos biotecnológicos (ARAÚJO et al., 2011; SOUZA;

AQUINO, 2012) e a semente de mama-cadela possui grande quantidade de carboidratos (51,54%) e da proteína globulina (BALERONI et al., 2002).

A caracterização dos componentes dos co-produtos da agroindústria de frutos, como as sementes, é importante para a compreensão do valor nutritivo e para o aproveitamento destas porções nutritivas que seriam desprezadas, durante o processamento em indústrias.

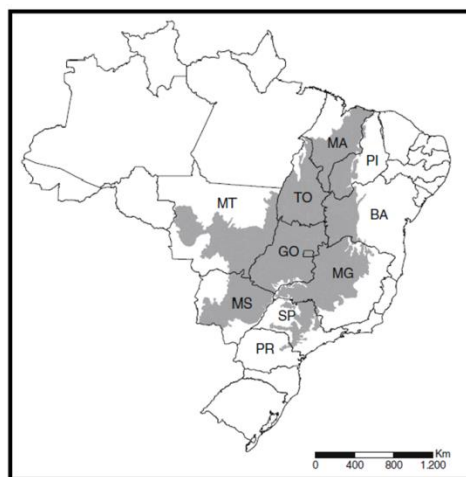
Com base neste contexto, este estudo objetivou estudar a composição nutricional e antinutricional, além de avaliar as atividades funcionais tecnológicas, de sementes dos frutos do Cerrado, a saber, mangaba, cagaita e mama-cadela, com intuito de sua utilização em diversos produtos alimentícios (nutracêuticos) como forma de enriquecimento e o aproveitamento integral destes, minimizando o lixo orgânico.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 FRUTOS DO CERRADO

O Cerrado ocupa cerca de 1.036.877 km<sup>2</sup> do território brasileiro (BRASIL, 2011). No Brasil, abrange todo estado de Goiás e Distrito Federal, a maioria do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Tocantins, partes do oeste de Minas Gerais e Bahia, partes do sul do Maranhão e Piauí e pequenas partes de São Paulo e Paraná. Pode ser encontrado, também, em parte do Paraguai e da Bolívia (SANO et. al., 2010).

A localização do Cerrado, no Brasil, está representada na Figura 1.



**Figura 1.** Localização do Cerrado no Brasil. Fonte: SANO et. al., 2010.

O Cerrado brasileiro possui divisa com os principais sistemas ecológicos, sendo estes a bacia Amazônica, no norte, o Chaco e o Pantanal, no oeste, a Caatinga, no nordeste, e a Mata Atlântica no leste e sul. O clima é considerado quente, semiúmido e sazonal e possui as três principais bacias hidrográficas do Brasil, que são Amazonas, São Francisco e Paraguai (COSTA, 2011).

O Cerrado fornece frutas com características sensoriais peculiares e altas concentrações de nutrientes, desempenhando papéis econômicos e nutricionais, por meio da comercialização e consumo (CARDOSO et al., 2011).

As frutas nativas são vendidas em feiras da região Centro-Oeste, às margens das rodovias, nas Centrais de Abastecimento (CEASAS) e em redes de supermercados, com boa aceitação pelo consumidor. São consumidas *in natura* ou utilizadas na produção de doces, geleias, sucos, sorvetes e licores. As árvores nativas apresentam baixo custo de implantação e

manutenção do pomar, estando adaptadas aos solos locais e, praticamente, não necessitam de insumos químicos, facilitando a oferta da disponibilidade de nutrientes (EMBRAPA, 2006).

Dentre os frutos do Cerrado, a cagaita, a mangaba e a mama-cadela, merecem destaque, devido ao seu valor nutricional e aproveitamento integral para a agroindústria.

## 2.2 CAGAITA

A cagaiteira (*Eugenia dysenterica*), árvore frutífera da família Myrtaceae, encontrada no Cerrado brasileiro, possui potencial ornamental e econômico, de porte médio, crescimento lento, atingindo altura média de 5 metros aos 12 anos de idade (SOUZA, 2006). No Cerrado, pode-se encontrar, na família Myrtaceae, as frutas gabioba, pitanga, pera-do-cerrado, araçá e cagaita (FERREIRA, 1972).

Cagaiteiras possuem menor frutificação em plantas novas, porém o desenvolvimento e maturação dos frutos são considerados rápidos, incidindo entre 30 e 40 dias, após a antese das flores, concordando com o período chuvoso (SOUZA et al., 2008). Caracterizada como altamente produtiva, há árvores que, na mesma safra, produz até 1500 frutos (BRASIL, 2008).

Os frutos, denominados de cagaita, caem maduros no fim de setembro e início de outubro, e são considerados bagas globosas e suculentas, de cor amarelo clara, sabor agradável e levemente ácido, possuindo 2 a 3 cm de diâmetro, podendo conter de 1 a 3 sementes brancas, medindo de 0,8 a 2,0 cm de diâmetro (BRASIL, 2008; EMBRAPA, 2006).

Os frutos maduros apresentam alto rendimento, porém são altamente perecíveis, por possuir casca frágil e fermentar com facilidade, quando exposta ao sol, devendo ser consumidos imediatamente. A polpa da cagaita tem alta umidade e baixo valor energético, sendo considerada fonte de vitamina C e contribuindo para o fornecimento de vitamina A e folatos (CARDOSO et al., 2011) e as sementes, também, constituem elevado teor de água (DUARTE et al., 2006).

Por possuir caráter perecível e causar efeito laxativo, seu consumo, pelas populações locais, é relativamente pequeno em relação às outras espécies frutíferas do Cerrado, no entanto, apresenta boa fonte de vitamina B2, cálcio, magnésio, ferro, ácidos graxos saturados e monoinsaturados (EMBRAPA, 2006).

A cagaita é utilizada na culinária na produção de compotas de doces, pudins, geleias, sorvetes, refrescos, sucos, licores (BRASIL, 2008), vinhos (OLIVEIRA et al., 2011), vinagre e álcool (CORRÊA, 1984).

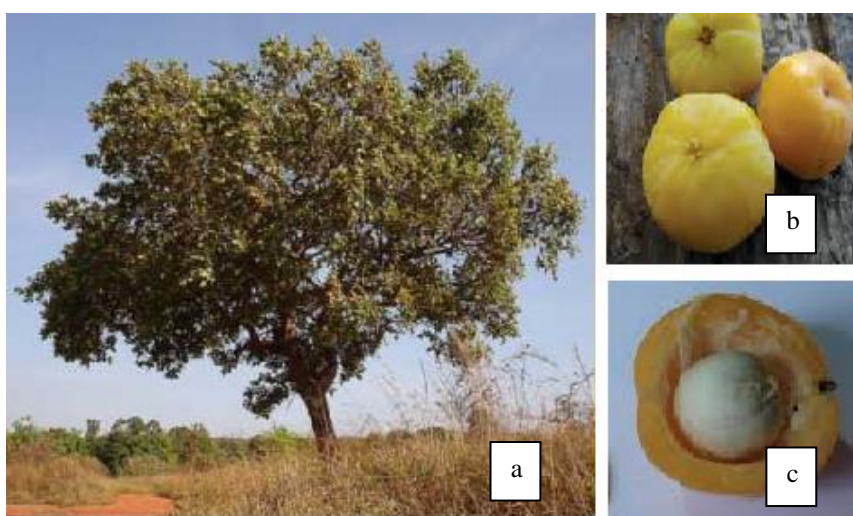
Dentre outras utilidades da cagaiteira, há o aproveitamento da madeira do caule, como lenha, carvão e mourão; a casca é aplicada nas indústrias de curtume (CORRÊA, 1984) e de cortiça (MACEDO, 1991). Na medicina popular, as folhas servem para tratamentos do coração (BRANDÃO, 1991), diabetes e icterícia (BRANDÃO; FERREIRA, 1991; RIBEIRO; SILVA; FONSECA, 1992). Popularmente, a cagaiteira oferece, como tratamento alternativo, ação antidiarreica que é encontrada nas cascas (BRASIL, 2008) e folhas (BRANDÃO, 1991).

Em pesquisa, o óleo extraído das folhas da cagaiteira foi ativo contra oito espécies de *Cryptococcus*, fungo causador de infecções em portadores da Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS) (COSTA et al., 2000).

Estudo da atividade antioxidante de polpa, semente e cascas dos frutos do Cerrado, araticum, banha de galinha, cagaita, lobeira e pequi, comprovou que as sementes da cagaita, em extrato etanólico, possuem excelente atividade antioxidante (ROESLER et al., 2007).

Jorge, Moreno e Bertanha (2010) avaliaram sementes de cagaita, secas a 35 °C, e concluíram que estas são importantes fontes de carboidratos (59,40%), possuem excelente atividade antioxidante, alto conteúdo de compostos fenólicos e, foram encontrados quantidades significativas de ácidos graxos oléico e linoléico.

Na Figura 2, pode ser visualizado a Cagaiteira, seus frutos e sementes.



**Figura 2.** Fotografias de representação da Cagaiteira: a) árvore; b) frutos; c) semente no interior do fruto. Fonte: Figura 2-a) TATAGIBA; Figura 2-b) DODESIGN-S; Figura 2-c) WIKIMEDIA.

### 2.3 MAMA-CADELA

A mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trecul), da família das Moraceae, pode ser chamada de aítá, amapá, apê, algodão, algodãozinho, algodão do campo, apê do sertão, espinho de vintém, amoreira do mato, conduri, conduro, conduru, inharé, inhoré, mamica-de-cadela, mama-cadela, marjejum, manacá-do-campo, mamica-de-cachorro, mururerana ou tapireí, dependendo da localização (POZETTI, 2005). As frutas, mais comuns, que também fazem parte da família das Moraceae são: jaca, fruta-pão, figo, gameleira, mata-pau e amora (OLIVEIRA; MARTINS, 1997).

A mama-cadela distribui-se no Cerrado típico, Cerradão e Mata Mesofítica, nos Estados do Amazonas, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Piauí, São Paulo, Tocantins e Distrito Federal. Sua árvore, ou arbusto, pode chegar até quatro metros de altura (ALMEIDA et al., 1998).

Seus frutos são do tipo drupa e apresentam, quando maduros, cor amarelo-alaranjada, com superfície verrucosa e polpa carnosa de sabor adocicado, possuindo semente de tonalidade creme (FARIA et al., 2009). Podem medir de quatro a cinco centímetros de diâmetro e ser colhidos entre setembro à novembro, apresentando até duas sementes por fruto, podendo, seu consumo, ser na forma *in natura*, ou processado como doces e sorvetes (ALMEIDA et al., 1998).

Rocha et al. (2011) encontraram, na mama-cadela, elevados teores de compostos fenólicos totais, de estrutura mais simples como ácidos fenólicos e taninos. Em estudo comparativo de espécies florestais, a semente da mama-cadela apresentou maiores quantidades de carboidratos (51,54%) e da proteína globulina (250 mg/g), em relação às sementes de chichá-do-cerrado (*Sterculia striata* St. Hil. Et Naud) (15% e 135,3 mg/g), marolo arbóreo (*Annona crassiflora* Mart.) (31% e 68,5 mg/g), marolo rasteiro (*Annona dióica* St. Hil.) (12% e 43,3 mg/g) e imbuia (*Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso) (16,2% e 6 mg/g) (BALERONI et al., 2002).

A *Brosimum gaudichaudii* é caracterizada pela produção, em abundância, de látex e suas raízes, casca do caule e folhas são utilizadas na medicina popular (LORENZI; MATOS, 2002), possuindo grande valor na indústria de medicamentos (JACOMASSI; MOSCHETA; MACHADO, 2007). Os extratos de suas raízes, folhas e casca do caule são muito utilizados para o tratamento de doenças da pele, como o vitiligo (PEREIRA et al., 2006), também contra gripes, bronquites, má circulação e como depurativo do sangue (RODRIGUES; CARVALHO, 2001).

A Figura 3 segue a representação da árvore, frutos e semente da mama-cadela.



**Figura 3.** Fotografias de representação da Mama-cadela: a) árvore; b) frutos; c) semente. Fonte: Figura 3-a/b) TUASAUDE; Figura 3-c) SEMENTESDOXINGU.

## 2.4 MANGABA

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) é árvore frutífera da família Apocynaceae, encontrada nas regiões Sudeste, Norte, Centro-Oeste e Nordeste, com abundância nas áreas de tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas da região Nordeste (VIEIRA NETO et al., 2002). É comumente encontrada em ambientes considerados pouco propícios ao desenvolvimento de plantas, como áreas de encostas e solos pedregosos, provavelmente, devido há menor ocorrência de fogo e do gado nestes locais. Apresenta, em média, 5 metros de altura, podendo chegar até 10 metros (GANGA et al., 2010).

Seu fruto é do tipo baga arredondada, variando de 2,5 a 6 cm, de cor amarelo com manchas avermelhadas, quando maduro, apresentando geralmente de 2 a 15 sementes, podendo chegar a 30 em uma única mangaba (CAPINAN, 2007). Suas sementes são classificadas como recalcitrantes, não tolerando o ressecamento, perdendo seu poder germinativo tão logo são retiradas dos frutos. Logo, devem ser plantadas em até 4 dias (EMBRAPA, 2009). No Cerrado, a mangaba possui safra anual, de outubro à dezembro, e alguns frutos temporãos, fora dessa época, os quais amolecem, rapidamente, após a maturação (SILVA et al., 2001).

Há diferenças fenotípicas, com relação à cor dos frutos, alterando de acordo com suas variedades botânicas, entre verdes claros à escuros. As árvores maiores possuem maior produção de frutos, os quais podem ser mais pesados (GANGA et al., 2010).



A mangaba possui sabor característico e agradável, tendo maior consumo no Nordeste e menor no Centro-Oeste, provavelmente, pela falta de divulgação e oferta. A fruta é consumida *in natura* ou na forma de sucos, picolés, sorvetes, doces, geleias e licores (EMBRAPA, 2006; VIEIRA NETO et al., 2002).

A mangaba possui alto teor de fibras, quantidades semelhantes à tangerina e pera, concluindo que o seu consumo auxilia no controle do índice glicêmico e do peso. Também, é apreciada por ser fonte de vitamina C, D e E sendo indicado para crianças. Também possui carotenoides, com destaque para o  $\beta$ -caroteno (CARDOSO et al., 2014). O  $\beta$ -caroteno, conhecido como provitamina A, quando ingerido, pode ser convertido em vitamina A, possuindo ação antioxidante e regulando o crescimento celular (GALLAGHER, 2005).

Na medicina popular, a casca da mangaba é conhecida por possuir ação adstringente, cujo látex é empregado contra inflamações, diarreia, tuberculose, úlceras e herpes e o chá da folha utilizado para cólica menstrual (LIMA; SCARIOT, 2010).

A mangaba possui elevado teor de taninos, que são compostos fenólicos polimerizados, de natureza química variada, os quais podem estar associados ao potencial antioxidante dos alimentos, prevenindo o desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas. Porém, quando presente em quantidades excessivas, os taninos podem diminuir o valor nutricional da dieta. O que enriquece o potencial nutricional, dessa fruta, é apresentar baixas quantidades de lipídeos e elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados (EMBRAPA, 2006).

Sementes de mangaba foram utilizadas em experimentos, a fim de avaliar o enriquecimento protéico, por meio da fermentação e a possibilidade do aproveitamento no desenvolvimento de processos biotecnológicos (ARAÚJO et al., 2011; SOUZA; AQUINO, 2012). Neste estudo, farinhas de semente de mangaba, secas a 60 °C, por 8 horas, apresentaram 23,5% de lipídeos e 11,42% de proteína. Após fermentação com *Rhizopus oryzae*, fungo responsável pela produção de proteínas com elevada digestibilidade, a farinha de mangaba apresentou o dobro de metionina em relação à quantidade inicial (ARAÚJO et al., 2011), um aminoácido essencial obtido a partir da dieta, ou seja, não sintetizado pelo organismo humano (ETTINGER, 2005).

Na figura 4, as fotografias representativas da Mangabeira, seus frutos e sementes.



**Figura 4.** Fotografias de representação da Mangabeira: a) árvore; b) frutos; c) semente no interior do fruto. Fonte: Figura 4-a) TATAGIBA; Figura 4-b) UOL; Figura 4-c) SABOROSO AÇAÍ.

Popularmente, o consumo desses frutos, a saber, mangaba, cagaita e mama-cadela, dá-se principalmente na forma de polpa, contudo, a semente também pode ser consumida, constituindo mais uma alternativa de aproveitamento de co-produtos, sendo a possibilidade de enriquecimento de produtos alimentícios.

## 2.5 APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS

O processamento de frutas apresenta problemas relacionados ao descarte de resíduos que podem gerar problemas ambientais pela presença de substâncias de alto valor orgânico e fontes de nutrientes para micro-organismos (ABUD; NARAIN, 2009). Os resíduos descartados devem passar por tratamento e ser depositados em local adequado, a fim de evitar a poluição e estar de acordo com a legislação ambiental (PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007). Porém, a maioria dos resíduos, como cascas e sementes, podem ser utilizados nas indústrias de alimentos, por se tratar de materiais com alto valor nutricional.

Segundo Storck et al. (2013), os nutrientes da alimentação podem ser adquiridos por meio do aproveitamento integral dos alimentos, utilizando as cascas, talos, folhas e sementes. Os mesmos autores comprovaram o enriquecimento nutricional de diversas receitas com a utilização dessas partes de frutas, verduras e hortaliças.

As sementes possuem grande quantidade de fibras e óleos. Estudo feito com sementes de abóbora mostrou os benefícios deste resíduo descartado, sendo rico em proteínas, lipídeos, fibras, compostos bioativos e antinutricionais (VERONEZI; JORGE, 2012). Farinha de

semente de abóbora contém boa fonte de proteínas, lipídeos e fibras alimentares, considerada capaz de diminuir, significativamente, níveis de glicose e triglicerídeos séricos em ratos, usados em pesquisa experimental (CERQUEIRA et al., 2008).

Estudo utilizando os óleos extraídos de sementes de tomate, laranja, maracujá e goiaba, relataram que os mesmos possuem características físico-químicas semelhantes a alguns óleos comestíveis, podendo ser nova fonte de óleos para o consumo humano. Este estudo usou sementes que foram descartadas da produção de extratos, polpas e sucos concentrados, com o objetivo de minimizar o problema que esses resíduos podem gerar e proporcionar na utilização dos mesmos como matérias-primas para outros produtos alimentícios (KOBORI; JORGE, 2005).

Logo, partes como as sementes que seriam desprezadas, podem fornecer alimentação rica em nutrientes, além de diminuir os gastos com alimentação e reduzir os desperdícios, contribuindo para os custos das indústrias de processamento, poluição ambiental e problemas de saúde pública.

## 2.6 CONSUMO DE SEMENTES

Na composição química das sementes são encontrados os mesmos compostos de outras partes da planta. Dependendo do ambiente onde crescem, da adubação e fatores ambientais são capazes de alterar sua constituição, intensificando ou diminuindo a quantidade de cada componente (LIBERAL; COELHO, 1980). Entretanto, proteínas e lipídeos das sementes podem-se diferenciar na composição química e em suas propriedades, em relação a outras partes da planta (CARVALHO; NAKAGAWA, 1993).

Diversos estudos têm relatado os valores nutricionais encontrados em sementes e amêndoas de diversas espécies. A linhaça é uma semente que possui propriedades funcionais que atuam no crescimento, no desenvolvimento e na manutenção das funções normais do organismo humano. Substâncias presentes, em sua composição auxiliam no combate de doenças cardiovasculares e cânceres como o de mama. Também, reduzem o nível do colesterol, pois é fonte de fibras (MORAES et al., 2010).

De acordo com Moraes et al. (2010), a farinha de semente de linhaça é alternativa interessante na produção de pães, em substituição parcial da farinha de trigo, apresentando excelente quantidade de fibras e ácido linolênico.

Em estudo, utilizando extratos de semente de limão, Luzia e Jorge (2010) encontraram atividade antioxidante nestes, o que pode ser alternativa à indústria de alimentos como fonte de enriquecimento.

A semente de chia também já é consumida, quer seja inteira, ou na forma de farinha ou óleo. As sementes de chia têm sido estudadas e consideradas como boa fonte de óleo, proteínas, fibras, minerais e compostos fenólicos (AYERZA; COATES, 2004; CAPITANI et al., 2012; REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LÓPEZ, 2008). Seu óleo possui grande quantidade de ácidos graxos poli-insaturados, sendo o mais abundante o ácido linolênico, proporcionando inúmeros benefícios à saúde com a prevenção de doenças cardiovasculares, hipertensão e doenças inflamatórias (ALBERT et al., 2005; GARG et al., 2006). Há, também, nas sementes e óleo de chia, antioxidantes sendo eles tocoferóis, fitoesteróis, carotenóides (ÁLVAREZ-CHAVEZ et al., 2008; IXTAINA et al., 2011) e compostos fenólicos como a quercetina, todos desempenhando papéis importantes na prevenção de doenças (CAPITANI et al., 2012; REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LÓPEZ, 2008).

Vuksan et al. (2007, 2010) demonstraram, na semente de chia, benefícios relacionados à dislipidemia, inflamação, doenças cardiovasculares, homeostase da glicose e resistência à insulina, sem provocar danos à saúde.

Estudos têm sido realizados, também, com as sementes de cominho (*Cuminum cyminum*), a fim de confirmar sua ação antimicrobiana (ALLAHGHADRI et al., 2010), anticancerígena, antioxidante (GAGANDEEP et al., 2003) e antidiabética (DHANDAPANI, et al., 2002). Segundo Siow e Gan (2014), as sementes de cominho possuem grande quantidade de aminoácidos, podendo ser utilizado como ingrediente importante para produtos nutracêuticos ou para evitar danos oxidativos no organismo, bem como controlador dos níveis de glicose em paciente diabéticos.

O óleo da semente de mamona é utilizado para a fabricação de lubrificantes, tintas, plásticos, sabonetes, cosméticos e medicamentos para tratar inflamações na pele (OGUNNIYI, 2006) e artrites (KALAISELVI; ANURADHA; PARAMESWARI, 2003). Possui atividade anti-inflamatória, antioxidante (ILAVARASAN; MALLIKA; VENKATARAMAN, 2006; SAINI et al., 2010) e anti-diabética (RAO et al., 2010).

O consumo da semente de quinoa tem aumentado, devido aos seus inúmeros benefícios à saúde, pois há grande quantidade de flavonóides (REPO-CARRASCO-VALENCIA et al., 2010), óleo, proteínas, minerais, vitaminas e ácidos graxos (VEGA-GÁLVEZ et al., 2010). Além disso, possui propriedades antimicrobianas, antioxidantes, anti-

inflamatória, anti-tumoral e anti-cancerígenas, por conter ácidos fenólicos, flavonóides e taninos (BENAVENTE-GARCÍA; CASTILLO, 2008). Tang et al. (2015) pesquisaram as sementes de quinoa de cores brancas, vermelhas e pretas em extrato aquoso, evidenciando que as sementes mais escuras possuem maior concentração de compostos fenólicos, consequentemente, maior atividade antioxidante.

A jaca, pertence à família Moraceae, é encontrada em países tropicais, bem como no Brasil, Tailândia, Indonésia, Índia, Filipinas e Malásia (CHOWDHURY; RAMAN; MIAN, 1997). Seu fruto pode conter de 100 a 500 sementes, sendo pouco consumidas, como assadas ou cozidas no vapor (MADRUGA et al., 2014). A farinha das sementes de jaca pode ser utilizada para a fabricação de biscoitos, doces e pães (ALDANA et al., 2011; BOBBIO et al., 1978; MUKPRASIT; SAJJAANANTAKUL, 2004).

Madruga et al. (2014) extraíram amido de duas variedades de semente de jaca brasileira, e concluíram que os grânulos de amido são semelhantes aos presentes em cereais, sendo de excelente qualidade, constituindo alternativa conveniente para a indústria de alimentos, já que suas sementes são descartadas como resíduo.

O amaranto é um grão que contém proteínas de elevada qualidade, vitaminas, minerais, compostos fenólicos (ALVAREZ-JUBETE et al., 2010; KLIMCZAK; MALECKA; PACHOLEK, 2002; ROSA et al., 2009; SILVA-SÁNCHEZ et al., 2008) e flavonóides (REPO-CARRASCO-VALENCIA et al., 2010). Li et al. (2015) avaliaram folhas, caules, sementes, flores e brotos de três espécies de amaranto e concluíram que os fitoquímicos presentes nas amostras possuem antioxidantes pela presença de polifenóis.

A amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vog.), fruto típico do Cerrado, possui grande quantidade de lipídeos, proteínas e fibras, também, tem alto teor de potássio, fósforo e magnésio (TAKEMOTO et al., 2001).

Em pesquisa realizada por Sousa et al. (2011), foram torrados as amêndoas do baru, do pequi, do caju-do-cerrado e do amendoim, todos sendo alimentos com grande valor nutricional e energético. As amêndoas do baru e do pequi apresentaram conter alto teor de fibras, chamando a atenção para a semente do baru e do caju-do-cerrado, os quais possuem aminoácidos de excelente qualidade, sendo a amêndoa do baru com maior valor proteico em relação aos demais (SOUSA et al., 2011).

Logo, a ingestão de sementes tem sido prática entre os consumidores, sendo mercado bastante promissor. Aliar este mercado, ao consumo de sementes dos frutos do Cerrado, pode ser excelente alternativa para incrementar o valor nutricional de diversos produtos alimentícios.

## 2.7 COMPOSTOS BIOATIVOS DOS ALIMENTOS

Frutas, verduras, legumes e grãos integrais oferecem, à alimentação, quantidades significativas de componentes bioativos com funções importantes na prevenção de doenças, são as fibras, vitaminas, minerais e fitoquímicos (FALLER; FIALHO, 2009; LIU, 2003, 2004; SLAVIN, 2000). Dentre estes, destacam-se os fitoquímicos, devido apresentarem principais compostos bioativos das plantas.

Fitoquímicos são substâncias químicas, biologicamente ativas, originadas dos vegetais, como frutas, hortaliças, leguminosas, grãos integrais, nozes, sementes, fungos, ervas e condimentos. Agem nos vegetais como defesa natural para plantas hospedeiras, protegendo contra infecções e invasores microbianos, caracterizando, também, cores, aromas e sabores dos vegetais. Dá-se atenção maior a esses compostos, pois são responsáveis pela prevenção e tratamento de doenças crônicas (MATHAI, 2005).

Os fitoquímicos são divididos em classes, sendo as principais, terpenos, fenóis, tióis e lignanas. Os terpenos representam a classe de fitonutrientes mais abundantes dos vegetais, atuando como antioxidantes e contendo os carotenóides como sua principal subclasse. Os carotenóides são responsáveis pelos pigmentos amarelo, laranja e vermelho das plantas e, no organismo, podem reduzir riscos de cânceres (MATHAI, 2005).

Os compostos fenólicos, ou fenóis, são substâncias que contém um ou mais anéis aromáticos, com um ou mais substituintes hidroxílicos e grupos funcionais. Neste grupo, estão os ácidos fenólicos, flavonóides, estilbenos, cumarinas e taninos (LIU, 2004). Os flavonóides, que protegem os tecidos contra os danos dos radicais livres e da peroxidação dos lipídeos, e os isoflavonóides, os quais auxiliam na redução do risco cardíaco (MATHAI, 2005).

Os tióis estão associados à prevenção contra cânceres; já as lignanas, muito utilizadas na prevenção contra cânceres que interferem na produção de hormônios, principalmente, nas mulheres, são encontradas em grande quantidade nas sementes de linhaça (MATHAI, 2005).

Os fenólicos são encontrados em verduras, cereais, leguminosas, frutas, nozes e bebidas, como, vinho, cidra, cerveja, chá, cacau e outros. Quantidades de polifenóis variam entre cultivares da mesma espécie. Alguns deles dependem da luz para o seu desenvolvimento, assim, maiores quantidades desses compostos podem ser encontrados em folhas e partes exteriores das plantas. Demais causas como fatores genéticos, condições ambientais, germinação, grau de maturação, variedade, processamento e armazenamento atuam no teor de compostos fenólicos (BRAVO, 1998).

Os produtos do metabolismo secundário das plantas, ou os compostos fenólicos, participam de funções importantes na reprodução e crescimento dos vegetais, servindo de defesa em resposta ao ataque de parasitas, predadores e agentes patógenos e colaborando para a coloração das plantas. Como alimento, esses compostos podem reduzir doenças crônicas (LIU 2007).

Os compostos fenólicos, também, possuem capacidade antioxidante, pois exercem funções como agentes redutores, impedindo a oxidação com a doação de hidrogênio ou elétrons aos radicais livres (SOARES, 2002). O consumo de antioxidantes fenólicos reduz o risco de desenvolvimento de doenças como aterosclerose, doenças cardiovasculares, cânceres, infecções e mal de Alzheimer, além de ter ação antimicrobiana e antiviral (FRUHWIRTH; HERMETTER, 2007).

O consumo das frutas nativas do Cerrado, como mangaba (*H. speciosa* Gomes) e murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth.) podem oferecer benefícios para a saúde, devido o elevado potencial antioxidante encontrado nelas (ALMEIDA et al., 2011).

As frutas gabioba, murici e guapeva demonstraram ter ampla presença de compostos fenólicos e flavonóides, capacidade antioxidante e antiproliferativa (MALTA et al., 2013).

Porém, é sabido que o consumo de algumas amêndoas ou sementes cruas, de frutos pouco convencionais, podem ocasionar problemas digestivos em alimentos que contém fatores antinutricionais, como é o caso da amêndoa crua do pequi (DAMIANI et al., 2013).

## 2.8 FATOR ANTINUTRICIONAL DOS ALIMENTOS

Sgarbieri (1996) classificou os fatores antinutricionais como substâncias com capacidade de diminuir o valor nutritivo de outras substâncias, sendo consideradas em antinutritivas ou tóxicas. Compostos que acarretam toxicidade originam lesões em órgãos e tecidos, ocasionando alterações fisiológicas, causando enfermidades ou podendo levar à morte de pessoas ou animais (SGARBIERI, 1996).

Dentre os compostos com atividade antinutricional, destacam-se os compostos fenólicos, os fitatos, os inibidores de tripsina e os compostos cianogênicos.

Os compostos fenólicos, apesar dos seus efeitos benéficos à saúde, podem apresentar características antinutricionais, quando ingeridos, pois interferem na digestibilidade e absorção, se ingeridos em altas concentrações, podendo causar danos à saúde, diminuindo a disponibilidade biológica dos aminoácidos essenciais e minerais, além de causarem irritações

e lesões na mucosa gastrointestinal (BENEVIDES et al., 2011). Ainda, em grandes concentrações ou composição inadequada, os compostos fenólicos podem apresentar características indesejáveis, como escurecimento enzimático em frutas ou interações com proteínas, carboidratos e minerais (IMEH; KHOKHAR, 2002).

Os taninos, inseridos dentro dos compostos fenólicos, são glicosídeos que podem variar da cor branca ao marrom-claro, formando, com a água, soluções coloidais de sabor adstringente. Possuem propriedade de precipitar proteínas e são divididos em dois grupos de estruturas muito diferentes, sendo os taninos hidrolisáveis, encontrados em menores quantidades nos vegetais e de estrutura mais simples que, em hidrólise ácida, liberam ácidos fenólicos, e os taninos condensados, os quais fazem parte da maior parte de taninos encontrados nas plantas e que desempenham maior importância nos alimentos (BOBBIO; BOBBIO, 2003). Estes estão presentes na fração da fibra alimentar e podem não ser digeríveis ou pouco digeríveis (BARTOLOMÉ et al., 1995).

O feijão contém taninos condensados (RAMÍREZ-CÁRDENAS; LEONEL; COSTA, 2008), os quais podem reduzir a digestibilidade da proteína, dos carboidratos e dos minerais, diminuir a atividade de enzimas digestivas, causando dano à mucosa intestinal e desempenhando efeitos tóxicos.

Já os fitatos, são formados durante o processo de maturação de semente e grãos de cereais (TORRE et al., 1991), tendo como representantes o ácido fítico, formado por, aproximadamente, 70% de fosfato, estruturalmente, associado com proteínas e/ou minerais, formando complexos (ZHOU; ERDMAN, 1995).

O ácido fítico possui, em sua molécula, 12 hidrogênios dissociáveis que, ao ligar-se a um metal, complexa com o ácido fítico, tornando-se quelante (VOHRA et al., 1965). O ácido fítico liga-se a minerais, proteínas ou amido, tornando-os indisponíveis para a absorção desses nutrientes (ARAÚJO, 2011).

Os fitatos possuem ação no trato intestinal, diminuindo a disponibilidade de minerais, tais como cálcio e magnésio e inibindo enzimas digestivas (DAMIANI et al., 2013).

O tratamento térmico dos alimentos que contêm fitatos tem sido eficaz na redução deste composto. Em estudo, com amêndoas de chichá torradas a 205 °C, durante 11 minutos, a quantidade de fitato reduziu 50% em relação à amostra crua (SILVA; FERNANDES, 2011).

No entanto, estudos afirmam característica antioxidante do ácido fítico que, ao se ligarem com íons minerais, impedem a oxidação de lipídeos, sendo determinante na prevenção de neoplasias (AHN, 2004; LAJOLO, 2004; SHAMSUDDIN, 2002).



Outra classe de compostos antinutricionais são os inibidores de tripsina, os quais inibem as proteases, que deveriam interagir com as enzimas digestivas, impedindo de hidrolisar proteínas, tornando esta nutricionalmente indisponível. No organismo, podem provocar hipertrofia do pâncreas, por meio da sobrecarga pancreática, devido à produção de enzimas. São encontrados em feijões, ervilhas, lentilhas, amendoim, milho, arroz, soja, batata e na clara de ovo (ARAÚJO, 2011).

Se ingeridos por animais, os inibidores de tripsina diminuem o ganho de peso, crescimento e provocam alterações metabólicas no pâncreas (AL-WESALI et al., 1995).

Em sementes de leguminosas, os inibidores de proteases foram encontrados na soja, caracterizando o baixo valor nutritivo deste alimento cru (XAVIER-FILHO; CAMPOS, 1989). O tratamento térmico tem sido o processo mais utilizado para a redução de fatores antinutricionais na soja (CARDOSO et al., 2007).

Cardoso et al. (2007) constataram a inativação de inibidores de tripsina, encontrados em farinhas de soja, por meio do tratamento térmico em autoclave a 120 °C por 9, 12, 15 e 18 minutos. Amostras que tiveram maior tempo de aquecimento apresentaram maior inibição da atividade antitripica, com farinhas autoclavadas, por 18 minutos, com 100% de redução na atividade inibitória de tripsina.

Já os compostos cianogênicos são aqueles que liberam ácido cianídrico (HCN), por meio da ação de enzimas, provocando toxicidade. A liberação do ácido cianídrico pode acontecer quando o tecido do vegetal é triturado, durante o processamento ou a ingestão. Estudos apontam que a maior quantidade encontrada de cianeto, em alimentos, está na mandioca. Em 100 g deste tubérculo, pode-se ter 40 mg de HCN, quantidade aproximada de dose letal para uma pessoa de pequeno porte (ARAÚJO, 2011).

A ingestão de doses altas de cianeto ocasiona intoxicações crônicas e agudas, podendo originar a doença de Konzo, hipertireoidismo, neuropatia atóxica tropical, paralisia rápida e permanente (YEN et al., 1995). Doses de 0,5 a 3,5 mg/kg de peso corporal de cianeto são consideradas letais (WOGAN; MARLETTA, 1993). O ácido cianídrico inibe a citocromoxidase e impede o transporte de elétrons, durante a respiração celular (ARAÚJO, 2011; WOGAN; MARLETTA, 1993), porém o tratamento térmico pode inativar a toxicidade desses glicosídeos cianogênicos.

Em método utilizado para estudos ecotoxicológicos, capazes de detectar qualquer composto tóxico, extratos de sementes de araticum, cagaita, jatobá, mangaba, e tucumã, todos os frutos do Cerrado, mostraram-se tóxicos para o micro-crustáceo *Artemia Salina* (FONSECA et al., 2013). Este método, utilizando o micro-crustáceo, tem sido utilizado

revelando ser sensível e preciso na identificação de compostos tóxicos e bioativos de extratos vegetais (LACHUMY et al., 2010; PARRA et al., 2001; POUR; SASIDHARAN, 2011) e, também, para detectar a presença de ácido cianídrico em mandioca e em sementes de pêsego, ameixa, cereja, jabuticaba, manga e abacate (RODRIGUEZ et al., 2009).

Em sementes de abóboras foram encontrados de 7 a 12 mg/100 g de cianeto, porém, após o tratamento térmico, esses valores diminuíram. As quantidades de cianeto, em sementes de abóboras que passaram por cozimento (10 minutos) foram de 3,7 - 4,8 mg/100 g e em sementes que foram torradas (em estufa a 100 °C por 90 minutos) tiveram 5,5 - 7,5mg/100 g de cianeto (DEL-VECHIO et al., 2005).

Akwaowo et al. (2000) encontraram, em semente de abóboras maduras, menores quantidades de antinutrientes em relação às sementes com maior grau de maturação. As sementes, com menor grau de maturação, apresentaram, também, maiores quantidades de potássio, ferro e lipídeos, indicando preferível o aproveitamento de sementes mais jovens.

Apesar da existência dos compostos antinutricionais, presentes em vários alimentos, métodos de conservação, como calor, podem reduzir, ou até mesmo eliminar a maioria deles.

## 2.9 SECAGEM E SEUS EFEITOS NOS ALIMENTOS

A utilização do tratamento térmico, nas indústrias de alimentos, auxilia na melhora da palatabilidade e na qualidade nutricional. A secagem dos alimentos é considerada o método de conservação mais antigo, o qual era realizada por meio da secagem pelo sol (PARK; YADO; BROD, 2001). Atualmente, apresenta vantagens, tais como conservação do produto, estabilidade de compostos aromáticos, quando armazenados à temperatura ambiente, redução do peso, disponibilidade do produto em qualquer época do ano, com o aumento da vida útil e redução de perdas na pós-colheita (EMBRAPA, 2010; PARK; YADO; BROD, 2001). Entretanto, dá-se a importância do processamento térmico adequado, a fim de conferir as propriedades nutricionais dos alimentos.

O processamento térmico consiste, fundamentalmente, na maior causa de alterações nas características nutricionais de alimentos, ocorrendo destruição de vitaminas termolábeis, compostos aromáticos e pigmentos, similar à destruição microbiana, além de reduzir o valor biológico de proteínas e causar a oxidação de lipídeos (FELLOWS, 2006). Torres (2009) relata a diminuição dos nutrientes, por meio do processamento térmico, porém descreve a

degradação do ácido fítico com o aquecimento, um inibidor da absorção de ferro, zinco e cálcio.

Entretanto, diversos estudos apontam que, os alimentos, mesmo submetidos à secagem é possível manter grande parte dos compostos bioativos, como os compostos fenólicos, não sendo encontradas perdas significativas no teor de compostos bioativos em relação à amostra *in natura*. Na amêndoa de chichá, espécie nativa do Cerrado, o tratamento térmico de torrefação a 205 °C, por 11 minutos, não interferiu no teor de compostos fenólicos (SILVA; FERNANDES, 2011).

Contudo, o tratamento térmico poderá intensificar quantidade de fenóis, como encontrado por DEL-VECHIO et al. (2005), em sementes de abóbora tostadas, as quais obtiveram maiores teores de polifenóis em comparação à amostra crua, devido à modificação na estrutura da molécula, por meio do aquecimento e à formação de cumarinas. Sementes de amaranto não tiveram seus compostos bioativos eliminados com o aquecimento, apresentando capacidade antioxidante após secagem em forno, a 40 °C durante 4 horas (LÓPEZ-MEJÍA; LÓPEZ-MALO; PALOU, 2014).

## REFERÊNCIAS

- ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.
- AHN, H. J. Comparison of irradiated phytic acid and other antioxidants for antioxidant activity. **Food Chemistry**, London, v. 88, n. 2, p. 173-178, 2004.
- AKWAOWO, E. U.; NDON, B. A.; ETUK, E. U. Minerals and antinutrients in Fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook f.). **Food Chemistry**, Barking, v. 70, n. 1, p. 235-240, 2000.
- ALBERT, C. M.; OH, K.; WHANG, W.; MANSON, J. E.; CHAE, C. U.; STAMPFER, M. J. Dietary alpha-linolenic acid intake and risk of sudden cardiac death and coronary heart disease. **Circulation**, v. 112, p. 3232-3238, 2005.
- ALDANA, D. L. M.; GÓMEZ, B. T.; OCA, M. M. M.; AYERDI, S. G. S.; MERAZ, F. G.; PÉREZ, L. A. B. Isolation and characterization of Mexican jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch in two mature stages. **Starch**, v. 63, p. 364-372, 2011.
- ALLAHGHADRI, T.; RASOOLI, I.; OWLIA, P.; NADOOSHAN, M. J.; GHAZANFARI, T.; TAGHIZADEH, M. Antimicrobial property, antioxidant capacity, and cytotoxicity of essential oil from cumin produced in Iran. **Journal of Food Science**, v. 75, p. 54-61, 2010.
- ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 2155-2159, 2011.
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Embrapa-CPAC, Planaltina. 1998.
- ÁLVAREZ-CHÁVEZ, L. M.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. A.; ABURTO-JUÁREZ, M. L.; TECANTE, A. Chemical characterization of the lipid fraction of mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). **International Journal of Food Properties**, v. 11, p. 687-697, 2008.
- ALVAREZ-JUBETE, L.; WIJNGAARD, H.; ARENDT, E.K.; GALLAGHER, E. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. **Food Chemistry**, Barking, v. 119, p. 770-778, 2010.

AL-WESALI, M., LAMBERT, N., WELHAM, T., DOMONEY, C. The influence of pea seed trypsin inhibitors on the *in vitro* digestibility of casein. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 68, n. 4, p. 431-437, 1995.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. Viçosa: UFV, 2011. 601p.

ARAÚJO, K. B.; SANTOS, R. C. A.; SOUZA, F. M.; AQUINO, L. C. L. Enriquecimento protéico da farinha de sementes de mangaba com *Rhizopus oryzae*: otimização utilizando a metodologia de superfície de resposta. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 5, n. 4, p. 45-50, 2011.

AYERZA, R.; COATES, W. Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and sub-tropical ecosystems of South America. **Tropical Science**, v. 44, p. 131-135, 2004.

BALERONI, C. R. S.; MORAES, M. L. T.; MORAES, S. M. B.; SOUZA, C. S.; SÁ, M. E. Composição química de sementes das espécies florestais mamica-de-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Tréc), marolo arbóreo (*Annona crassiflora* Mart.), marolo-rasteiro (*Annona dioica* St. Hil.), chichá-do-cerrado (*Sterculia striata* St. Hil. ex Turpin) e imbuia (*Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso). **Ciências Agrárias e da Saúde**, Andradina, v. 2, p. 28-32, 2002.

BARTOLOMÉ, B.; JIMÉNEZ-RAMSEY, L.M.; BUTLER, L.G. Nature of the condensed tannins present in the dietary fibre fractions in foods. **Food Chemistry**, Barking, v. 53, n. 4, p.3 57-362, 1995.

BENAVENTE-GARCÍA, O.; CASTILLO, J. Update on uses and properties of citrus flavonoids: New findings in anticancer, cardiovascular, and anti-inflammatory activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 6185–6205, 2008.

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

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução a química de alimentos**. São Paulo: Varela. 2003.

BOBBIO, F. O.; EL-DASH, A. A.; BOBBIO, P. A.; RODRIGUES, L. R. Isolation and characterization of the physicochemical properties of the starch of Jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus*). **Cereal Chemistry**, v. 55, p. 505-511, 1978.

BRANDÃO, M. **Plantas medicamentosas do Cerrado mineiro**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 15, n. 168, p. 15-20, 1991.

BRANDÃO, M.; FERREIRA, P.B.D. Flora apícola do cerrado. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.15, n.168, p.7-14, 1991.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA - Monitoramento do Bioma Cerrado 2009-2010. Brasília, DF, agosto. 2011. 65 p.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutrition significance. **Nutrition Reviews**, New York, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.

CONCEIÇÃO, G. M.; RUGGIERI, A. C.; ARAUJO, M. F. V.; CONCEIÇÃO, T. T. M. M.; CONCEIÇÃO, M. A. M. M. Plantas do cerrado: comercialização, uso e indicação terapêutica fornecida pelos raizeiros e vendedores, Teresina, Piauí. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 7, n. 12, p.1-6, 2011.

CAPINAN, G. C. S. **Seleção de germoplasma de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) definidos por marcadores morfológicos e moleculares**. 2007. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2007.

CAPITANI, M. I.; SPOTORNO, V.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. **Food Science and Technology**, v. 45, p. 94-102, 2012.

CARDOSO, L. M.; MARTINO, H. S. D.; MOREIRA, A. V. B.; RIBEIRO, S. M. R.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: Physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins. **Food Research International**, v. 44, p. 2151-2154, 2011.

CARDOSO, L. M.; REIS, B. L.; OLIVEIRA, D. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) from the Brazilian Cerrado: nutritional value, carotenoids and antioxidant vitamins. **Fruits**, v. 69, p. 89–99, 2014.

CARDOSO, L. R.; OLIVEIRA, M. G. A.; MENDES, F. Q.; PIRES, C. V.; RIBEIRO, F. R.; SANT'ANA, R. C. O.; MOREIRA, M. A. Atividade de inibidores de proteases em linhagens de soja geneticamente melhoradas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 1, p. 19-26, 2007.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1993. 429p.

CERQUEIRA, P. M.; FREITAS, M. C. J.; PUMAR, M.; SANTANGELO, S. B. Efeito da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*, L.) sobre o metabolismo glicídico e lipídico em ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 2, p.129-136, 2008.

CHOWDHURY, F. A.; RAMAN, M. A.; MIAN, J. Distribution of free sugars and fatty acids in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). **Food Chemistry**, Barking, v. 60, p. 25-28, 1997.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. p. 1926-1978.

COSTA, D. M. Archaeo-environmental study of the Almas river: mining pollution and the Cerrado biome in the end of the nineteenth century in Mid-Western, Brazil. **Journal of Archaeological Science**, v. 38, p. 3497-3504, 2011.

COSTA, T. R.; FERNANDES, O. F. L.; SANTOS, S. C.; OLIVEIRA, C. M. A.; LIÃO, L. M.; FERRI, P. H.; PAULA, J. R.; FERREIRA, H. D.; SALES, B. H. N.; SILVA, M. R. R. Antifungal activity of volatile constituents of *Eugenia dysenterica* leaf oil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 72, p. 111-117, 2000.

DAMIANI, C.; ALMEIDA, T. L.; COSTA, N. V.; MEDEIROS, N. X.; SILVA, A. G. M.; SILVA, F. A.; LAGE, M. E.; BECKER, F. S. Perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais de amêndoas de pequi crua e torrada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 71-78, 2013.

DEL-VECHIO, G.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. D. Efeito do tratamento térmico em sementes de abóbora (*Cucurbita* spp.) sobre os níveis de fatores antinutricionais e/ou tóxicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 369-376, 2005.

DHANDAPANI, S.; SUBRAMANIAN, V. R.; RAJAGOPAL, S., & NAMASIVAYAM, N. Hypolipidemic effect of *Cuminum cyminum* L. on alloxan-induced diabetic rats. **Pharmacological Research**, v. 46, p. 251-255, 2002.

DODESIGN-S. **Cagaita**. Disponível em: <<http://www.cerratinga.org.br>>. Acesso em: 10 janeiro 2014.

DUARTE, E. F.; NAVES, R. V.; BORGES, J. D.; GUIMARÃES, N. N. R. Germinação e vigor de sementes de cagaita (*Eugenia dysenterica* Mart. ex DC.) em função de seu tamanho e tipo de coleta. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 3, p. 173-179, 2006.

EMBRAPA (Brasil). **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília, DF, 2006. 322p.

EMBRAPA (Brasil). **Fruticultura Tropical** - Espécies Regionais Exóticas. Brasília, DF, 2009. 509 p.

EMBRAPA (Brasil). **Princípios de secagem de alimentos**. Brasília, DF, 2010. 51 p.

ETTINGER, S. Macronutrientes: Carboidratos, Proteínas e Lipídeos. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Roca, 2005. cap. 3, p. 35-71.

FALLER, A. L. K.; FIALHO E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 2, p.211-218, 2009.

FARIA, R. A. P. G.; SILVA, A. N.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; COELHO, M. F. B. Características biométricas e emergência de plântulas de *Brosimum gaudichaudii* Tréc. oriundas de diferentes procedências do Cerrado mato-grossense. **Revista Brasileira Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 11, n .4, p. 414-421, 2009.

FERREIRA, M. B. Frutos comestíveis nativos do Distrito Federal. **Cerrado**, Brasília, v. 5, n. 18. 1972.

FONSECA, R. C.; SOUZA, N. A.; CORREA, T. C. L.; GARCIA, L. F.; REIS, L. G.V.; RODRIGUEZ, A. G. Assessment of toxic potential of Cerrado fruit seeds using *Artemia salina* bioassay. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 33, n. 2, p. 251-256, 2013.

FRUHWIRTH, G.O.; HERMETTER, A. Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: components and biological activities. **Europe Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 109, n. 1, p. 1128-1140, 2007.

GAGANDEEP, S. D.; MENDIZ, E.; RAO, A. R.; KALE, R. K. Chemopreventive effects of *Cuminum cyminum* in chemically induced forestomach and uterine cervix tumors in murine model systems. **Nutrition and Cancer**, v. 47, p. 171-180, 2003.



GALLAGHER, M. L. Vitaminas. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Roca, 2005. cap. 4, p. 72-114.

GANGA, R. M. D.; FERREIRA, G. A.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; NASCIMENTOS, J. L. Caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 101-113, 2010.

GARG, M. L.; WOOD, L. G.; SINGH, H.; MOUGHAN, P. J. Means of delivering recommended levels of long chain n-3 polyunsaturated fatty acids in human diets. **Journal of Food Science**, v. 71, p. 66-71, 2006.

ILAVARASAN, R.; MALLIKA, M.; VENKATARAMAN, S. Anti-inflammatory and free radical scavenging activity of *Ricinus communis* root extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 103, p. 478-480, 2006.

IMEH, U.; KHOKHAR, S. Distribution of Conjugated and Free Phenols in Fruits: Antioxidant Activity and Cultivar Variations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 6.301- 6.306, 2002.

IXTAINA, V. Y.; MARTÍNEZ, M. L.; SPOTORNO, V.; MATEO, C. M.; MAESTRI, D. M.; DIEHL, B. W. K. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, p 166-174, 2011.

JACOMASSI, E.; MOSCHETA, I. S.; MACHADO, S. R. Morfoanatomia e histoquímica de *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae). **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana, v. 21, n. 3, p. 575-597, 2007.

JORGE, N.; MORENO, D. M.; BERTANHA, B. J. *Eugenia dysenterica* dc: actividad antioxidante, perfil de ácidos grasos y determinación de tocoferoles. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 37, n. 2, 2010.

KALAISELVI, P.; ANURADHA, B.; PARAMESWARI, C.S. Protective effect of *Ricinus communis* leaf extract against paracetamol-induced hepatotoxicity. **Biomedicine**, v. 23, p 97-105, 2003.

KLIMCZAK, I.; MALECKA, M.; PACHOLEK, B. Antioxidant activity of ethanolic extracts of amaranth seeds. **Nahrung**, v. 46, p. 184-186, 2002.

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

LACHUMY, S. J. T.; SASIDHARAN, S.; SUMATHY, V.; ZURAINI, Z. Pharmacological activity, phytochemical analysis and toxicity of methanol extract of *Etlingera elatior* (torch ginger) flowers. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 3, n. 10, p. 769-774, 2010.

LAJOLO, F. M. Beneficial (antiproliferative) effects of different substances. In: MUZQUIZ, M. et al. (Ed.) **Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds and oilseeds**. Wageningen: Wageningen Academic, 2004. p. 123-135.

LI, H.; DENG, Z.; LIU, R.; ZHU, H.; DRAVES, J.; MARCONE, M.; SUN, Y.; TSAO, R. Characterization of phenolics, betacyanins and antioxidant activities of the seed, leaf, sprout, flower and stalk extracts of three *Amaranthus* species. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 37, p. 75-81, 2015.

LIBERAL, O. H. T.; COELHO, R. C. **Manual do laboratório de análise de sementes**. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro, Niterói, 1980. 95p.

LIMA, I. L. P.; SCARIOT, A. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável da Mangaba**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 68 p.

LIU, R. H. Health benefits of fruits and vegetables are from additive and synergistic combination of phytochemicals. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 78, p. 517-520, 2003.

LIU, R. H. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. **Journal of Nutrition**, v. 134, p. 3479-3485, 2004.

LIU, R. H. Whole grain phytochemicals and health. **Journal of Cereal Science**, v. 46, p. 207-219, 2007.

LÓPEZ-MEJÍA, O. A.; LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E. Antioxidant capacity of extracts from amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) seeds or leaves. **Industrial Crops and Products**, v. 53, p. 55-59, 2014.

LORENZI, H.; MATOS, J.A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. São Paulo, Instituto Plantarum, 2002.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Sementes de limão (*Citrus limon*) como antioxidantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 489-493, 2010.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Bioactive substance contents and antioxidant capacity of the lipid fraction of *Annona crassiflora* Mart. Seeds. **Industrial Crops and Products**, São José do Rio Preto, v. 42, p. 231–235, 2013.

MACEDO, J. F. Plantas corticosas do Cerrado e sua utilização. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 168, p. 33-37, 1991.

MADRUGA, M. S.; ALBUQUERQUE, F. S. M.; SILVA, I. R. A.; AMARAL, D. S.; MAGNANI, M.; NETO, V. Q. Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. **Food Chemistry**, Barking, v. 143, p. 440-445, 2014.

MALTA, L. G.; TESSARO, E. P.; EBERLIN, M.; PASTORE, G. M.; LIU, R. H. Assessment of antioxidant and antiproliferative activities and the identification of phenolic compounds of exotic Brazilian fruits. **Food Research International**, v. 53, p. 417–425, 2013.

MATHAI, K. Nutrição na Idade Adulta. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Roca, 2005. cap. 12, p. 288-303.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). **Cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.)**. Lavras, MG, 2008. 21 p.

MORAES, E. A.; DANTAS, M. I. S.; MORAIS, D. C.; SILVA, C. O.; CASTRO, F. A. F.; MARTINO, H. S. D.; RIBEIRO, S. M. R. Avaliação sensorial e valor nutricional de bolos preparados com farinha integral de linhaça. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 974-979, 2010.

MUKPRASIT, A.; SAJJAANANTAKUL, K. Physico-chemical properties of flour and starch from jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) compared with modified starches. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 39, p. 271-276, 2004.

OGUNNIYI, D. S. Castor oil: a vital industrial raw material. **Bioresource Technology**, v. 97, p. 1086-1091, 2006.

OLIVEIRA, M. C., MARTINS, V. L. C. (1997). **Informatização do Herbário do museu nacional**: Moraceae. Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, M. E. S.; PANTOJA, L.; DUARTE, W. F.; COLLELA, C. F.; VALARELLI, L. T.; SCHWAN, R. F.; DIAS, D. R. Fruit wine produced from cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) by both free and immobilised yeast cell fermentation. **Food Research International**, v. 44, p. 2391–2400, 2011.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pyrus* sp.) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001.

PARRA, A. L.; YHEBRA, R. S.; SARDIÑAS, I. G.; BUELA, L. I. Comparative study of the assay of *Artemia salina* L. and the estimate of the medium lethal dose (LD50 value) in mice, to determine oral acute toxicity of plant extracts. **Phytomedicine**, Vallberga, v. 8, n. 5, p. 395-400, 2001.

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

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F. Seedling growth of mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trec.) on six different substrates. **Revista Brasileira Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 8, p. 190-192, 2006.

POUR, B. M.; SASIDHARAN, S. *In vivo* toxicity study of *Lantana camara*. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 1, n. 3, p. 230-232, 2011.

POZETTI, G.L. *Brosimum gaudichaudii* Trecul (Moraceae): da planta ao medicamento. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica Aplicada**, Araraquara, v. 26, n. 3, p. 159-166, 2005.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.

RAO, U.M.; SREENIVASULU, M.; CHENGAIHAH, B.; REDDY, K.J.; CHETTY, C.M. Herbal medicines for diabetes mellitus: a review. **International Journal of PharmTech Research**, v. 2, p. 1883-1892, 2010.

REPO-CARRASCO-VALENCIA, R.; HELLSTRÖM, J. K.; PIHLAVA, J.-M.; MATTILA, P. H. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). **Food Chemistry**, Barking, v. 120, p. 128-133, 2010.

REYES-CAUDILLO, E.; TECANTE, A.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. A. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Food Chemistry**, Barking, v. 107, p. 656-663, 2008.

RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. A.; FONSECA, C. E. L. Espécies frutíferas da região do Cerrado. In: DONADIO, L.C. (Coord.) **Fruticultura tropical**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 268p.

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

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto Rio Grande-Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 102-123, 2001.

RODRIGUEZ, A. G.; TEIXEIRA, O. M.; SALLES, F. G.; VITAL, J. P.; PEIXOTO, D. S. Bioensaio com *Artemia salina* para detecção de toxinas em alimentos vegetais. **Estudos**, Goiânia, v. 36, n. 4, p. 795-808, 2009.

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 e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

ROSA, A. P. B.; FOMSGAARD, I. S.; LAURSEN, B.; MORTENSEN, A. G.; OLVERA-MARTÍNEZ, L.; SILVA-SÁNCHEZ, C.; MENDOZA-HERRERA, A.; GONZÁLEZ-CASTÁNEDA, J.; LEÓN-RODRÍGUEZ, A. Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) as an alternative crop for sustainable food production: phenolic acids and flavonoids with potential impact on its nutraceutical quality. **Journal of Cereal Science**, v. 49, p.117-121, 2009.

SAINI, A. K.; GOYAL, R.; GAUTTAM, V. K.; KALIA, A. N. Evaluation of anti-inflammatory potential of *Ricinus communis* Linn leaves extracts and its flavonoids content in Wistar rats. **Journal of Chemical Pharmaceutical Research**, v. 2, p. 690-695, 2010.

SABOROSO AÇAÍ. **Mangaba**. Disponível em: <<http://saborosoacai.webnode.com.br>>. Acesso em: 10 janeiro 2014.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environ Monit Assess**, v. 166, p. 113-124, 2010.

SEMENTES DO XINGU. **Mama-cadela**. Disponível em: < <http://sementesdoxingu.org.br>>. Acesso em: 10 janeiro 2014.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Varela, 1996. 517p.

SHAMSUDDIN, A. M. Anti-cancer function of phytic acid. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford: v. 37, p. 769-782, 2002.

SILVA, A. G. M.; FERNANDES, K. F. Composição química e antinutrientes presentes nas amêndoas cruas e torradas de chichá (*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin). **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 305-314, 2011.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas do Cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 179 p.

SILVA-SÁNCHEZ, C.; ROSA, A. P. B.; LEÓN-GALVÁN, M. F.; LUMEN, B. O.; LEÓN-RODRÍGUEZ, A.; MEJÍA, E.G. Bioactive peptides in Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) seed. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 1233-1240, 2008.

SIMIC, M.G., JAVANOVIC, S.V. Inactivation of oxygen radicals by dietary phenolic compounds in anticarcinogenesis. In: HO, C.T., OSAWA, T., HUANG, T.M., ROSEN, R.T. (Ed.). **Food phytochemicals for cancer prevention**. Washington: American Chemical Society, p. 20-33, 1994.

SLOW, H.; GAN, C. Functional protein from cumin seed (*Cuminum cyminum*): Optimization and characterization studies. **Food Hydrocolloids**, v. 41, p. 178-187, 2014.

SLAVIN, J. L. Mechanisms for the impact of whole grain foods on cancer risk. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 19, p. 300-307, 2000.

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

SOUSA, A. G. O.; FERNANDES, D. C.; ALVES, A. M.; FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. **Food Research International**, v. 44, p. 2319-2325, 2011.

SOUZA, E. R. B. de. **Fenologia, dados biométricos, nutrição de plantas e qualidade de frutos de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) no Estado de Goiás**. 2006. 114 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

SOUZA, E. R. B.; NAVES, R. V.; BORGES, J. D.; VERA, R.; FERNANDES, E. P.; SILVA, L. B.; TRINDADE, M. G. Fenologia de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1009-1014, 2008.

SOUZA, F. M.; AQUINO, L. C. L. Potencial da farinha de sementes de mangaba para a produção de lipase de *Aspergillus niger*: Influência da temperatura e umidade no processo. **Scientia Plena**, v. 8, n. 12, p. 1-5, 2012.

STORCK, C. R.; NUNES, G. L.; OLIVEIRA, B. B.; BASSO, C. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 537-543, 2013.

TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 60, n. 2, p.113-117, 2001.

TANG, Y.; LI, X.; ZHANG, B.; CHEN, P. X.; LIU, R.; TSAO, R. Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. **Food Chemistry**, Barking, v. 166, p. 380-388, 2015.

TATAGIBA, Fernando. **Plantas do Cerrado**. Disponível em: <<http://www.biologo.com.br>>. Acesso em: 10 janeiro 2014.

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

TORRES, D. P. M. Produção de refeições e alterações nutricionais nos alimentos. **Alimentação Humana**, v. 15, n. 3, p. 66-70, 2009.

TUA SAÚDE. **Mama-cadela**. Disponível em: <<http://www.tuasaude.com>>. Acesso em: 10 janeiro 2014.

UOL. **Mangaba**. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br>>. Acesso em: 10 janeiro 2014.

VEGA-GÁLVEZ, A.; MIRANDA, M.; VERGARA, J.; URIBE, E.; PUENTE, L.; MARTÍNEZ, E. A. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: A review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, p. 2541-2547, 2010.

VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Aproveitamento de sementes de abóboras (*Cucurbita sp*) como fonte alimentar. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 113-124, 2012.

VIEIRA NETO, R. D.; CINTRA, F. L. D.; SILVA, A. L.; SILVA JÚNIOR, J. F.; COSTA, J. L. S.; SILVA, A. A. G.; CUENCA, M. A. G. **Sistema de produção de mangaba para os tabuleiros costeiros e baixada litorânea**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 22p.

VOHRA, P.; GRAY, G. A.; KRATZER, F. H. Phytic acid metal complexes. **Experimental Biology and Medicine**, New York, v. 120, p. 447-449, 1965.

VUKSAN, V.; JENKINS, A. L.; DIAS, A. G.; LEE, A. S.; JOVANOVSKI, E.; ROGOVIK, A. L. (2010). Reduction in postprandial glucose excursion and prolongation of satiety: possible explanation of the long-term effects of whole grain Salba (*Salvia Hispanica* L.). **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, p. 436-438, 2010.

VUKSAN, V.; WHITHAM, D.; SIEVENPIPER, J. L.; JENKINS, A. L.; ROGOVIK, A. L.; BAZINET, R. P. Supplementation of conventional therapy with the novel grain Salba (*Salvia hispanica* L.) improves major and emerging cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: results of a randomized controlled trial. **Diabetes Care**, v. 30, p. 2804-2810, 2007.

WIKIMEDIA. **Cagaita**. Disponível em: <<http://commons.wikimedia.org>>. Acesso em: 10 janeiro 2014.

WOGAN, G. N.; MARLETTA, M. A. (Ed). **Componentes perjudiciales o potencialmente perjudiciales de los alimentos**. In: Fennema, Química de los alimentos. Zaragoza: Acribia, 2010. cap. 12, p.775-811.

YEN, D.; TSAI, J.; WANG, L. M.; KAO, W. F.; HU, S. C.; LEE, S. H.; DENG, J. F. The clinical experience of acute cyanide poisoning. **The American Journal of Emergency Medicine**, Taipei, v. 13, n. 5, p. 524-528, 1995.

XAVIER-FILHO, J.; CAMPOS, F. A. P. Proteinase inhibitors. In: CHEEK, P.R. **Toxicants of plant origin**. Boca Raton: CRC Press, 1989. v. 3: p.1-27.



ZHOU, J.R., ERDMAN, J.W. Phytic acid in health and disease. **Food Science and Nutrition**, v. 35, n. 6, p. 495-508, 1995.

## PARTE 2

### 3 PROPRIEDADES FUNCIONAIS TECNOLÓGICAS DE FARINHAS DE SEMENTES DE FRUTOS DO CERRADO

#### RESUMO

O consumo de farinhas de sementes de frutos tem sido prática comum, devido às propriedades nutracêuticas, inerentes a esta porção como proteínas, minerais, vitaminas, ácidos graxos e compostos fenólicos. Além disso, a utilização deste co-produto da agroindústria torna-se alternativa para a redução do lixo orgânico, podendo ser incorporado em formulações de diversos produtos alimentícios. Diante disso, este estudo objetivou avaliar as propriedades funcionais tecnológicas de farinhas de sementes de três espécies nativas do Cerrado: cagaita (*Eugenia dysenterica*), mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trecul) e mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) *in natura*, submetidas à secagem a 60 °C e torras a 110 °C e 130 °C, durante 10, 20 e 30 minutos. Determinou-se a cor, índice de absorção em água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), índice de absorção em óleo (IAO), índice de absorção em leite (IAL), índice de solubilidade em leite (ISL) e a atividade de água (AA). Com os resultados obtidos observou-se que o tratamento térmico influenciou no escurecimento de todas as amostras analisadas. As farinhas de sementes de cagaita não apresentaram diferenças estatísticas de ISL entre si. As amostras de mama-cadela, após tratamento térmico, tiveram menor IAL em relação à amostra controle. Todas as amostras de mangaba apresentaram semelhanças, estatísticas, nos dados de IAA e IAO. Todas as amostras, submetidas ao tratamento térmico, apresentaram baixa atividade de água, fator que as mantém microbiologicamente estáveis. Pôde-se concluir que as farinhas de sementes de cagaita, podem ser utilizadas em produtos cárneos, panificados, produtos viscosos, massas de bolos, sobremesas lácteas; as farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas ao tratamento térmico, podem ser acrescidas a produtos cárneos, pães, bolos, produtos emulsionados como maioneses e molhos para saladas e, as farinhas de sementes de mangaba submetidas ao tratamento térmico apresentaram características que indicam sua utilização na elaboração de produtos a base de leite como sobremesas lácteas, requeijão e doces, ou alimentos infantis instantâneos.

**Palavras-chave:** aproveitamento; absorção; solubilidade; cor.<sup>1\*</sup>

---

<sup>1\*</sup> Artigo a ser submetido. Comitê orientador: Clarissa Damiani – UFG (orientadora), Flávio Alves da Silva – UFG (coorientador), Armando García Rodríguez – UFG (coorientador).

## ABSTRACT

The consumption of fruit seed flour has been common practice due to nutraceutical properties inherent in this portion as proteins, minerals, vitamins, fatty acids and phenolic compounds. Furthermore, the use of agro co-product becomes alternative to the reduction of organic waste, may be incorporated into formulations of various food products. Thus, this study aimed to evaluate the technological functional properties of flour seeds of three native Cerrado species: cagaita (*Eugenia dysenterica*), mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trécul) and mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) *in nature*, subject to drying roasting 60 °C and 110 °C and 130 °C for 10, 20 and 30 minutes. It was determined color, water absorption index (WAI), water solubility index (WSI), oil absorption index (OAI), milk absorption index (MAI), milk solubility index (MSI) and water activity ( $A_w$ ). With the results obtained it was observed that the heat treatment influenced the dimming all samples. The cagaita seed meal did not differ from each other MSI. Samples of mama-cadela after heat treatment had lower MAI regarding the control sample. All samples showed similar mangaba, statistics, the WAI and OAI data. All samples submitted to heat treatment, showed low water activity, a factor that keeps them microbiologically stable. It could be concluded that the cagaita seed meal can be used in meat products, bakery products, viscous products, pasta, cakes, dairy desserts; the mama-cadela seed meal, subjected to heat treatment, can be added to meat products, bread, cakes, emulsified products such as mayonnaise and salad dressings and flour mangaba seeds submitted to heat treatment showed characteristics that indicate its used to manufacture products to milk as dairy desserts, cheese and pastries, or instant baby food.

**Keywords:** recovery; absorption; solubility; color

### 3.1 INTRODUÇÃO

O aproveitamento de subprodutos da indústria de alimentos tem aumentado o número de pesquisas, a fim de avaliar a utilização de resíduos que seriam descartados. A aplicação de sementes, que seriam eliminadas, em produtos alimentícios tem tornado alternativa viável para o aproveitamento em rações animais (SILVA et al., 2014), no preparo de bebidas (BARROSO; RUBERT, 2011), em barras de cereais (VIEIRA, 2007) e doces (LEITE JÚNIOR et al., 2013). A utilização de resíduos de frutas, nas indústrias de alimentos, visa à redução de custos, por meio do aproveitamento em novos produtos e evita danos ambientais, causados pelo descarte indevido dos resíduos.

As sementes destacam-se entre os resíduos industriais por serem importantes fontes de óleos (KOBORI; JORGE, 2005), aminoácidos (SLOW; GAN, 2014), flavonóides (REPO-CARRASCO-VALENCIA et al., 2010), proteínas, minerais, vitaminas, ácidos graxos (VEGA-GÁLVEZ et al., 2010) e compostos fenólicos (TANG et al., 2015).

Um método de conservação muito utilizado, pelas indústrias de alimentos, é a secagem, o qual auxilia na melhora da palatabilidade e qualidade nutricional dos produtos. Apresenta vantagens, na conservação do produto, estabilidade de compostos aromáticos, quando armazenados à temperatura ambiente, redução do peso, disponibilidade do produto em qualquer época do ano, aumento da vida útil e redução de perdas na pós-colheita (EMBRAPA, 2010; PARK; YADO; BROD, 2001). Porém, deve-se atentar ao processamento térmico adequado, a fim de preservar as propriedades funcionais dos alimentos.

Os frutos do Cerrado brasileiro despertam interesse pela diversidade de espécies com características sensoriais peculiares e altas concentrações de nutrientes, desempenhando papéis econômicos e nutricionais, por meio da comercialização e consumo (CARDOSO et al., 2011). Dentre eles, destacam-se a cagaita (*Eugenia dysenterica*), mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trecul) e mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). As sementes de cagaita possuem excelente atividade antioxidante e cerca de 38% do ácido graxo essencial linoleico (JORGE; MORENO; BERTANHA, 2010), as de mangaba apresentam 33% de fibras (VIEIRA, 2007) e as de mama-cadela são fonte de carboidratos (BALERONI et al., 2002).

Tendo em vista esses aspectos, objetivou-se avaliar o efeito da secagem sobre propriedades funcionais tecnológicas de farinhas de sementes de três espécies nativas do Cerrado, a saber, cagaita (*Eugenia dysenterica*), mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trecul) e mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), com intuito de sugerir as possibilidades de uso na indústria alimentícia.

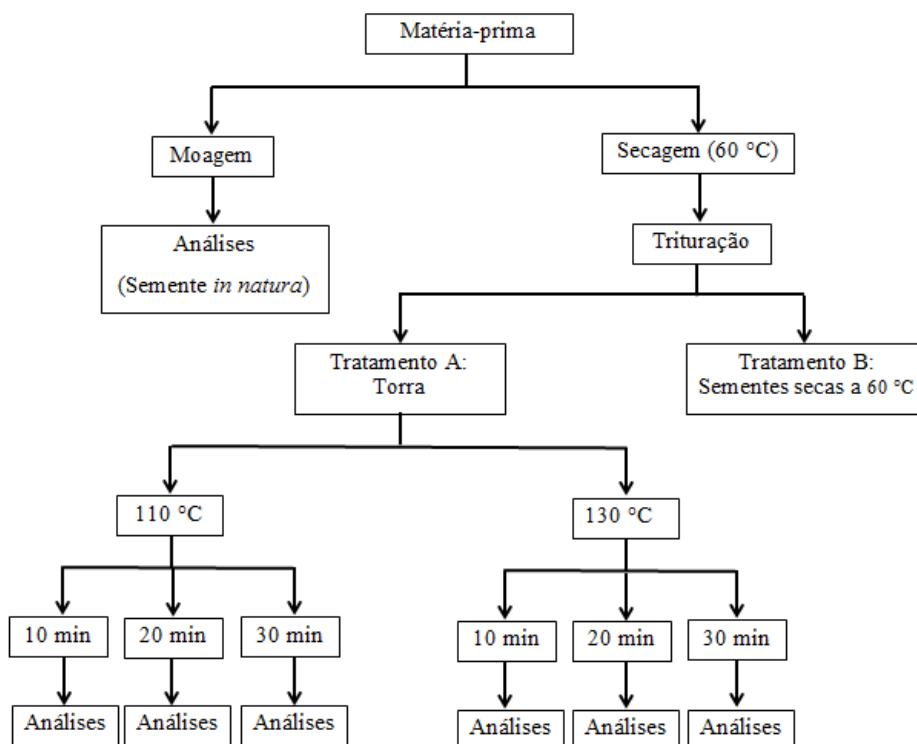
### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.2.1 Matéria-prima

As sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba, safra 2013, foram doadas pela empresa Frutos do Brasil, localizada em Goiânia – GO. As mesmas foram levadas para a Planta Piloto de Processamento de Vegetais, do Setor de Engenharia de Alimentos, da Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás em Goiânia, onde foram higienizadas e feito o preparo das farinhas.

#### 3.2.2 Processamento da matéria-prima

As sementes foram lavadas, em água corrente, para a eliminação dos resíduos dos frutos e imersas em solução de água clorada a 200 ppm por 15 minutos para completa higienização. Após, foram congeladas em congelador rápido (IRINOX, M.HCM 141/50) e armazenadas em freezers até a produção das diferentes farinhas. O fluxograma, na Figura 5, apresenta o processo de secagem e torra para a elaboração das farinhas.



**Figura 5.** Fluxograma do processamento de farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba.

As sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba foram divididas em dois lotes, sendo um deles utilizado para as análises das sementes *in natura* (amostra controle) e o outro para a confecção das farinhas torradas. Estas foram secas em estufa de circulação de ar a 60 °C, e após terem atingido 10% de umidade (base úmida), foram trituradas em liquidificador industrial. Em seguida, foram divididas em dois lotes (A e B). No tratamento A, a aplicação das torras a 110 e 130 °C e no tratamento B, a farinha, oriunda da secagem a 60 °C. As torras foram feitas em forno elétrico doméstico, da marca Layr, modelo New Stylus, ano 2011. Todas as farinhas de sementes foram embaladas a vácuo (PEBD/Nylon/PEBD), reembaladas em embalagens metalizadas e armazenadas em freezers a -18 °C, até o momento das análises. As análises foram realizadas na Universidade Federal de Goiás, em Goiânia, no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos, da Faculdade de Farmácia e no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos, do Departamento de Engenharia de Alimentos.

As análises funcionais tecnológicas foram realizadas nos seguintes tratamentos:

- Controle: semente *in natura*;
- T1 – Tratamento 1: secagem a 60 °C;
- T2 – Tratamento 2: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 10 minutos;
- T3 – Tratamento 3: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 20 minutos;
- T4 – Tratamento 4: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 30 minutos;
- T5 – Tratamento 5: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 10 minutos;
- T6 – Tratamento 6: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 20 minutos;
- T7 – Tratamento 7: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 30 minutos.

### 3.2.3 Análises funcionais tecnológicas

Todas as análises de absorção (água, óleo e leite), solubilidade (água e leite) e atividade de água foram realizadas em triplicata e os resultados expressos por meio de média e desvio padrão.

#### 3.2.3.1 Cor

A determinação da cor foi realizada, por meio da leitura de três parâmetros definidos pelo sistema CIELAB. Os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram fornecidos pelo colorímetro (Hunterlab, ColorQuest II), no qual  $L^*$  define a luminosidade ( $L^* = 0$  totalmente preto e  $L^* = 100$  totalmente branco) e  $a^*$  e  $b^*$  definem a cromaticidade ( $+a^*$  vermelho e  $-a^*$  verde,

+b\*amarelo e -b\* azul), segundo metodologia descrita por PAUCAR-MENACHO et al. (2008). Em cada amostra foram feitas quinze leituras para definição da cor.

### 3.2.3.2 Índice de Absorção em água (IAA)

Para determinação do IAA, foi utilizada metodologia descrita por Santana (2005), com modificações: amostras de dois gramas de farinha foram suspensas em 25 mL de água destilada a 50 °C, colocados em tubos de centrifuga de 100 mL, previamente pesados, submetidos à agitação por 30 minutos. Após, centrifugados a 2500 rpm por 10 minutos a 10 °C. O sobrenadante foi transferido para placa de *petri*, de peso conhecido, e o tubo, contendo amostra final com água, foi pesado. O índice de absorção de água, em gramas de amostra hidratada por gramas de amostra seca, foi obtido pela Equação 1:

$$IAA = \frac{\text{massa da amostra hidratada}}{\text{massa da amostra desidratada}} \quad (1)$$

### 3.2.3.3 Índice de Solubilidade em água (ISA)

Para determinação do ISA, foi utilizada metodologia descrita por Santana (2005). O índice de solubilidade em água, calculado em porcentagem, foi obtido com a mesma metodologia do IAA. As placas de *petri*, com sobrenadante, foram colocadas em estufa a 60 °C por, aproximadamente, 15 horas, até a secagem da amostra, e o ISA foi calculado pela Equação 2:

$$ISA = \frac{\text{massa da amostra seca}}{\text{massa da amostra}} \quad (2)$$

### 3.2.3.4 Índice de Absorção em Leite (IAL)

Para determinação do IAL, foi empregada metodologia descrita por Santana (2005), com modificações: amostras de dois gramas de farinha foram suspensas em 25 mL de leite integral, colocados em tubos de centrifuga de 100 mL, previamente pesados, submetidos à agitação por 30 minutos. Após, centrifugados a 2500 rpm por 10 minutos a 10 °C. O sobrenadante foi transferido para placa de *petri*, de peso conhecido, e o tubo contendo amostra final com leite foi pesado. O índice de absorção em leite, em gramas de amostra hidratada por gramas de amostra seca, foi obtido pela Equação 3:

$$IAL = \frac{\text{massa da amostra hidratada}}{\text{massa da amostra desidratada}} \quad (3)$$

### 3.2.3.5 Índice de Solubilidade em Leite (ISL)

Para determinação do ISL, foi utilizada metodologia descrita por Santana (2005), com modificações: o índice de solubilidade em leite foi obtido com a mesma metodologia do IAL. As placas de *petri*, com sobrenadante, foram colocadas em estufa a 60 °C por, aproximadamente, 15 horas, até secagem da amostra, e o ISL foi calculado em porcentagem, pela Equação 4:

$$ISL = \frac{\text{massa da amostra seca}}{\text{massa da amostra}} \quad (4)$$

### 3.2.3.6 Índice de Absorção em Óleo (IAO)

Para determinação do IAO, foi empregada metodologia descrita por Santana (2005), com modificações: amostras contendo um grama de farinha foram suspensas em 10 mL de óleo de canola a 25 °C e colocadas em tubos de centrifugas de 50 mL previamente pesados. Em seguida, foram agitados por 30 minutos, e centrifugados a 2500 rpm por 10 minutos a 25 °C. O líquido sobrenadante, de cada tubo, foi descartado e o índice de absorção de óleo, em gramas de amostra com óleo por grama de amostra seca, foi obtido pela Equação 5:

$$IAO = \frac{\text{massa resíduo insolúvel}}{\text{massa amostra desidratada}} \quad (5)$$

### 3.2.3.7 Atividade de água

A atividade de água foi determinada, utilizando-se aparelho Aqualab (Aqualab CX-2), à temperatura monitorada de 25 °C.

## 3.2.4 Análise estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos, sendo um controle. Cada tratamento foi repetido três vezes.

Para análise estatística todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância. As médias dos tratamentos, quando significativo, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2010).



### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os dados de cromaticidade  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  das farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 1, o tratamento térmico influenciou no escurecimento das amostras submetidas ao tratamento térmico de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba em comparação com as amostras controle, apresentando diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ).

A cor de um alimento é uma característica importante, parâmetro que os consumidores avaliam na escolha de um produto. O parâmetro  $L^*$  indica a luminosidade e varia de 0 a 100, e os valores de  $L^*$ , próximos de 100, caracterizam amostras mais claras e, valores menores que 50, indicam amostras mais escuras. A coordenada  $a^*$  está associada às cores que vão do verde ao vermelho; valores positivos de  $a^*$  indicam amostras na região do vermelho; e valores negativos de  $a^*$  amostras na região do verde. Valores de  $b^*$  estão associados às cores que vão do azul ao amarelo, cujos valores positivos de  $b^*$  indicam amostras na região do amarelo e negativos indicam amostras na região do azul.

Em relação às amostras de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba, submetidas a diferentes temperaturas de secagem (Tabela 1), o parâmetro  $L^*$  indicou escurecimento nas amostras T7. O decréscimo no parâmetro  $L^*$  indicou a redução da luminosidade, ou seja, redução na descoloração do produto, que adquire aspecto mais escuro. Os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  das amostras de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba, submetidas a diferentes temperaturas de secagem (Tabela 1), também, reduziram em comparação com a amostra controle, confirmando o escurecimento das farinhas de sementes, submetidas ao tratamento térmico. Possivelmente, pode ter ocorrido o escurecimento não enzimático ou reação de Maillard, a qual é desencadeada durante o processamento térmico dos alimentos, geralmente, acelerada pelo calor, no qual ocorrem interações químicas entre aminoácidos e açúcares redutores, com formação de melanoidinas, produtos de coloração marrom (SIKORSKI; POKORNY; DAMODARAN, 2010).

De acordo com Gava, Silva e Frias (2008), as mudanças na coloração dos alimentos além de serem provocadas pela reação de Maillard, também, podem ser ocasionadas pelas alterações dos pigmentos clorofila e carotenóides ou pela ação das enzimas polifenoloxidase.

**Tabela 1.** Valores de cromaticidade L\*, a\* e b\* em farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	Cagaita			Mama-cadela			Mangaba		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Controle	79,20 ± 1,00 e	11,84 ± 0,47 d	25,36 ± 0,91 e	79,82 ± 1,87 e	9,72 ± 0,38 c	18,15 ± 0,78 c	49,44 ± 1,93 e	11,37 ± 1,20 d	18,68 ± 1,63 d
T1	59,16 ± 1,94 cd	6,78 ± 0,41 ab	16,33 ± 0,61 ab	59,80 ± 1,87 bc	7,13 ± 0,37 b	15,23 ± 0,87 a	47,21 ± 1,33 e	8,07 ± 0,33 b	11,67 ± 0,57 b
T2	59,21 ± 1,88 cd	6,30 ± 0,84 a	15,56 ± 1,47 a	60,52 ± 1,76 d	7,26 ± 0,26 b	15,50 ± 0,74 a	43,11 ± 0,98 d	9,41 ± 0,35 b	13,00 ± 0,82 c
T3	59,80 ± 1,75 cd	7,00 ± 0,27 bc	17,03 ± 0,45 bc	60,00 ± 1,56 cd	7,54 ± 0,31 b	15,80 ± 0,81 a	39,82 ± 1,37 c	9,44 ± 0,52 b	11,93 ± 1,02 bc
T4	60,62 ± 1,96 d	6,60 ± 0,35 ab	16,91 ± 0,66 bc	60,21 ± 1,74 d	7,62 ± 0,33 b	16,06 ± 1,12 ab	40,14 ± 1,35 c	10,46 ± 0,43 c	13,32 ± 0,95 c
T5	58,10 ± 1,91 b	7,41 ± 0,34 c	17,78 ± 0,75 cd	60,69 ± 1,83 d	7,26 ± 0,20 b	15,40 ± 0,67 a	39,96 ± 1,68 c	9,91 ± 0,58 bc	13,06 ± 1,38 bc
T6	59,00 ± 1,80 cd	6,90 ± 0,51 ab	17,70 ± 1,03 cd	58,14 ± 1,90 b	7,06 ± 0,48 b	16,27 ± 1,40 ab	37,35 ± 1,15 b	8,61 ± 0,48 a	12,34 ± 1,28 bc
T7	57,22 ± 1,56 a	7,40 ± 0,53 c	18,61 ± 1,39 d	55,96 ± 1,12 a	6,43 ± 0,40 a	16,10 ± 1,06 ab	33,17 ± 1,87 a	8,70 ± 1,12 a	8,91 ± 1,93 a

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05).

**Tabela 2.** Índice de absorção em água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), índice de absorção em óleo (IAO), índice de absorção em leite (IAL) e índice de solubilidade em leite (ISL) de farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	IAA	ISA	IAO	IAL	ISL
Controle	1,98 ± 0,08 a	3,89 ± 0,26 a	1,16 ± 0,03 a	2,17 ± 0,07 a	134,60 ± 0,67 a
T1	3,49 ± 0,13 b	6,85 ± 0,14 b	1,21 ± 0,09 ab	3,29 ± 0,06 b	129,53 ± 1,42 a
T2	3,37 ± 0,22 b	7,82 ± 0,63 c	1,36 ± 0,12 ab	3,41 ± 0,07 b	129,86 ± 2,33 a
T3	3,52 ± 0,1 b	7,18 ± 0,10 bc	1,34 ± 0,12 ab	3,42 ± 0,06 b	131,54 ± 2,07 a
T4	3,63 ± 0,26 b	7,15 ± 0,19 bc	1,40 ± 0,05 b	3,55 ± 0,06 b	132,10 ± 1,63 a
T5	3,66 ± 0,04 b	7,37 ± 0,05 bc	1,25 ± 0,06 ab	3,49 ± 0,23 b	130,76 ± 4,66 a
T6	3,55 ± 0,06 b	7,67 ± 0,05 c	1,30 ± 0,06 ab	3,48 ± 0,15 b	133,00 ± 1,52 a
T7	3,54 ± 0,03 b	7,51 ± 0,012 bc	1,32 ± 0,08 ab	3,58 ± 0,10 b	128,76 ± 2,23 a

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05). IAA, IAO e IAL (g gel/g de matéria seca); ISA e ISL (%).

Observa-se que, apesar da diferença significativa entre as amostras de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba (Tabela 1), as mesmas apresentaram o mesmo comportamento para os parâmetros de  $a^*$  e  $b^*$ , exibindo resultados positivos, o que indica que para os valores de  $a^*$  e  $b^*$  houve tendência ao vermelho e amarelo, respectivamente.

Joshi et al. (2015) ao estudarem as propriedades funcionais de farinhas de sementes, determinaram valores semelhantes aos apresentados na Tabela 1, em castanha do Brasil ( $L^*=60,38$ ,  $a^*=3,50$  e  $b^*=16,52$ ), em grão de bico ( $L^*=86,38$ ,  $a^*=2,96$  e  $b^*=19,87$ ) e em soja ( $L^*=71,40$ ,  $a^*=2,14$  e  $b^*=22,51$ ).

Resultados semelhantes aos das amostras de cagaita e mama-cadela foram encontrados por Dias e Leonel (2006) em caracterização físico-química de farinhas de mandioca (da classe amarela e tipo torrada), com  $L^*$  de 78,43,  $a^*$  de 3,77 e  $b^*$  de 25,97.

Com relação ao índice de absorção em água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), índice de absorção em óleo (IAO), índice de absorção em leite (IAL) e índice de solubilidade em leite (ISL) das farinhas de sementes de cagaita, estes estão representados na Tabela 2.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, as farinhas de sementes de cagaita exibiram diferenças estatísticas, para valores de IAA, ISA, IAO e IAL. Os IAA, IAO e IAL obtiveram melhores resultados na amostra T1, tratamento térmico de secagem a 60 °C apresentou eficiente. Já para o ISA, a amostra T2, proporcionou melhores resultados, sendo a torra a 110 °C, durante 10 minutos mais eficaz.

Os índices de absorção de água (IAA) e óleo (IAO) refletem a capacidade de absorção e retenção de água e/ou óleo de determinada amostra e dependem da exposição de grupos hidrofílicos e/ou hidrofóbicos das moléculas na mesma (TORRES et al., 2005). Estes índices são importantes na caracterização de farinhas com propriedade funcional tecnológica, além de influenciarem na aparência e comportamento de um produto (MAIA, 2000).

O índice de absorção em água (IAA), de uma farinha, é considerado viável para avaliação do acréscimo deste componente, em produtos cárneos, pães e bolos, permitindo a adição de água, a fim de facilitar o manuseio da massa e evitar seu ressecamento, durante o armazenamento (PORTE et al., 2011; CLERICI; EL-DASH, 2008). Sendo assim, quanto maior a porcentagem de farinha de semente de cagaita, utilizada para a elaboração destes produtos, maior será a absorção de água e, conseqüentemente, mais líquido poderá ser utilizado no processo, diminuindo, possivelmente, o custo da produção. Para este trabalho, em farinhas de sementes de cagaita, o tratamento térmico influenciou no acréscimo do IAA, quando comparadas com a amostra controle.

O índice de absorção em óleo (IAO) é conferido, principalmente, à ligação de partes proteicas da amostra às moléculas do óleo. Altos índices de absorção em óleo determinam se a farinha poderá ser utilizada em produtos cárneos (SILVA-SÁNCHEZ et. al. 2004) ou em produtos emulsionados como massas de bolos, maionese ou molhos para saladas (CHANDI; SOGI, 2007). Porte et al., (2011) relataram que farinhas com alto IAO são adequadas para o uso em produtos viscosos como sopas, queijos processados, massas e extensores de carne. De acordo com Rodriguez-Ambriz et al. (2005), esta característica melhora a palatabilidade do produto, por conferir propriedades adequadas de consistência, viscosidade e adesão, melhorando a qualidade da textura destes produtos, podendo assim, serem utilizadas como ingredientes análogos ou substitutos na formulação de produtos. Observa-se, na Tabela 2, que o tratamento térmico da amostra T4 (torra a 110 °C, durante 30 minutos) foi eficaz para o aumento do IAO, quando comparado com a amostra controle.

O índice de absorção em leite (IAL) é um dado determinante para a elaboração de produtos a base de leite como sobremesas lácteas, requeijão e doces, ou alimentos infantis instantâneos, podendo ser avaliado a rápida homogeneização desse produto ao leite (BECKER, 2010). Nota-se que as amostras de sementes de cagaita, submetidas ao tratamento térmico, apresentam maior IAL, podendo afirmar que o tratamento térmico intensificou essa propriedade.

O índice de solubilidade em água (ISA) confere a quantidade de sólidos solúveis em uma amostra seca, permitindo avaliar o efeito do tratamento, em função da degradação, gelatinização, dextrinização e, conseqüente, solubilização do amido (KHANAL, 2008). Logo, o tratamento térmico, submetido na amostra de sementes de cagaita T2, foi eficiente e suficiente para o aumento do ISA.

Farinhas que apresentam alto índice de solubilidade em leite (ISL) podem ser utilizados em alimentos infantis, sobremesas e produtos a base de leite. (BECKER, 2010). Observa-se que o tratamento térmico não interferiu no índice de solubilidade em leite (ISL) nas farinhas de sementes de cagaita, todas as amostras apresentaram dados, significativamente, semelhantes.

Resultados semelhantes de IAA foram encontrados em estudo com farelos de soja, sendo apresentada absorção de 3,28 g/g (KHATTAB; ARNTFIELD, 2009).

O índice de absorção em água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), índice de absorção em óleo (IAO), índice de absorção em leite (IAL) e índice de solubilidade em leite (ISL), das farinhas de sementes de mama-cadela, foram expostos, na Tabela 3.

O tratamento térmico, realizado nas farinhas de sementes de mama-cadela, influenciou, significativamente, nos dados das propriedades de absorção e solubilidade, os quais apresentaram diferenças estatísticas (Tabela 3).

Observa-se que em amostras de sementes de mama-cadela, o tratamento térmico da amostra T1 obteve, para IAA valor de 2,87 g gel/g de matéria seca, IAO de 1,05 g gel/g de matéria seca e ISL de 153,38%, estatisticamente, igual aos demais tratamentos térmicos, apresentando eficiente. Para o ISA, a amostra T5 exibiu melhor resultado (14,44%), sendo o tratamento térmico desta amostra o mais eficaz para esse parâmetro.

As farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas ao tratamento térmico exibiram menor valor de IAL, em comparação com a amostra controle (2,82 g gel/g de matéria seca). Com esse dado, pode-se afirmar que as farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas ao tratamento térmico, não possuem boa absorção em leite, logo, não indicada para elaboração de produtos à base de leite.

Zambrano et al. (2001) descreveu o IAA do milho de 2,32 g/g, semelhante aos dados apresentados na Tabela 3 para farinhas de sementes de mama-cadela.

Resultados próximos foram descritos por Ribeiro (2014), em caracterização de farinhas de quinoa linhaça dourada e soja para a aplicação em biscoitos, obtendo IAA de 2,88 g/g e 2,22 g/g em farinhas de quinoa e trigo, respectivamente.

Porte et al. (2011) encontraram valores elevados para capacidade de absorção em água, em farinhas de sementes de abóbora (446,8%) e mamão (640,88%), possivelmente, pela alta quantidade de fibras presente nestas sementes. Os mesmos autores apresentaram altos dados relativos à absorção em óleo para as farinhas de sementes de abóbora (180,28%) e mamão (247,61%), logo, concluíram que estas farinhas podem ser acrescidas às sopas, produtos cárneos ou de panificação, devido elevados teores de absorção em água e óleo. Pode-se afirmar que as farinhas de sementes de mama-cadela submetidas ao tratamento térmico obtiveram melhor capacidade de absorção em água e óleo, quando comparadas com a amostra controle.

Os dados de índice de absorção em água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), índice de absorção em óleo (IAO), índice de absorção em leite (IAL) e índice de solubilidade em leite (ISL) das farinhas de sementes de mangaba estão representados na Tabela 4.

De acordo com a Tabela 4, os valores de ISA, IAL e ISL, em farinhas de sementes de mangaba, foram influenciados pelo tratamento térmico. Já os valores de IAA e IAO permaneceram, estatisticamente, estáveis em todas as amostras de sementes de mangaba, com valores de 3,06 e 0,99 g gel/g de matéria seca, respectivamente. Prontamente, pode-se afirmar

que o tratamento térmico não influenciou na absorção de água e óleo em farinhas de sementes de mangaba, como consequência, sugere-se que estas não sejam utilizadas em formulações de produtos cárneos ou emulsionados como molhos e massas de bolos. Logo, para ser utilizado na formulação desse tipo de produto é necessário que se tenha farinha com alto teor de absorção de água, pois farinhas que apresentam valores de absorção de água menores do que 55% não são indicadas para estes tipos de produtos. Isto dá-se devido ao fato de que, durante o processamento, é necessária a adição de quantidade de água para a realização de vários fenômenos indispensáveis à obtenção de produtos de qualidade, entre eles: a união das partículas do glúten e realização da ação aglutinante deste, a garantia da umidade final do produto, a dissolução de ingredientes hidrófilos, a ativação das enzimas e o desenvolvimento da fermentação. Sendo assim, uma farinha com baixa absorção de água não gera um produto ideal, pois a água necessária para a obtenção deste não será absorvida e não realizará as funções acima citadas (TANHEHCO; PERRY, 2008).

O tratamento térmico de torra a 110 °C por 10 minutos, demonstrou eficiente no aumento do ISA em farinhas de sementes de mangaba. Para os dois parâmetros em leite (Tabela 4), absorção e solubilidade, a secagem a 60 °C ofereceu, respectivamente, 3,21 g gel/g de matéria seca e 144,40%, assim apresentando eficiente, pois as demais amostras, submetidas ao tratamento térmico, foram, estatisticamente, iguais a estes.

De acordo com Clerici e El-Dash (2008), em estudo de características tecnológicas de farinhas de arroz pré-gelatinizadas, o IAA das amostras analisadas foi influenciado pela temperatura e pela umidade, pois atingiram maiores valores em temperaturas mais altas e em menores teores de umidade.

Barbosa et al. (2006) afirmam que baixos valores de IAA podem ser influenciados pelo tamanho dos grânulos. Os autores observaram que o ISA e o IAA, para a fécula de mandioca, foram inferiores aos encontrados na farinha de arroz, logo, devido o grânulo da mandioca apresentar tamanho superior ao do arroz, tem menor superfície de contato, dificultando a entrada de água no grânulo de mandioca, pois a amostra possui estrutura compacta. Para este estudo, em farinhas de sementes de mangaba, o tratamento térmico não influenciou no IAA, porém para o ISA, houve um aumento nas amostras submetidas ao tratamento térmico.

Em estudo realizado por Tavares et al. (2012), o índice de absorção e solubilidade em água foi influenciado pelo aquecimento. Os autores relatam aumento do IAA e do ISA à medida que aumentou-se o tempo de torra em farinhas de arroz (micro-ondas) e os teores mais elevados do ISA apresentaram 25%.

**Tabela 3.** Índice de absorção em água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), índice de absorção em óleo (IAO), índice de absorção em leite (IAL) e índice de solubilidade em leite (ISL) de farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	IAA	ISA	IAO	IAL	ISL
Controle	2,25 ± 0,10 a	6,93 ± 0,21 a	0,85 ± 0,06 a	5,55 ± 0,47 b	74,46 ± 3,78 a
T1	2,87 ± 0,09 bc	12,44 ± 0,11 b	1,05 ± 0,07 b	2,82 ± 0,07 a	153,38 ± 3,92 bc
T2	2,80 ± 0,09 bc	13,49 ± 0,05 c	1,11 ± 0,08 b	2,78 ± 0,07 a	148,48 ± 1,61 bc
T3	2,89 ± 0,03 bc	13,65 ± 0,17 c	1,11 ± 0,01 b	2,79 ± 0,14 a	148,02 ± 3,73 bc
T4	2,92 ± 0,07 c	13,71 ± 0,25 c	1,08 ± 0,04 b	2,79 ± 0,02 a	151,08 ± 1,71 bc
T5	3,00 ± 0,02 c	14,44 ± 0,37 d	1,05 ± 0,1 b	2,78 ± 0,09 a	145,41 ± 4,01 b
T6	2,85 ± 0,06 bc	13,33 ± 0,12 c	1,12 ± 0,08 b	2,72 ± 0,13 a	156,49 ± 2,63 c
T7	2,81 ± 0,07 bc	13,42 ± 0,33 c	1,05 ± 0,03 b	2,66 ± 0,08 a	154,13 ± 0,74 c

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05). IAA, IAO e IAL (g gel/g de matéria seca); ISA e ISL (%).

**Tabela 4.** Índice de absorção em água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), índice de absorção em óleo (IAO), índice de absorção em leite (IAL) e índice de solubilidade em leite (ISL) de farinhas de sementes de mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	IAA	ISA	IAO	IAL	ISL
Controle	3,06 ± 0,16 a	8,64 ± 0,74 a	0,99 ± 0,09 a	2,69 ± 0,17 a	134,68 ± 3,26 a
T1	3,01 ± 0,03 a	12,26 ± 0,81 b	0,92 ± 0,02 a	3,21 ± 0,07 b	144,40 ± 1,61 b
T2	3,01 ± 0,08 a	15,90 ± 1,53 c	0,94 ± 0,02 a	3,35 ± 0,03 b	146,21 ± 3,54 b
T3	3,03 ± 0,03 a	15,14 ± 1,41 bc	0,97 ± 0,05 a	3,27 ± 0,02 b	144 ± 0,92 b
T4	2,97 ± 0,06 a	15,74 ± 1,52 c	1,06 ± 0,07 a	3,15 ± 0,04 b	144,44 ± 1,67 b
T5	3,09 ± 0,05 a	13,70 ± 1,12 bc	1,01 ± 0,08 a	3,18 ± 0,03 b	146,39 ± 1,36 b
T6	3,04 ± 0,02 a	13,28 ± 1,04 bc	0,97 ± 0,04 a	3,18 ± 0,03 b	143,97 ± 0,90 b
T7	2,98 ± 0,04 a	13,10 ± 1,24 bc	0,96 ± 0,02 a	3,18 ± 0,06 b	143,31 ± 3,19 b

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05). IAA, IAO e IAL (g gel/g de matéria seca); ISA e ISL (%).

Foram encontrados, em farelo de sementes canola, IAA de 3,90 g/g (KHATTAB; ARNTFIELD, 2009), resultados maiores aos comparados com a Tabela 4 em farinhas de sementes de mangaba.

Resultados inferiores foram descritos por Fiorda et al. (2013), em pesquisa com aproveitamento do bagaço da mandioca, cujo IAO foi de 0,59 g gel/g de matéria seca na farinha do bagaço da mandioca.

Foi observado, por Khattab e Arntfield (2009), que o tratamento térmico aumentou o IAO em todas as amostras de sementes de canola, linhaça e soja, analisadas após torra, a 180 °C por 15 minutos, cujos teores encontrados para IAO foram superiores aos apresentados na Tabela 4, em sementes de linhaça (218,1 g/100g), de canola (231,85 g/100g) e de soja (240,45 g/100g).

A atividade de água de farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba estão apresentadas na Tabela 5.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 5, o tratamento térmico influenciou, significativamente, a atividade de água das farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba.

**Tabela 5.** Valores de atividade de água em farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	Cagaita	Mama-cadela	Mangaba
Controle	0,988 ± 0,004 f	0,968 ± 0,002 e	0,984 ± 0,002 f
T1	0,525 ± 0,01 e	0,133 ± 0,007 d	0,207 ± 0,007 e
T2	0,314 ± 0,003 d	0,083 ± 0,001 b	0,150 ± 0,005 c
T3	0,085 ± 0,004 b	0,062 ± 0,003 a	0,114 ± 0,005 b
T4	0,079 ± 0,001 b	0,064 ± 0,003 a	0,127 ± 0,006 b
T5	0,161 ± 0,001 c	0,100 ± 0,004 c	0,182 ± 0,007d
T6	0,084 ± 0,005 b	0,074 ± 0,003 b	0,152 ± 0,005 c
T7	0,038 ± 0,001 a	0,075 ± 0,003 b	0,096 ± 0,003a

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05).

A atividade de água é uma variável fundamental no controle da qualidade de alimentos. Atividade de água abaixo de 0,60 impede o desenvolvimento de micro-organismos, evitando a degradação do alimento (CHISTÉ et al., 2006).

A atividade de água, nas farinhas de sementes, variou de 0,988 a 0,038 para cagaita, de 0,968 a 0,062 para a mama-cadela e 0,984 a 0,096 para a mangaba (Tabela 5). Baixos teores



de atividade de água para as farinhas de sementes, submetidas ao tratamento térmico, já eram esperados, uma vez que a secagem consiste na remoção da água livre do alimento.

Segundo Silva Júnior (2007), a atividade de água é a quantidade de água livre de um alimento, capaz de promover o metabolismo dos micro-organismos. A conservação do alimento implica em escassez de água em sua superfície, de tal modo que atividade menor ou igual a 0,6 não existe água livre para beneficiar o metabolismo de bactérias, porém, certos fungos podem se reproduzir (SILVA JÚNIOR, 2007). Contudo, atividade de água inferior a 0,3 pode favorecer a oxidação lipídica do alimento (FERREIRA NETO et al., 2005). A diminuição da atividade de água oferece vantagens à indústria, facilitando o transporte, a manipulação do produto e aumenta sua vida de prateleira.

Silva Júnior (2007) afirma que atividade de água de 0,6 a 0,84, em farinhas, não há crescimento de bactérias patogênicas. Considerando um produto com atividade de água inferior a 0,60 microbiologicamente estável, o tratamento térmico favoreceu este parâmetro, com a diminuição da atividade de água para todas as farinhas de sementes analisadas, em comparação com a amostra controle. Logo, a utilização da secagem, em farinhas de sementes de frutos do Cerrado, proporcionou valores de atividade de água satisfatórios.

Cazarin et al. (2014), em estudo da composição química da farinha da casca do maracujá, seca em estufa a 50 °C, foi encontrada atividade de água de 0,43, sendo esta inferior à amostra T1 para farinha de sementes de cagaita, quando comparado com as farinhas submetidas ao tratamento térmico, deste estudo (Tabela 5).

Em utilização de bagaço de mandioca como farinha Fiorda et al. (2013) realizaram desidratação em estufa a 55 °C e encontraram atividade de água de 0,387, dado maior quando comparado às farinhas de mama-cadela e mangaba submetidas ao tratamento térmico (Tabela 5).

### 3.4 CONCLUSÃO

O tratamento térmico influenciou na cor das farinhas de sementes de frutos do Cerrado. De acordo com os índices de absorção e solubilidade, as farinhas de sementes de cagaita submetidas ao tratamento térmico podem ser indicadas no uso de produtos cárneos, panificados, produtos viscosos, massas de bolos, sobremesas lácteas, dentre outros. As farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas ao tratamento térmico, não exibiram boa

absorção em leite. Já as farinhas de sementes de mangaba submetidas ao tratamento térmico apresentaram boa solubilidade em água e, também, solubilidade e absorção em leite, logo, podem ser utilizadas na elaboração de produtos à base de leite como sobremesas lácteas, requeijão e doces, ou alimentos infantis instantâneos.

O tratamento térmico favoreceu a diminuição da atividade de água para todas as farinhas de sementes analisadas, apresentando microbiologicamente estáveis.

## REFERÊNCIAS

- BALERONI, C. R. S.; MORAES, M. L. T.; MORAES, S. M. B; SOUZA, C. S.; SÁ, M. E. Composição química de sementes das espécies florestais mamica-de-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Tréc), marolo arbóreo (*Annona crassiflora* Mart.), marolo-rasteiro (*Annona dioica* St. Hil.), chichá-do-cerrado (*Sterculia striata* St. Hil. ex Turpin) e imbuia (*Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso). **Ciências Agrárias e da Saúde**, Andradina, v. 2, p. 28-32, 2002.
- BARBOSA, L. N.; GARCIA, L. V.; TOLOTTI, K. D.; GOELLNER, T.; AUGUSTO-RUIZ, W.; SANTO, M. E. Elaboração de embutido tipo mortadela com farinha de arroz. **Vetor**, Rio Grande, v. 16, n. 1, p. 11-20, 2006.
- BARROSO, R. R.; RUBERT, S. **Elaboração e caracterização de uma bebida láctea acrescida de farinha de quinoa e inulina**. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.
- BECKER, F. S. **Caracterização de farinhas cruas e extrusadas obtidas a partir de grãos quebrados de diferentes genótipos de arroz**. 79 f. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2010.
- CARDOSO, L. M.; MARTINO, H. S. D.; MOREIRA, A. V. B.; RIBEIRO, S. M. R.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: Physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins. **Food Research International**, v. 44, p. 2151-2154, 2011.
- CAZARIN, C. B. B.; SILVA, J. K.; COLOMEU, T. C.; ZOLLNER, R. L.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1699-1704, 2014.
- CHANDI, G. K.; SOGI, D. S. Functional properties of rice bran proteins concentrates. **Journal of Food Engineering**. v. 79, p. 592-597, 2007.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOS JÚNIOR, A. G. A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 861-864, 2006.
- CLERICI, M. T. P. S.; EL-DASH, A. A. Características tecnológicas de farinhas de arroz pré-gelatinizadas obtidas por extrusão termoplástica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1543-1550, 2008.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 692-700, 2006.

EMBRAPA (Brasil). **Princípios de secagem de alimentos**. Brasília, DF, 2010. 51 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2010.

FERREIRA NETO, C. J.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 29, n. 4, p. 794-802, 2005.

FIORDA, F. A.; SOARES JÚNIOR, M. S.; SILVA, F. A.; SOUTO, L. R. F.; GROSSMANN, M. V. E. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 4, p. 408-416, 2013.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008. 512 p.

JOSHI, A. U.; LIU, C.; SATHE, S. K. Functional properties of select seed flours. **LWT - Food Science and Technology**, v. 60, p. 325-331, 2015.

JORGE, N.; MORENO, D. M.; BERTANHA, B. J. *Eugenia dysenterica* dc: actividad antioxidante, perfil de ácidos grasos y determinación de tocoferoles. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 37, n. 2, 2010.

KHANAL, S. K. **Anaerobic biotechnology for bioenergy production**: principles and applications, Honolu: Wiley-Blackwell, 2008. 301p.

KHATTAB, R. Y.; ARNTFIELD, S. D. Functional properties of raw and processed canola meal. **Food Science and Technology**, v. 42, p. 1119-1124, 2009.

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

LEITE JÚNIOR, B. R. C.; OLIVEIRA, P. M.; CASTRO, R. L. E.; LAMAS, J. M. N.; MARTINS, E. M. F. Desenvolvimento e caracterização de doce de goiaba cremoso adicionado de farinha de okara. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 15, n. 2, p. 25-37, 2013.

MAIA, L. H. **Características químicas e propriedades funcionais do mingau desidratado de arroz e soja e, propriedades reológicas e sensoriais deste mingau reconstituído.**

Dissertação de Mestrado. Instituto de Tecnologia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 110 p., 2000.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pyrus* sp.) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001.

PAUCAR-MENACHO, L. M.; SILVA, L. H.; BARRETO, P. A. A.; MAZAL, G.; FAKHOURI, F. M.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado protéico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 767-778, 2008.

PORTE, A.; SILVA, E. F.; ALMEIDA, V. D. S.; SILVA, T. X.; PORTE, L. H. M. Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de abóbora (*Cucurbita* sp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.1, p.91-96, 2011.

REPO-CARRASCO-VALENCIA, R.; HELLSTRÖM, J. K.; PIHLAVA, J.-M.; MATTILA, P. H. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). **Food Chemistry**, v. 120, p. 128-133, 2010.

RIBEIRO, G. P. **Elaboração e caracterização de farinhas de quinoa, linhaça dourada e soja para aplicação em biscoitos doce sabor coco.** 2014. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso - Tecnologia em Alimentos - Universidade Tecnológica de Londrina, Universidade Federal do Paraná 2014.

RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S. L.; MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, G.; GONZÁLEZ, J. E. C.; TRUJILLO, J.P.P. Composition and functional properties of *Lupinus campestris* protein isolates. **Plants Foods for Human Nutrition**, v. 60, p. 99-107, 2005.

SANTANA, M. F. S. Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá. 2005. 168p. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

SILVA-SÁNCHEZ, C.; GONZÁLEZ-CASTANHEDA, J. ; DE LÉON-RODRÍGUEZ, A.; BARBA DE LA ROSA, A. P. Functional and rheological properties of amaranth albumins extracted from two mexican varieties. **Plant Foods for human nutrition**, v. 59, p. 169-174, 2004.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, O. L.; BAGALDO, A. R.; BEZERRA, L. R.; CARVALHO, S. T.; ABREU, C. L.; LEÃO, A. G. Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de ruminantes. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 4, p.3 70-379, 2014.

SILVA JÚNIOR, E. A. **Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação**. São Paulo: Varela, 2007. 623 p.

SIKORSKI, Z. E.; POKORNY, J.; DAMODARAN, S. (Ed). A. **Interações físicas e químicas dos componentes dos alimentos**. In: Fennema, Química de alimentos de Fennema. Zaragoza: Acibria, 2010. cap. 14, p. 661-688.

SIOW, H.; GAN, C. Functional protein from cumin seed (*Cuminum cyminum*): Optimization and characterization studies. **Food Hydrocolloids**, v. 41, p. 178-187, 2014.

TANG, Y.; LI, X.; ZHANG, B.; CHEN, P. X.; LIU, R.; TSAO, R. Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. **Food Chemistry**, v. 166, p. 380-388, 2015.

TANHEHCO, E. J.; PERRY, K. W. **Soft wheat quality**. In: SUMNU, S. G.; SAHIN, S. (Eds.). Food Engineering Aspects of Baking Sweet Goods. New York: CRC Pr I Llc, 2008.

TAVARES, J. S.; SOARES JÚNIOR S.; BECKER, F. S.; COSTA, E. E. Mudanças funcionais de farinha de arroz torrada com micro-ondas em função do teor de umidade e do tempo de processamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 6, p. 1102-1109, 2012.

TORRES, L. L. G.; EL-DASH, A. A.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R.; GERMANI, R.; MIGUEZ, M. Efeito da umidade e da temperatura no processamento de farinha de banana verde (*Musa acuminata*, Grupo AAA) por extrusão termoplástica. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 273-290, 2005.

VEGA-GÁLVEZ, A.; MIRANDA, M.; VERGARA, J.; URIBE, E.; PUENTE, L.; MARTÍNEZ, E. A. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: A review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, p. 2541-2547, 2010.

VIEIRA, G.S. **Desenvolvimento e Caracterização de Barras de Cereais com Mangaba.** Trabalho de conclusão de curso de engenharia de alimentos da Universidade Federal de Sergipe, Brasil, 2007.

ZAMBRANO, M. L.; MELÉNDEZ, R.; GALLARDO, Y. Propiedades funcionales y metodología para su evaluación en fibra dietética. In: **Fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos.** F. M. Lajolo, F.; Saura-Calixto, E. Witting; Wenzel de Menezes (Eds.), São Paulo: Livraría LTDA, 2001. p. 195-209.

#### 4 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE FARINHAS DE SEMENTES DE CAGAITA (*Eugenia dysenterica*) SUBMETIDAS À DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM

##### RESUMO

Dentre as espécies nativas de importância no Cerrado brasileiro, destaca-se a cagaiteira (*Eugenia dysenterica*), cujos frutos são denominados de cagaita, sendo muito utilizada na culinária local ou consumida *in natura*, possuindo excelente quantidade de vitamina C e baixo valor calórico. O objetivo deste trabalho foi analisar, quimicamente, as farinhas de sementes de cagaita, submetidas à secagem a 60 °C e às torras a 110 °C e 130 °C durante 10, 20 e 30 minutos, comparando-as à semente *in natura*. Determinou-se o pH, acidez titulável, sólidos solúveis, umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos, valor energético, potencial antioxidante, compostos fenólicos e minerais. Observou-se com os resultados obtidos que a umidade foi influenciada pelo tratamento térmico, porém, este não interferiu no pH das amostras. Todas as amostras submetidas ao tratamento térmico apresentaram maiores resultados de acidez titulável total, teor de sólidos solúveis, cinzas, carboidratos, lipídeos, proteínas, valor energético total e minerais, quando comparadas com a amostra controle. Dentre os minerais, destacam-se as quantidades de fósforo e magnésio, das amostras submetidas ao tratamento térmico, os quais exibiram quantidades significativas da Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos. Em relação ao potencial antioxidante, em extrato etéreo, a amostra que obteve maior teor foi a farinha torrada a 110 °C por 20 minutos (Ic<sub>50</sub> de 292,12 µg/mL). As amostras secas a 60 °C obtiveram maior capacidade antioxidante em extrato etanólico (Ic<sub>50</sub> de 284,19 µg/mL) e aquoso (Ic<sub>50</sub> de 331,67 µg/mL). Para quantidade de fenólicos totais, em extrato etanólico, a amostra controle obteve o maior índice, e em extrato aquoso, o tratamento térmico intensificou os resultados de fenólicos. Logo, o aproveitamento da semente de cagaita é uma alternativa para a utilização em produtos alimentícios, pois este co-produto apresenta compostos bioativos.

**Palavras-chave:** *Eugenia dysenterica*, Cerrado, frutas nativas, compostos bioativos.\*

---

\* Artigo a ser submetido. Comitê orientador: Clarissa Damiani – UFG (orientadora), Flávio Alves da Silva – UFG (coorientador), Armando García Rodríguez – UFG (coorientador).



## ABSTRACT

Among the native species of importance in the Brazilian Cerrado, there is the cagaiteira (*Eugenia dysenterica*), whose fruits are called cagaita, commonly used in local cuisine or consumed fresh, having great amount of vitamin C and low calorie. The objective of this study was to analyze chemically the cagaita seed meal, submitted to drying at 60 °C and roasts to 110 °C and 130 °C for 10, 20 and 30 minutes, comparing them to the seed *in nature*. It was determined the pH, titratable acidity, soluble solids, moisture, ash, protein, lipids, carbohydrates, energy, antioxidant potential, phenolic compounds and minerals. It was observed with the results that the moisture was influenced by the heat treatment, but this did not affect the pH of the samples. All samples submitted to heat treatment showed better results of titratable acidity, soluble solids, ash, carbohydrates, lipids, proteins, total energy and minerals, compared to the control sample. Tooth minerals, there are the amounts of phosphorus and magnesium, of the samples submitted to heat treatment, which exhibited significant amounts of Recommended Daily Intake (RDI) for adults. In relation to the antioxidant potential, ether extract, the sample with highest content was toasted flour at 110 °C for 20 minutes ( $IC_{50}$  292,12  $\mu\text{g/mL}$ ). The samples dried at 60 °C had higher antioxidant capacity in ethanolic extract ( $IC_{50}$  284,19  $\mu\text{g/mL}$ ) and aqueous ( $IC_{50}$  331,67  $\mu\text{g/mL}$ ). For content of phenolic compounds in ethanol extract, the control sample had the highest index, and aqueous extract, heat treatment intensified the results of phenolics. Therefore, the use of seed cagaita is an alternative for the use in food products, as this co-product has bioactive compounds.

**Keywords:** *Eugenia dysenterica*, Cerrado, native fruits, bioactive compounds.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é o segundo maior bioma da América do Sul, perdendo para a floresta Amazônica em extensão (KLINK; MACHADO, 2005), considerado a savana mais rica do mundo, devido à biodiversidade de vegetação (MENDONÇA et al., 2008). Dentre as diversas espécies arbóreas, destaca-se a cagaiteira por desempenhar potencial ornamental e econômico na região. A cagaiteira (*Eugenia dysenterica*), árvore frutífera da família Myrtaceae, (SOUZA, 2006), cujos frutos são denominados de cagaita, possui coloração amarelo clara e podem ser encontrados no fim de setembro e início de outubro, contendo de 1 a 3 sementes (EMBRAPA, 2006). No Cerrado, também, pode-se encontrar na família Myrtaceae, as frutas gabioba, pitanga, pera-do-cerrado e araçá (FERREIRA, 1972).

A cagaita é utilizada na culinária, na produção de compotas de doces, de pudins, de geleias, de sorvetes, de refrescos, de sucos, de licores, de vinhos, de vinagre e de álcool (BRASIL, 2008; CORRÊA, 1984; OLIVEIRA et al., 2011), além de ser usada na medicina popular, para o tratamento de diversas enfermidades (BRANDÃO, 1991). Porém, deve-se tomar cuidado com seu consumo, pois causa efeito laxativo, sobretudo, quando fermentadas ao sol (EMBRAPA, 2006).

A cagaita oferece baixo valor energético e excelente quantidade de vitamina C, além de apresentar valores significativos de licopeno,  $\alpha$ -caroteno e  $\beta$ -caroteno (CARDOSO et al.; 2011). Suas sementes destacam-se por possuir propriedades antioxidantes, que está relacionado ao elevado conteúdo de compostos fenólicos, além de apresentar quantidades significativas de ácidos graxos oléico e linoléico (JORGE; MORENO; BERTANHA, 2010). O consumo de antioxidantes fenólicos diminui o risco do desenvolvimento de doenças como aterosclerose, doenças cardiovasculares, cânceres, infecções e mal de Alzheimer, além da ação antimicrobiana e antiviral (FRUHWIRTH; HERMETTER, 2007).

Alimentos de origem vegetal possuem alto teor de água e oferecem vida útil reduzida após colheita, logo, exibem menor tempo de armazenamento. A polpa da cagaita possui elevado conteúdo de água (CARDOSO et al., 2011), as sementes apresentam cerca de 50% de água (DUARTE et al., 2006).

O aproveitamento integral de frutos tem importância nutricional, além de evitar o descarte indevido de resíduos em local inapropriado, o qual gera o aumento de micro-organismos. Um dos processos amplamente utilizados pelas indústrias de alimentos é a secagem, o qual auxilia na melhora da palatabilidade e qualidade nutricional, diminuindo o peso do produto, consequentemente, redução com custos de transporte, embalagem e

armazenamento, além de aumentar o tempo de vida do produto, atribuindo a ele maior estabilidade.

Estudos têm relatado características importantes encontradas em sementes, as quais, geralmente, são desprezadas durante o processamento de frutos. Sementes de jabolão, frutos da família Myrtaceae, possuem compostos fenólicos e apresentam capacidade antioxidante, os mesmos, contêm ácidos graxos insaturados, sendo mais abundante o ácido linoléico, um ácido graxo essencial (LUZIA; JORGE, 2009).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi analisar as características nutricionais, de farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.

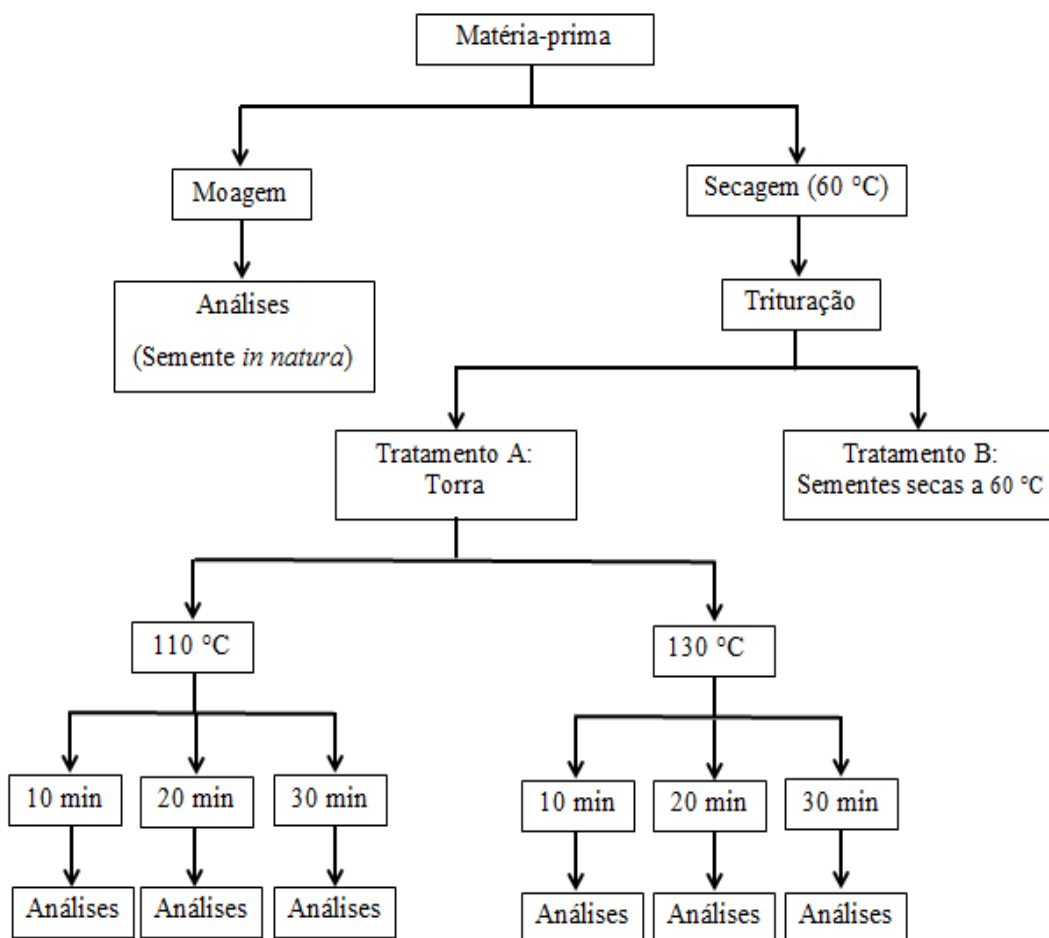
## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1 Matéria-prima

As sementes de cagaita, safra 2013, foram doadas pela empresa Frutos do Brasil, localizada em Goiânia – GO. As mesmas foram levadas para a Planta Piloto, de Processamento de Vegetais, do Setor de Engenharia de Alimentos, da Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás em Goiânia, onde foram higienizadas e feito o preparo das farinhas.

### 4.2.2 Processamento da matéria-prima

As sementes foram lavadas, em água corrente, para a eliminação dos resíduos dos frutos e imersas em solução de água clorada a 200 ppm por 15 minutos para completa higienização. Após, foram congeladas em congelador rápido (IRINOX, M.HCM 141/50) e armazenadas em freezers até a produção das diferentes farinhas. O fluxograma, na Figura 6, apresenta o processo de secagem e torra para a elaboração das farinhas.



**Figura 6.** Fluxograma de processamento de farinhas de sementes de cagaita.

As sementes de cagaita foram divididas em dois lotes, sendo um deles utilizado para as análises das sementes *in natura* (amostra controle) e o outro para a confecção das farinhas torradas. Estas foram secas em estufa de circulação de ar a 60 °C, e após terem atingido 10% de umidade (base úmida), foram trituradas em liquidificador industrial. Em seguida, foram divididas em dois lotes (A e B). No tratamento A, a aplicação das torras a 110 e 130 °C e no tratamento B, a farinha, oriunda da secagem a 60 °C. As torras foram feitas em forno elétrico doméstico, da marca Layr, modelo New Stylus, ano 2011. Todas as farinhas de sementes foram embaladas a vácuo (PEBD/Nylon/PEBD), reembaladas em embalagens metalizadas e armazenadas em freezers a -18 °C, até o momento das análises. As análises foram realizadas na Universidade Federal de Goiás, em Goiânia, no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos, da Faculdade de Farmácia e no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos, do Departamento de Engenharia de Alimentos.

As análises químicas foram realizadas nos seguintes tratamentos:

- Controle: semente *in natura*;

- T1 – Tratamento 1: secagem a 60 °C;
- T2 – Tratamento 2: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 10 minutos;
- T3 – Tratamento 3: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 20 minutos;
- T4 – Tratamento 4: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 30 minutos;
- T5 – Tratamento 5: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 10 minutos;
- T6 – Tratamento 6: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 20 minutos;
- T7 – Tratamento 7: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 30 minutos.

#### **4.2.3 Análises químicas**

Todas as análises foram realizadas em triplicatas e os resultados expressos por meio de média e desvio padrão.

##### **4.2.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)**

Utilizou-se o potenciômetro digital (Micronal – B474) para medição do pH. O aparelho foi calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0, segundo metodologia proposta pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2012).

##### **4.2.3.2 Acidez total titulável**

A acidez total titulável foi determinada por titulação, com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, segundo metodologia proposta pela AOAC (2012). Os resultados obtidos foram expressos em % de ácido cítrico.

##### **4.2.3.3 Sólidos solúveis**

O teor de sólidos solúveis totais foi realizado, utilizando-se refratômetro digital (marca Reichert), conforme metodologia preconizada pela AOAC (2012) e os resultados foram expressos em °Brix (°B).

##### **4.2.3.4 Umidade**

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa a 105 °C, até peso constante, conforme a AOAC (2012) e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 4.2.3.5 Cinzas

A determinação de cinzas foi realizada pelo método de incineração, em mufla a 550 °C, conforme método proposto pela AOAC (2012) e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 4.2.3.6 Proteínas

A concentração de nitrogênio total foi determinada pelo Método de Kjeldahl (1883), considerando-se 6,25 como fator de conversão para o cálculo de proteína bruta, segundo normas descritas na AOAC (2012) e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 4.2.3.7 Lipídeos totais

O teor de lipídeos totais foi determinado por meio do Método de Bligh-Dyer (1959). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 4.2.3.8 Carboidratos totais

Os carboidratos foram determinados pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de proteína, lipídeos, umidade e cinzas, segundo o método proposto pela AOAC (2012) e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 4.2.3.9 Valor energético total

O valor energético total foi calculado utilizando-se os coeficientes de Atwater (carboidratos = 4,0 Kcal/g; lipídeos = 9,0 Kcal/g; proteínas = 4,0 Kcal/g), segundo Atwater e Woods (1896). Os resultados foram expressos em Kcal.

#### 4.2.3.10 Compostos fenólicos

O teor de compostos fenólicos, nos extratos etanólico e aquoso, foram determinados em espectrofotômetro (Biospectro SP-220), a 700 nm, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, segundo metodologia de Zielinski e Kozłowska (2000). Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (EAG) por 100 gramas de amostra.

#### 4.2.3.11 Potencial antioxidante

O potencial antioxidante foi determinado pelo método do DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazil), segundo Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), com modificações segundo

Borguini et al. (2013). Extratos em soluções de éter etílico, álcool etílico e água foram determinados, espectrofotometricamente, a 517 nm. Os resultados foram expressos em % de descoloração e os cálculos foram executados com o auxílio da Equação 6:

$$\% \text{ descoloração do DPPH} = \left[ 1 - \left( \frac{\text{Abs amostra} - \text{Abs branco}}{\text{Abs controle}} \right) \right] \times 100 \quad (6)$$

No qual, Abs amostra é a absorbância da amostra; Abs branco é a absorbância do branco; Abs controle é a absorbância do controle (750 µL de metanol + 1,5 mL de DPPH).

#### 4.2.3.12 Perfil de minerais

Para a determinação dos minerais, utilizou-se a metodologia proposta pela AOAC (2012) e utilizado o equipamento Espectrômetro de Emissão Óptica por Plasma Indutivamente Acoplado (ICP Optical Emission Spectrometer) com Software ICP Expert II. Foram quantificados os seguintes minerais: potássio, sódio, fósforo, cálcio, magnésio, chumbo, ferro, cobre, zinco, níquel, manganês, mercúrio, molibdênio, cobalto e cádmio. Os resultados foram expressos em mg/100 g de amostra.

#### 4.2.4 Análise estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos, sendo um controle. Cada tratamento foi repetido três vezes.

Para análise estatística todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância. As médias dos tratamentos, quando significativo, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2010).

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 6, está apresentada as médias de pH, acidez titulável total em ácido cítrico e sólidos solúveis das farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.

**Tabela 6.** Teores de pH, acidez titulável total, em ácido cítrico, e sólidos solúveis em farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	pH	Acidez titulável (%) <sup>2</sup>	SS (°Brix)
Controle	5,06 ± 0,04 bcd	0,09 ± 0,01 a	0,6 ± 0,06 a
T1	4,96 ± 0,06 a	0,15 ± 0,01 b	0,9 ± 0,06 b
T2	5,00 ± 0,02ab	0,15 ± 0,01 b	1,1 ± 0,06 d
T3	5,00 ± 0,02 ab	0,15 ± 0,01 b	1,1 ± 0,06 d
T4	5,04 ± 0,01 abcd	0,15 ± 0,01 b	1,1 ± 0,06 cd
T5	5,03 ± 0,01 abc	0,15 ± 0,01 b	1,0 ± 0,06 bcd
T6	5,09 ± 0,02 cd	0,14 ± 0,01 b	1,0 ± 0 bcd
T7	5,12 ± 0,03 d	0,13 ± 0,01 b	1,0 ± 0 bcd

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05). <sup>2</sup> Resultados expressos em % de ácido cítrico. SS= sólidos solúveis.

De acordo com a Tabela 6, houve diferença significativa para o pH, acidez titulável total e sólidos solúveis nas farinhas de sementes de cagaita.

O pH auxilia na determinação da acidez e estes parâmetros influenciam no estado de conservação do produto. Baixos valores de pH e alta acidez são preferidos pela indústria de alimentos, pois evitam o favorecimento de atividades enzimáticas e o desenvolvimento de micro-organismos (HOFFMANN, 2001). Para este estudo (Tabela 6), com o tratamento térmico, houve redução no pH e aumento na acidez titulável total nas farinhas de sementes de cagaita. A secagem da amostra T1 foi eficiente e suficiente para a diminuição do pH e para o aumento da acidez total da farinha de cagaita, não necessitando de torra para esses parâmetros.

Roesler et al. (2007), em estudo da atividade antioxidante de frutos do Cerrado, exibiram pH inferior ao deste estudo (Tabela 6), em sementes de cagaita (4,3). Essa diferença encontrada pode ser caracterizada pela variabilidade genética ou acidez do solo. Verificou-se, por Roesler et al. (2007), que o pH da semente de cagaita (4,3) foi superior ao da polpa e casca (2,8). Os mesmos autores observaram em araticum e lobeira maiores valores de pH em sementes (5,7), comparados às cascas (4,7 e 4,1) e polpas (4,8 e 4,2), respectivamente. Queiroz et al. (2015), notaram em sementes de lichia, pH superior aos encontrados na casca e polpa, 5,99, 4,79 e 3,87, respectivamente.

O tratamento térmico influenciou no aumento da acidez titulável total das farinhas de sementes de cagaita. Dados semelhantes aos deste estudo (Tabela 6), foram encontrados em polpa de banana *in natura*, conferindo 0,15% de acidez titulável total (PIRES et al., 2014). Resultado superior ao deste estudo, para acidez titulável total, foi encontrado por Sousa et al. (2012) em farinha de sementes de jatobá, cujo teor foi de 0,36%.



Os resultados de acidez de farinhas de sementes de cagaita, obtidos neste estudo, estão dentro dos limites especificados para farinha de trigo conforme resolução da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA) de, no máximo, 4% (BRASIL, 1978).

Para o teor de sólidos solúveis totais, o tratamento térmico influenciou essa variável, aumentando o valor. O conteúdo de sólidos solúveis implica na quantidade de ácidos orgânicos e, principalmente, açúcares presente nos alimentos. Na indústria, sua determinação interfere na quantidade de ingredientes adicionados a um produto. Quanto maior o teor de sólidos solúveis, mais vantajoso é para a indústria de alimentos, pois será necessária menor adição de açúcar a um produto e poderá ter menor gasto de energia no processamento (PINHEIRO et al., 1984). Para este estudo (Tabela 6), o tratamento térmico da amostra T2, demonstrou eficiência para a intensificação do teor de sólidos solúveis.

A composição proximal das amostras de farinhas de sementes de cagaita está apresentada na Tabela 7.

Conforme resultados exibidos, o tratamento térmico influenciou no aumento dos teores de cinzas, carboidratos, lipídeos, proteínas e VET. Porém, observa-se a redução da umidade nas amostras submetidas ao tratamento térmico, provocada pela evaporação da água.

De acordo com a Tabela 7, os valores de umidade variaram entre 55,45%, para a amostra controle, a 2,47%, para a amostra T7. Altos índices de umidade propiciam a deterioração dos alimentos. Na legislação brasileira, o limite máximo de umidade, para a farinha de trigo, é de 15% (BRASIL, 2005). Neste estudo (Tabela 7), somente a amostra controle de semente de cagaita obteve valores acima dos limites recomendados pela legislação brasileira. Teores de umidade, semelhantes aos apresentados na Tabela 7, foram encontrados por Roesler et al. (2007), em sementes de cagaita *in natura* (51,14%).

Os valores de cinzas (Tabela 7) foram, significativamente, maiores nas farinhas de sementes de cagaita submetidas ao tratamento térmico em relação à amostra controle (0,74%). O tratamento térmico da amostra T2 demonstrou eficiência para a intensificação do teor de cinzas (1,74%), e as demais amostras torradas, exibiram teores estatisticamente iguais. As cinzas correspondem à fração mineral dos alimentos, os quais desempenham funções importantes no metabolismo. Segundo Gondim et al. (2005), as principais fontes de minerais, encontrados na alimentação, são provenientes dos frutos.

**Tabela 7.** Composição proximal de farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

<b>Amostras</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Cinzas (%)</b>	<b>Carboidratos (%)</b>	<b>Lipídeos (%)</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>VET (Kcal)</b>
Controle	55,45 ± 0,13 f	0,74 ± 0,02 a	39,89 ± 0,04 a	0,41 ± 0,04 a	3,49 ± 0,17 a	177,28 ± 0,65 a
T1	12,30 ± 0,05 e	1,62 ± 0,05 b	77,88 ± 0,23 b	0,68 ± 0,04 b	7,52 ± 0,18 b	347,73 ± 0,37 b
T2	7,77 ± 0,06 d	1,74 ± 0,02 bcd	82,04 ± 0,42 d	0,64 ± 0,04 b	7,81 ± 0,36 bc	365,19 ± 0,21 c
T3	7,77 ± 0,04 d	1,77 ± 0,07 cd	81,71 ± 0,2 c	0,66 ± 0,06 b	8,10 ± 0,1 bc	365,17 ± 0,34 c
T4	5,44 ± 0,06 c	1,86 ± 0,04 d	83,60 ± 0,09 d	0,83 ± 0,06 c	8,28 ± 0,1 c	374,96 ± 0,46 d
T5	5,49 ± 0,1 c	1,67 ± 0,04 bc	83,55 ± 0,36 d	1,09 ± 0,02 d	8,21 ± 0,35 bc	376,85 ± 0,39 e
T6	3,36 ± 0,13 b	1,73 ± 0,04 bcd	85,57 ± 0,28 e	0,95 ± 0,04 c	8,38 ± 0,17 c	384,38 ± 0,84 f
T7	2,47 ± 0,06 a	1,68 ± 0,08 bc	86,63 ± 0,54 f	0,83 ± 0,07 c	8,39 ± 0,35 c	387,53 ± 0,2 g

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05). VET= valor energético total.

O limite máximo de cinzas, estabelecido para farinha de trigo, pela legislação brasileira é de 4% (BRASIL, 2005). Os teores de cinzas das farinhas de sementes de cagaita encontraram-se abaixo desse limite.

O teor de cinzas apresentado, pela amostra controle, assemelha-se ao encontrado em estudo realizado com sementes de cagaita *in natura* (0,75%) (ROESLER et al., 2007). Em farinhas de sementes de lichia, secas a 45 °C, a quantidade de cinzas encontrada foi de 1,75%, semelhante ao encontrado na amostra T1 de cagaita (Tabela 7) (QUEIROZ et al., 2015).

Nas farinhas de sementes de cagaita, os teores de carboidratos encontrados variaram entre 39,89% a 86,63% (Tabela 7). Considerando que o consumo da Ingestão Dietética de Referência (DRI) de carboidratos, para adultos, é de 130 g/dia, a ingestão de 100 g de farinha de sementes de cagaita, submetida a torra de 130 °C, durante 30 minutos, representaria, alto consumo de carboidratos, com cerca de 66,64% (IOM, 2005). Os carboidratos compõem mais de 90% da matéria seca dos vegetais e são considerados fontes de energia (BEMILLER; HUBER, 2010). No corpo humano, os carboidratos fornecem energia para as células, principalmente para o cérebro (IOM, 2005).

Em estudo realizado por Luzia, Bertanha e Jorge (2010), analisando sementes desidratadas de pitanga (*Eugenia uniflora* L.), fruto da família Myrtaceae, a quantidade de carboidratos obtidos foi de 79,56%, semelhante aos teores de carboidratos exibidos na Tabela 7.

As farinhas de sementes de cagaita apresentaram baixos teores de lipídeos, sendo o tratamento térmico um fator limitante para a intensificação deste composto, sobretudo a maior quantidade de lipídeos foi identificada na amostra T5 (1,09%). Baixas quantidades de lipídeos, em sementes, é uma característica desejável para manter a estabilidade da farinha. Altas quantidades de óleos e gorduras propiciam a rancidez do produto, o que pode causar sua deterioração (SILVA, 2005). Roesler et al. (2007), avaliando a composição centesimal de frutos do Cerrado, observaram 0,49% de lipídeos em sementes de cagaita *in natura*, semelhante ao exibido neste estudo. De acordo com Silva et al. (2008), em estudo da composição de frutos do Cerrado, a cagaita contém 0,44% de lipídeos.

O teor de proteínas encontrado variou de 3,49% a 7,81%. Contudo, a quantidade deste nutriente, nas farinhas torradas, apresentaram, estatisticamente, valores iguais, não sendo necessário o aquecimento a temperaturas mais altas que 110 °C durante 10 minutos para intensificação desse composto. Roesler et al. (2007), estudando frutos do Cerrado, encontraram em sementes de cagaita 4,42% de proteínas, valor próximo ao apresentado na Tabela 7.

O VET das amostras de cagaita apresentaram entre 177,28 Kcal e 387,53 Kcal, nas amostras controle e T7, respectivamente. Este dado demonstra que as farinhas de sementes de cagaita podem ser consideradas boa fonte energética, principalmente, a amostra T7, por exibir maior VET.

Com base em uma dieta de 2000 Kcal, o consumo de 100g de farinha de sementes de cagaita torrada a 130 °C por 30 minutos, representaria 19,4% da ingesta diária recomendada (IDR) de calorias (FAO/OMS, 2003).

Valores de VET semelhantes aos obtidos neste estudo (Tabela 7), foram reportados por Queiroz et al. (2015), em estudo de farinhas de cascas e sementes de lichia, os quais apresentaram alto valor energético, sendo, 343,04 e 397,66 Kcal, respectivamente.

Na Tabela 8 está apresentado o potencial antioxidante de amostras de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem, em extrato etéreo, etanólico e aquoso.

Conforme dados exibidos na Tabela 8, houve diferença significativa para o potencial antioxidante avaliado nas farinhas de sementes de cagaita.

**Tabela 8.** Determinação do potencial antioxidante, para diferentes extratos, em farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	Extrato (% de descoloração do DPPH)		
	Etéreo	Etanólico	Aquoso
Controle	31,14 ± 1,57 bcd	32,37 ± 2,44 bc	19,69 ± 1,39 b
T1	28,51 ± 1,5 b	35,20 ± 0,78 c	30,18 ± 1,16 d
T2	32,18 ± 0,62 cd	29,54 ± 1,68 b	21,11 ± 0,11 ab
T3	34,24 ± 0,30 d	30,89 ± 0,58 b	18,53 ± 1,46 a
T4	12,68 ± 1,13 a	12,54 ± 0,33 a	23,55 ± 2,34 bc
T5	32,50 ± 0,59 cd	11,97 ± 0,51 a	23,10 ± 1,75 bc
T6	30,44 ± 1,79 bc	35,07 ± 0,62 c	25,29 ± 1,02c
T7	30,50 ± 0,51 bc	31,66 ± 0,77 b	18,15 ± 0,97a

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05).

Verificou-se que em extrato etéreo, a amostra T3, obteve maior capacidade antioxidante (34,24%), contudo, as amostras controle, T2 e T5 apresentaram semelhanças, estatísticas, a este. Logo, conclui-se que para o extrato etéreo o tratamento térmico não foi eficiente para o aumento da capacidade antioxidante, quando comparado com a amostra controle.

A amostra T1 apresentou, em extrato etanólico, o maior potencial antioxidante (35,20%), porém, não houve diferença significativa, ao compará-la com a amostra controle.

Logo, pode-se sugerir que para o extratos etanólico, o tratamento térmico não foi eficiente para o aumento da capacidade antioxidante, quando comparado com a amostra controle.

Em extrato aquoso, a secagem a 60 °C foi eficiente para o aumento do potencial antioxidante, ou seja, a amostra T1, obteve maior resultado.

O potencial antioxidante de um extrato é descrito como percentual de decréscimo na absorbância ou grau de descoloração (%). Um extrato que possui alta atividade antioxidante apresenta baixo valor de  $Ic_{50}$ , ou índice de concentração do extrato necessário para reduzir 50% do radical DPPH. Os maiores resultados de potencial antioxidante, neste trabalho, expressando os resultados em  $Ic_{50}$  foram de 292,12  $\mu\text{g/mL}$  (amostra T3), 284,19  $\mu\text{g/mL}$  (amostra T1) e 331,67  $\mu\text{g/mL}$  (amostra T1), respectivamente, em extrato etéreo, etanólico e aquoso.

Resultados inferiores foram encontrados por Rocha (2013), ao caracterizar os compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos do Cerrado, obtendo na cagaita *in natura* capacidade antioxidante de 430,92  $\mu\text{g/mL}$  (extrato etanólico) e 970,27  $\mu\text{g/mL}$  (extrato aquoso).

Roesler et al. (2007) encontraram em sementes de cagaita *in natura* potencial antioxidante inferiores aos observados na Tabela 8, em extrato etanólico (14,15  $\mu\text{g/mL}$ ) e aquoso (247,93  $\mu\text{g/mL}$ ). Esta diferença pode ter ocorrido pela variabilidade genética dos frutos ou coleta realizada em diferentes regiões.

Luzia e Jorge (2009), analisando a capacidade antioxidante de sementes de jambolão (*Syzygium cumini* L.), fruto da família Myrtaceae, identificaram, em extrato etanólico,  $Ic_{50}$  de 118,66  $\mu\text{g/mL}$ , sendo este inferior ao exibido na Tabela 8 para sementes de cagaita.

McClements e Decker (2010) descrevem elevadas temperaturas ser causas da degradação e da volatilização de antioxidantes, logo, o processamento pode remover antioxidantes ou originar o estresse oxidativo, superando os próprios sistemas antioxidantes do alimento. Os mesmos autores citam a fácil oxidação de terpenos, antioxidantes presentes em vegetais, quando aquecidos. Andreo e Jorge (2006), em descrição de técnicas de extração de antioxidantes, concluíram que vários fatores podem interferir nos resultados, como a polaridade do solvente utilizado, o tempo e a temperatura de extração, já que pode ocorrer perda ou destruição dos compostos antioxidantes.

Para este trabalho, a amostra que obteve maior atividade antioxidante foi para o meio etanólico. Costa et al. (2013), também, observaram maior capacidade antioxidante em extrato etanólico, em pesquisa com a semente do noni (*Morinda citrifolia* Linn), o qual exibiu  $Ic_{50}$  de 498,77  $\mu\text{g/mL}$  (extrato etanólico) e  $Ic_{50}$  de 739,67  $\mu\text{g/mL}$  (extrato aquoso).

Na Tabela 9 estão apresentados as quantidades de fenólicos totais presente em amostras de sementes de cagaita em extrato etanólico e aquoso, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.

**Tabela 9.** Compostos fenólicos totais em farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	Extrato (mg EAG.100 g <sup>-1</sup> )	
	Etanólico	Aquoso
Controle	742,80 ± 3,27 g	413,18 ± 1,36 a
T1	130,67 ± 2,72 b	1052,57 ± 1,89 c
T2	139,18 ± 0,76 cd	1137,65 ± 3,78 e
T3	134,82 ± 2,27 bc	1176,92 ± 1,89 f
T4	143,54 ± 0,38 d	1025,31 ± 1,89 b
T5	84,64 ± 0,38 a	1065,66 ± 1,89 d
T6	167,32 ± 1,51 f	1340,53 ± 1,89 g
T7	161,43 ± 0,38 e	1381,98 ± 1,89 h

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05). EAG= Equivalente de ácido gálico.

No extrato etanólico, o tratamento térmico influenciou na diminuição da quantidade de fenólicos totais das amostras em relação à amostra controle. A menor quantidade de fenólicos, em extrato etanólico, foi encontrada na amostra T5 (84,64 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>), diferindo-se estatisticamente das demais amostras (Tabela 9).

Em extrato aquoso, o tratamento térmico intensificou os resultados de fenólicos totais em relação à amostra controle. O maior dado, de compostos fenólicos em extrato aquoso, foi encontrado na amostra T7 (1381,98 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>) (Tabela 9).

Nota-se que a amostra T5, em extrato etanólico, obteve menor quantidade de fenólicos em relação às outras amostras (84,64 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>). Esta mesma amostra apresentou a menor atividade antioxidante deste estudo, com % de descoloração do DPPH de 11,97% (Tabela 8).

Em vegetais, os compostos fenólicos possuem o papel protetor contra a ação de micro-organismos e insetos, interferindo no valor nutricional do alimento e nas características sensoriais como a cor, textura, adstringência e sabor amargo, sendo, a classe de antioxidante mais extensa (EVERETTE et al., 2010). De acordo com Naczk e Shahidi (2004), vários fatores podem interferir na extração de fenólicos, como o método de extração escolhido, tipo de solvente utilizado, tamanho da partícula da amostra, tempo e condições de armazenamento. Estudos relatam a polaridade do solvente empregado na solubilidade dos fenólicos, ou seja, quanto maior é a polaridade do solvente maior poderá ser a extração dos fenólicos (GAMÉZ-

MEZA et al.; 1999). Os compostos fenólicos, também, podem reagir com componentes alimentares, formando complexos insolúveis, impedindo a extração das substâncias fenólicas (NACZK; SHAHIDI, 2004).

Segundo Roesler et al. (2007), em estudo com sementes de cagaita, encontraram-se menores valores de compostos fenólicos, em extrato etanólico ( $136,96 \text{ g EAG.kg}^{-1}$ ) e em extração aquosa ( $38,18 \text{ g EAG.kg}^{-1}$ ), dados estes diferentes do presente trabalho, possivelmente, devido a diferenças na região de coleta dos frutos e variabilidade genética. De acordo com McClements e Decker (2010), níveis de fenólicos, em vegetais, podem variar ainda de acordo com o grau de maturação da planta, do tipo de tecido, das condições de desenvolvimento, da idade, pós-colheita e das condições de armazenamento.

Rocha (2013), ao avaliar compostos bioativos de frutos do Cerrado, descreveu para cagaita *in natura* teores de compostos fenólicos inferiores, aos encontrados neste trabalho para as sementes, no qual obteve  $25,19 \text{ mg EAG.100 g}^{-1}$  em extrato etanólico e  $27,42 \text{ mg EAG.100 g}^{-1}$  em extrato aquoso.

A atividade antioxidante confere, aos fenólicos, a característica mais importante, pois são capazes de eliminar a ação dos radicais livres, resultando na ação anticancerígena e antimutagênica (KIM et al., 2011, ROESLER et al., 2008), além de diminuir o risco do desenvolvimento de doenças como aterosclerose, cardiovasculares, infecções e Alzheimer possuem, também, ação antimicrobiana e antiviral (FRUHWIRTH; HERMETTER, 2007).

Todas as amostras analisadas apresentaram capacidade antioxidante e presença de polifenóis, entretanto, valores distintos para cada tipo de extrato, devido à diferença de polaridade de cada solvente utilizado na extração. De acordo com os resultados apresentados nas Tabelas 8 e 9, foi detectada atividade antioxidante e presença de compostos fenólicos nas amostras de sementes de cagaita. As sementes, geralmente, são desprezadas durante o consumo dos frutos ou no processamento de compotas, geleias, sorvetes e licores. Logo, aproveitamento de sementes em indústrias de alimentos é uma alternativa viável, pois oferecem compostos bioativos, os quais podem colaborar com a saúde da população diminuindo o risco de doenças crônicas.

O perfil de minerais, em farinhas de sementes de cagaita, está apresentado na Tabela 10.

O tratamento térmico influenciou, estatisticamente, o perfil de minerais das sementes de cagaita. Não foram encontrados, nas amostras de sementes de cagaita analisadas, resultados significativos dos minerais manganês, mercúrio, molibdênio, cobalto e cádmio.

**Tabela 10.** Perfil de minerais em farinhas de sementes de cagaita, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	Minerais (mg/100 g de amostra)						
	Cálcio	Chumbo	Ferro	Fósforo	Magnésio	Potássio	Zinco
Controle	16,1 ± 0,5 a	1,0 ± 0,6 ab	0,08 ± 0,2 a	26,7 ± 1,2 a	12,3 ± 0,4 a	82,0 ± 0,6 a	0,6 ± 0,7 a
T1	32,2 ± 0,8 b	1,4 ± 1,0 ab	0,07 ± 0,6 b	100,0 ± 0,4 b	34,3 ± 0,7 c	221,1 ± 0,8 b	1,7 ± 1,1 b
T2	32,0 ± 0,3 b	1,4 ± 0,7 ab	0,07 ± 0,1 b	99,0 ± 0,0 b	31,3 ± 1,1 bc	223,0 ± 0,8 b	1,7 ± 0,6 b
T3	35,87 ± 0,7 b	1,8 ± 0,0 b	0,07 ± 0,6 b	92,0 ± 1,5 b	30,0 ± 0,8 b	219,0 ± 0,5 b	1,7 ± 0,4 b
T4	33,8 ± 0,5 b	1,1 ± 0,4 ab	0,06 ± 0,5 b	92,0 ± 0,7 b	30,0 ± 0,5 b	219,0 ± 0,6 b	2,0 ± 0,7 b
T5	35,0 ± 0,1 b	0,6 ± 0,9 a	0,06 ± 0,0 b	94,0 ± 0,3 b	30,0 ± 0,4 b	228,0 ± 1,3 b	1,6 ± 1,4 b
T6	34,0 ± 0,0 b	1,3 ± 0,8 ab	0,06 ± 0,7 b	93,0 ± 0,0 b	30,0 ± 0,1 b	227,0 ± 0,5 b	1,6 ± 1,1 b
T7	34,0 ± 0,2 b	1,1 ± 0,3 ab	0,06 ± 0,0 b	104,0 ± 0,2 b	30,0 ± 0,8 b	239,0 ± 0,3 b	1,7 ± 0,6 b

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05).



O tratamento térmico não influenciou, significativamente, no aumento dos minerais níquel (0,01 mg/100g), sódio (33 mg/100g) e cobre (0,7 mg/100g) nas farinhas de sementes de cagaita.

Segundo Miller (2010), minerais não podem ser destruídos por exposição ao calor, luz, agentes oxidantes, pHs extremos ou outros fatores que afetam nutrientes orgânicos. O mesmo autor, explica que minerais podem ser removidos por lixiviação ou separação física ocasionada, em cereais, por meio da moagem. Porém, observa-se, na Tabela 10, que a quantidade de ferro reduziu, significativamente, nas amostras submetidas ao tratamento térmico.

No organismo, os minerais exercem funções essenciais, regulando atividades de enzimas, mantendo a pressão osmótica, facilitando a transferência de nutrientes, compondo tecidos corporais extracelulares como ossos e dentes, auxiliando no crescimento e na função imune (ANDERSON, 2005).

Considerando a Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos de fósforo e magnésio são de 700 e 260 mg, respectivamente (BRASIL, 2005). Observa-se que 100g de farinha de sementes de cagaita, submetidas ao tratamento térmico, representaria 14,3% e 12% da (IDR) para adultos de fósforo e magnésio, respectivamente.

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), a castanha-de-caju torrada e salgada apresenta valores de cálcio (33 mg/100g), semelhantes aos exibidos na Tabela 10, para as farinhas de sementes de cagaita expostas aos tratamentos térmicos.

O teor de cinzas relaciona a quantidade de minerais presentes em um alimento. Quanto maior a quantidade de cinzas no alimento, mais minerais ele apresentará. Takemoto et al. (2001), avaliando a composição da semente de baru, encontraram 2,7% de cinzas, dado, este, superior para semente de cagaita deste estudo. Também observaram na semente de baru 827 mg/100g de potássio, 358 mg/100g de fósforo, 140 mg/100g de cálcio e 4,24 mg/100g de ferro, logo, valores acima aos encontrados para semente de cagaita (TAKEMOTO et al., 2001).

Luzia (2012), estudando sementes de frutos do Cerrado, secas à temperatura ambiente, encontrou na amêndoa do baru 138,4 mg/g de potássio e 1,88 mg/g de zinco, e a amêndoa do pequi apresentou 100,4 mg/g de potássio. Nota-se que teores de minerais das sementes de cagaita submetidas ao tratamento térmico (Tabela 10), foram superiores para o potássio e semelhantes para o zinco, quando comparados aos descritos por Luzia (2012) em sementes de baru e pequi.

#### 4.4 CONCLUSÃO

O tratamento térmico influenciou o conteúdo dos diversos compostos encontrados nas farinhas de sementes de cagaita.

As farinhas de sementes de cagaita apresentaram maiores teores de cálcio, chumbo, fósforo, magnésio, potássio e zinco após serem submetidas ao tratamento térmico.

Portanto, a utilização da semente de cagaita para o aproveitamento como ingrediente de produtos alimentícios poderá ser realizada, devido às sementes oferecerem macronutrientes e micronutrientes importantes para a alimentação, além de apresentarem atividade antioxidante.

## REFERÊNCIAS

- ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 319-336, 2006.
- ANDERSON, J. J. B. Minerais. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Roca, 2005. cap. 5, p. 115-153.
- AOAC - **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 19<sup>a</sup> ed. Washington, V1 e 2, 2012.
- ATWATER, W. O.; WOODS, C. D.; **The Chemical Composition of American Food Materials**, U. S. Department of Agriculture; Office of Experiment Stations; Bulletin n.º 28, 1896.
- BEMILLER, J. N.; HUBER, K. C. (Ed). A. **Carboidratos**. In: Fennema, Química de alimentos de Fennema. Zaragoza: Acribia, 2010. cap. 3, p. 75-130.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of biochemistry and physiology**, Ottawa, v.37, n.8, p.911-917. 1959.
- BORGUINI, R. G.; BASTOS, D. H. M.; MOITA-NETO, J. M.; CAPASSO, F. S.; TORRES, E. A. F. S. Antioxidant Potential of Tomatoes Cultivated in Organic and Conventional Systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 56, p. 521-529, 2013.
- BRANDÃO, M. **Plantas medicamentosas do Cerrado mineiro**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 15, n. 168, p. 15-20, 1991.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. RDC n.º 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1, p. 372.
- BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa no 8, 02 jun. 2005. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 jun. 2005, Seção 1, n.105, p.91.

BRASIL. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. **Resolução CNNPA nº 12, de 20 de outubro de 1978**. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, p. 20, 21, 1978.

CARDOSO, L. M.; MARTINO, H. S. D.; MOREIRA, A. V. B.; RIBEIRO, S. M. R.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: Physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins. **Food Research International**, v. 44, p. 2151-2154, 2011.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. p. 1926-1978.

COSTA, A. B.; OLIVEIRA, A. M. C.; SILVA, A. M. O.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Atividade antioxidante da polpa, casca e sementes do noni (*Morinda citrifolia* Linn). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 345-354, 2013.

DUARTE, E. F.; NAVES, R. V.; BORGES, J. D.; GUIMARÃES, N. N. R. Germinação e vigor de sementes de cagaita (*Eugenia dysenterica* Mart. ex DC.) em função de seu tamanho e tipo de coleta. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 3, p. 173-179, 2006.

EMBRAPA (Brasil). **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília, DF, 2006. 322p.

EVERETTE, J. D.; BRYANT, Q. M.; GREEN, A. M.; ABBEY, Y. A.; WANGILA, G. W.; WALKER, R. B. Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin-Ciocalteu reagent. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 58, p. 8.139-8.144, 2010.

FAO/OMS -**Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases**. WHO Technical Report Series 916 Geneva, RDC 360, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2010.

FERREIRA, M. B. Frutos comestíveis nativos do Distrito Federal. **Cerrado**, Brasília, v. 5, n. 18. 1972.

FRUHWIRTH, G.O.; HERMETTER, A. Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: components and biological activities. **Europe Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 109, n. 1, p. 1128-1140, 2007.

GÁMEZ-MEZA, N.; NORIEGA-RODRÍGUEZ, J. A.; MEDINA-JUÁREZ, L. A.; ORTEGA-GARCÍA, J.; CÁZAREZ-CASANOVA, R.; ANGULO-GUERRERO, O. Antioxidant activity in soybean oil of extracts from Thompson grape bagasse. **JAOCs**, v. 76, p. 1445-1447, 1999.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

HOFFMANN, F. L. **Fatores limitantes à proliferação de micro-organismos em alimentos**. Brasil Alimentos, São Paulo, v. 9, n. 1, p.23-30, 2001.

IOM. - Institute of Medicine of The National Academy Of Sciences. **Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids** (2002/2005). Washington: National Academy Press, 2005. Disponível em: <<http://www.nap.edu>>. Acesso em: 01 março 2015.

JORGE, N.; MORENO, D. M.; BERTANHA, B. J. *Eugenia dysenterica* dc: actividad antioxidante, perfil de ácidos grasos y determinación de tocoferoles. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 37, n. 2, 2010.

KIM, H.; CHOI, H.; MOON, J.; KIM, Y.; MOSADDIK, A.; CHO, S. Comparative antioxidante and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 1, p. 38-48, 2011.

KLINK, C.; MACHADO, R. **A conservação do Cerrado brasileiro**. Megadiversidade, v. 1, p. 147-155. 2005.

LUZIA, D. M. M. **Propriedades funcionais de óleos extraídos de sementes de frutos do Cerrado brasileiro**. 2012. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, e São José do Rio Preto, 2012.

LUZIA, D. M. M.; BERTANHA, B. J.; JORGE, N. Sementes de pitanga (*Eugenia uniflora* L.): potencial antioxidante e perfil de ácidos graxos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 2, p.175-80, 2010.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Composição centesimal, potencial antioxidante e perfil dos ácidos graxos de sementes de jambolão (*Syzygium cumini* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 219-223, 2009.

MCCLEMENTS, D. J.; DECKER, E (Ed). A. **Lipídeos**. In: Fennema, Química de alimentos de Fennema. Zaragoza: Acibria, 2010. cap. 4, p.131-178.

MILLER, D. D (Ed). A. **Minerais**. In: Fennema, Química de alimentos de Fennema. Zaragoza: Acibria, 2010. cap. 8, p. 409-444.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUREIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E. 2008. **Flora Vascular do Cerrado**. In: Sano, S.M., Almeida, S.P. (Eds.), Cerrado: ecologia e flora. Embrapa Cerrados, Planaltina, p. 1-1279.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). **Cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.)**. Lavras, MG, 2008. 21 p.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extractions and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, 2004.

OLIVEIRA, M. E. S.; PANTOJA, L.; DUARTE, W. F.; COLLELA, C. F.; VALARELLI, L. T.; SCHWAN, R. F.; DIAS, D. R. Fruit wine produced from cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) by both free and immobilised yeast cell fermentation. **Food Research International**, v. 44, p. 2391–2400, 2011.

PINHEIRO, R.V.R.; MARTELETO, L.O.; SOUZA, A.C.G. de; CASALI, W.D.; CONDÉ, A.R. Produtividade e qualidade dos frutos de dez variedades de goiaba, em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e à industrialização. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 31, p. 360-387, 1984.

PIRES, V. C. F.; SILVA, F. L. H.; SOUZA, R. M. S. Parâmetros da secagem da banana pacovan e caracterização físico-química da farinha de banana verde. **Revista Verde**, Mossoró, v. 9, n. 1, p. 197-209, 2014.

QUEIROZ, E. R.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. M.; SIMÃO, A. A. Composição química e fitoquímica das farinhas da casca e da semente de lichias (*Litchi chinensis* Sonn) cultivar ‘Bengal’. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 2, p. 329-334, 2015.

ROCHA, M. S.; FIGUEIREDO, R. W.; ARAÚJO, M. A. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 933-941, 2013.

ROESLER, R.; CATHARINO, R.; MALTA, L.; EBERLIN, M.; PASTORE, G. Antioxidant activity of *Caryocar brasiliense* (pequi) and characterization of major components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 110, n. 3, p. 711–717, 2008.

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 e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

SILVA, F. A. **Estudo da Aplicação de Energia de Microondas na Secagem da Noz Macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betcher)**. 2005. 165 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

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

SOUSA, E. P.; SILVA, L. M. M.; SOUSA, F. C.; FERRAZ, R. R.; FAÇANHA, L. M. Caracterização físico-química da polpa farinácea e semente do jatobá. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 2, p. 117-121, 2012.

SOUZA, E. R. B. de. **Fenologia, dados biométricos, nutrição de plantas e qualidade de frutos de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) no Estado de Goiás**. 2006. 114 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

**TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO)**. 4. ed. Campinas: Unicamp, 2011. 161 p.

TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 60, n. 2, p.113-117, 2001.

ZIELINSKI, H.; KOZLOWSKA, H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, p. 2008-2016, 2000.

## 5 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE FARINHAS DE SEMENTES DE MAMA-CADELA (*Brosimum gaudichaudii* Trecul) SUBMETIDAS À DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM

### RESUMO

A mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trecul) possui frutos de cor amarelo-alaranjada, com superfície verrucosa e polpa carnosa de sabor adocicado, possuindo semente de tonalidade creme e elevados teores de compostos fenólicos totais. O objetivo deste trabalho foi analisar quimicamente as farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas à secagem a 60 °C e às torras a 110 °C e 130 °C durante 10, 20 e 30 minutos, comparando-as à semente *in natura*. Determinou-se o pH, acidez titulável total, sólidos solúveis, umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos, valor energético, potencial antioxidante, compostos fenólicos e teor de minerais. A amostra *in natura* obteve menor valor de pH. Porém, o aquecimento não interferiu no resultado da acidez total. Para sólidos solúveis, farinhas secas e torradas exibiram maiores teores. Os valores de cinzas, carboidratos, lipídeos, proteínas e, conseqüentemente, valor energético total intensificaram com o tratamento térmico. Os maiores valores do potencial antioxidante foram nas amostras: torrada a 110 °C durante 20 minutos, em extrato etéreo; *in natura*, em extrato etanólico; e farinha torrada a 130 °C (30 minutos). Em relação ao teor de compostos fenólicos a amostra em extrato aquoso torrada a 130 °C por 30 minutos obteve maior quantidade de fenólicos (2061,52 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>). As amostras de mama-cadela exibiram quantidades significativas da Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos, gestantes e crianças, dos minerais cobre e manganês. Os resultados indicam que as sementes de mama-cadela *in natura*, secas ou torradas apresentam nutrientes importantes na alimentação, assim como capacidade antioxidante, sugerindo a utilização como co-produto na indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** *Brosimum gaudichaudii* Trecul, atividade antioxidante, frutas tropicais, extratos.\*

---

\* Artigo a ser submetido. Comitê orientador: Clarissa Damiani – UFG (orientadora), Flávio Alves da Silva – UFG (coorientador), Armando García Rodríguez – UFG (coorientador).



## ABSTRACT

The mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trécul) has fruits of yellow-orange color, with verrucous surface and fleshy pulp sweet taste, having cream colored seed and high levels of phenolic compounds. The objective was to chemically analyze the mama-cadela seed meals, submitted to drying at 60 °C and roasts to 110 °C and 130 °C for 10, 20 and 30 minutes, comparing them to the seed *in nature*. It was determined the pH, titratable acidity, soluble solids, moisture, ash, protein, lipids, carbohydrates, energy, antioxidant potential, phenolic compounds and mineral content. The sample *in nature* had lower pH. However, the heating did not result in the total acidity. For soluble solids, dry flour and toast exhibited higher levels. The amounts of ash, carbohydrates, lipids, proteins, and hence total energy intensified by heat treatment. The highest values of the antioxidant activity in the samples were toasted at 110 °C for 20 minutes, ether extract; fresh in ethanol extract; flour and roasted at 130 °C (30 minutes). Regarding the content of phenolic compounds in the sample aqueous extract roasted at 130 °C for 30 minutes had higher amount of phenolic (2061,52 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>). Samples of mama-cadela exhibited significant amounts of Recommended Daily Intake (RDI) for adults, pregnant women and children, minerals copper and manganese. The results indicate that seed of mama-cadela *in nature*, dried or roasted important nutrients present in the feed as well as antioxidant activity, suggesting the use as co-product in the food industry.

**Keywords:** *Brosimum gaudichaudii* Trécul, antioxidant activity, tropical fruits, extracts.

## 5.1 INTRODUÇÃO

A flora do Cerrado apresenta muitas espécies nativas utilizadas na medicina popular, as quais são apreciadas por suas características sensoriais peculiares com grande capacidade nutricional. A mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trecul), da família das Moraceae, possui grande importância no tratamento dermatológico do vitiligo (PEREIRA et al., 2006). Seus frutos são de cor amarelo-alaranjada, com superfície verrucosa e polpa carnosa de sabor adocicado, apresentando elevados teores de compostos fenólicos totais (ROCHA et al., 2011) e contendo sementes de tonalidade creme (FARIA et al., 2009). A mama-cadela pode ser consumida *in natura* ou utilizada para fazer doces e sorvetes, sendo colhida de setembro a novembro, apresentando até duas sementes por fruto (ALMEIDA et al., 1998).

A avaliação do aproveitamento de resíduos de frutos como co-produtos tem sido cada vez mais comum, pesquisas afirmam que o produto final apresenta características sensoriais semelhantes aos tradicionais e excelente valor nutricional. Farinha de sementes de abóbora contém boa fonte de proteínas, lipídeos e fibras alimentares, considerada capaz de diminuir, significativamente, níveis de glicose e triglicerídeos séricos em ratos, usados em pesquisa experimental (CERQUEIRA et al., 2008). Sementes de abóbora apresentam compostos fenólicos, substâncias fitoquímicas benéficas à saúde, as quais podem prevenir e tratar doenças (VERONEZI; JORGE, 2012).

Os compostos fenólicos têm ganhado destaque nos últimos anos, por sua ação antioxidante na inibição da oxidação lipídica, pois quando acrescidos à alimentação humana conservam a qualidade dos alimentos e diminuem o risco do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, câncer, úlceras, processos inflamatórios e infecções (MARTÍNEZ-VALVERDE et al., 2000). As sementes dos frutos do Cerrado marolo e cagaita, apresentam atividade biológica por possuir alto teor de fenóis totais e excelente atividade antioxidante (ROESLER et al., 2007).

O aproveitamento integral dos frutos é uma alternativa viável às indústrias de alimentos, podendo evitar impactos ambientais com o descarte indevido dos resíduos e oferecendo benefícios econômicos relacionados à geração de novos produtos. Alimentos de origem vegetal possuem alto teor de água, logo apresentam menor tempo de armazenamento. A fim de evitar desperdícios, as indústrias de alimentos aplicam a secagem nos alimentos, realizada para auxiliar na melhora da palatabilidade e qualidade nutricional, diminuindo o peso do produto, consequentemente, reduzindo custos de transporte, embalagem e armazenamento, além do aumento do tempo de vida do produto, atribuindo a ele maior

estabilidade. No entanto, dá-se a importância do processamento térmico adequado, a fim de conferir as características nutricionais dos alimentos.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi verificar a influência dos diferentes tratamentos térmicos sobre as características nutricionais de farinhas de sementes de mama-cadela.

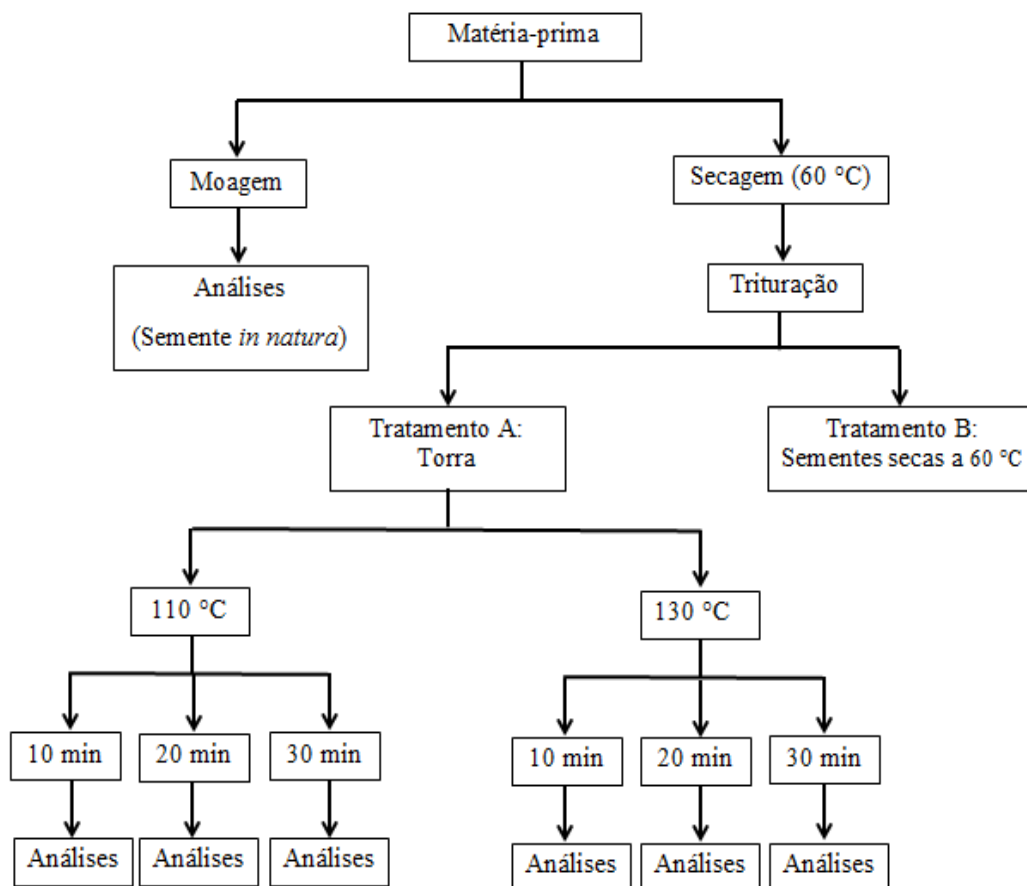
## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.2.1 Matéria-prima

As sementes de mama-cadela, safra 2013, foram doadas pela empresa Frutos do Brasil, localizada em Goiânia – GO. As mesmas foram levadas para a Planta Piloto de Processamento de Vegetais, do Setor de Engenharia de Alimentos, da Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás em Goiânia, onde foram higienizadas e feito o preparo das farinhas.

### 5.2.2 Processamento da matéria-prima

As sementes foram lavadas, em água corrente, para a eliminação dos resíduos dos frutos e imersas em solução de água clorada a 200 ppm por 15 minutos para completa higienização. Após, foram congeladas em congelador rápido (IRINOX, M.HCM 141/50) e armazenadas em freezers até a produção das diferentes farinhas. O fluxograma, na Figura 7, apresenta o processo de secagem e torra para a elaboração das farinhas.



**Figura 7.** Fluxograma de processamento de farinhas de sementes de mama-cadela.

As sementes de mama-cadela foram divididas em dois lotes, sendo um deles utilizado para as análises das sementes *in natura* (amostra controle) e o outro para a confecção das farinhas torradas. Estas foram secas em estufa de circulação de ar a 60 °C, e após terem atingido 10% de umidade (base úmida), foram trituradas em liquidificador industrial. Em seguida, foram divididas em dois lotes (A e B). No tratamento A, a aplicação das torras a 110 e 130 °C e no tratamento B, a farinha, oriunda da secagem a 60 °C. As torras foram feitas em forno elétrico doméstico, da marca Layr, modelo New Stylus, ano 2011. Todas as farinhas de sementes foram embaladas a vácuo (PEBD/Nylon/PEBD), reembaladas em embalagens metalizadas e armazenadas em freezers a -18 °C, até o momento das análises. As análises foram realizadas na Universidade Federal de Goiás, em Goiânia, no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos, da Faculdade de Farmácia e no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos, do Departamento de Engenharia de Alimentos.

As análises químicas foram realizadas nos seguintes tratamentos:

- Controle: semente *in natura*;
- T1 – Tratamento 1: secagem a 60 °C;
- T2 – Tratamento 2: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 10 minutos;

- T3 – Tratamento 3: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 20 minutos;
- T4 – Tratamento 4: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 30 minutos;
- T5 – Tratamento 5: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 10 minutos;
- T6 – Tratamento 6: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 20 minutos;
- T7 – Tratamento 7: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 30 minutos.

### **5.2.3 Análises químicas**

Todas as análises foram realizadas em triplicatas e os resultados expressos por meio de média e desvio padrão.

#### **5.2.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)**

Utilizou-se o potenciômetro digital (Micronal – B474) para medição do pH. O aparelho foi calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0, segundo metodologia proposta pela AOAC (2012).

#### **5.2.3.2 Acidez total titulável**

A acidez total titulável foi determinada por titulação, com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, segundo metodologia proposta pela AOAC (2012). Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico.

#### **5.2.3.3 Sólidos solúveis**

O teor de sólidos solúveis totais foi realizado, utilizando-se refratômetro digital (marca Reichert), conforme metodologia proposta pela AOAC (2012) e os resultados foram expressos em °Brix (°B).

#### **5.2.3.4 Umidade**

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa a 105 °C, até peso constante, conforme metodologia da AOAC (2012) e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 5.2.3.5 Cinzas

A determinação de cinzas foi realizada pelo método de incineração, em mufla a 550 °C, conforme método proposto pela AOAC (2012) e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 5.2.3.6 Proteínas

A concentração de nitrogênio total foi determinada pelo Método de Kjeldahl (1883), considerando-se 6,25 como fator de conversão para o cálculo de proteína bruta, segundo normas descritas na AOAC (2012), e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 5.2.3.7 Lipídeos totais

O teor de lipídeos totais foi determinado por meio do Método de Bligh-Dyer (1959). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 5.2.3.8 Carboidratos totais

Os carboidratos foram determinados pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de proteína, lipídeos, umidade e cinzas, segundo o método proposto pela AOAC (2012). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 5.2.3.9 Valor energético total

O valor energético total foi calculado por meio da utilização dos coeficientes de Atwater (carboidratos = 4,0 Kcal/g; lipídeos = 9,0 Kcal/g; proteínas = 4,0 Kcal/g), segundo Atwater e Woods (1896). Os resultados foram expressos em Kcal.

#### 5.2.3.10 Compostos fenólicos

O teor de compostos fenólicos, nos extratos etanólico e aquoso, foram determinados em espectrofotômetro (Biospectro SP-220), a 700 nm, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, segundo metodologia de Zielinski e Kozłowska (2000). Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (EAG) por 100 gramas de amostra.

#### 5.2.3.11 Potencial antioxidante

O potencial antioxidante foi determinado pelo método do DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazil), segundo Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), com modificações segundo Borguini et al. (2013). Extratos em soluções de éter etílico, álcool etílico e água foram

determinados, espectrofotometricamente, a 517 nm. Os resultados foram expressos em % de descoloração e os cálculos foram executados com o auxílio da Equação 7:

$$\% \text{ descoloração do DPPH} = \left[ 1 - \left( \frac{\text{Abs amostra} - \text{Abs branco}}{\text{Abs controle}} \right) \right] \times 100 \quad (7)$$

No qual, Abs amostra é a absorbância da amostra; Abs branco é a absorbância do branco; Abs controle é a absorbância do controle (750 µL de metanol + 1,5 mL de DPPH).

#### 5.2.3.12 Perfil de minerais

Para a determinação dos minerais, utilizou-se a metodologia proposta pela AOAC (2012) e utilizado o equipamento Espectrômetro de Emissão Óptica por Plasma Indutivamente Acoplado (ICP Optical Emission Spectrometer) com Software ICP Expert II. Foram quantificados os seguintes minerais: potássio, sódio, fósforo, cálcio, magnésio, chumbo, ferro, cobre, zinco, níquel, manganês, mercúrio, molibdênio, cobalto e cádmio. Os resultados foram expressos em mg/100 g de amostra.

#### 5.2.4 Análise estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos, sendo um controle. Cada tratamento foi repetido três vezes.

Para análise estatística todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância. As médias dos tratamentos, quando significativo, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2010).

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 11, encontram-se os teores de pH, acidez titulável total, em ácido cítrico, e sólidos solúveis em farinhas de sementes de mama-cadela.

**Tabela 11.** Teores de pH, acidez titulável total em ácido cítrico e sólidos solúveis em farinhas de sementes mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	pH	Acidez titulável (%) <sup>2</sup>	SS (°Brix)
Controle	4,90 ± 0,01 a	0,16 ± 0,01 a	1,2 ± 0,06 a
T1	5,44 ± 0,01 e	0,18 ± 0,01 ab	1,9 ± 0,06 bc
T2	5,41 ± 0,01 de	0,16 ± 0,01 a	2,1 ± 0,06 cd
T3	5,37 ± 0,02 d	0,21 ± 0,01 b	2,2 ± 0,15 d
T4	5,41 ± 0,03 de	0,21 ± 0,01 b	2,1 ± 0,06 cd
T5	5,30 ± 0,01 c	0,18 ± 0,01 ab	1,9 ± 0,06 b
T6	5,32 ± 0,02 c	0,17 ± 0,03 ab	2,0 ± 0 bcd
T7	5,22 ± 0,02 b	0,16 ± 0,02 a	1,8 ± 0,06 b

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05). <sup>2</sup> Resultados expressos em % de ácido cítrico. SS= sólidos solúveis.

Conforme dados apresentados na Tabela 11, houve diferenças significativa nos teores de pH, acidez titulável total e sólidos solúveis nas farinhas de sementes de mama-cadela analisadas.

A acidez titulável total e o pH são parâmetros que determinam a acidez de uma amostra e influenciam no estado de conservação do produto. Baixos valores de pH e alta acidez são preferidos pela indústria de alimentos, pois evitam o favorecimento de atividades enzimáticas e o desenvolvimento de micro-organismos (HOFFMANN, 2001). Observa-se, na Tabela 11, que o tratamento térmico influenciou no aumento do pH das amostras, quando comparadas com a amostra controle. Logo, é possível afirmar que o tratamento térmico não foi favorável para assegurar um baixo pH e a estabilidade das farinhas de sementes de mama-cadela. Verifica-se, também, que houve aumento na acidez nas amostras T3 e T4.

Os valores de acidez titulável total das farinhas de sementes de mama-cadela, apresentados neste estudo, estão dentro dos limites especificados para farinha de trigo pela legislação brasileira de, no máximo, 4% (BRASIL, 1978).

Santos et al. (2014), analisando sementes de cultivares diferentes de mamão, com a finalidade para o aproveitamento desses resíduos, encontraram pH de 5,56 e 5,27, próximos ao deste trabalho (Tabela 11).

Resultados superiores foram encontrados por Queiroz et al. (2012), ao analisarem sementes de lichia cruas (0,29% de acidez titulável total) e após secagem, a 45 °C (0,23% de acidez titulável total).

Os teores de sólidos solúveis das farinhas de sementes de mama-cadela variaram entre 1,2 °Brix a 2,2 °Brix (Tabela 11). Um dos parâmetros utilizados na indústria de alimentos para conferir a qualidade de um produto é o teor de sólidos solúveis, o qual aponta o teor de



açúcares e ácidos orgânicos de um produto. Possui grande importância no controle de ingredientes a serem acrescentados aos produtos e em seu produto final. Quando se trata de processamento de fruto, quanto maior é a quantidade de sólidos solúveis, menor será a quantidade de açúcar adicionado ao produto, portanto, menor será o custo da produção (ARAÚJO, 2001).

Observa-se que o tratamento térmico foi eficaz para a intensificação dos valores de sólidos solúveis nas farinhas de sementes de mama-cadela, quando comparadas à amostra controle.

A determinação proximal das farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem, está apresentada na Tabela 12.

Observou-se, na Tabela 12, que o tratamento térmico influenciou, significativamente, na diminuição da umidade das farinhas de sementes de mama-cadela, quando comparadas com a amostra controle. Logo, verificou-se, influência, significativa, do tratamento térmico nos teores de cinzas, carboidratos, lipídeos, proteínas e valor energético total das amostras de sementes de mama-cadela, as quais apresentaram dados superiores aos da amostra controle.

A umidade das farinhas de sementes de mama-cadela variou de 44,20% a 1,19%. Baixa umidade em alimentos é um parâmetro desejável, pois evita a deterioração por ação de micro-organismos. Na legislação brasileira, o limite máximo de umidade para a farinha de trigo é de 15% (BRASIL, 2005) e somente a amostra controle obteve valores acima desse limite.

Resultados próximos foram encontrados por Rabêlo et al. (2008), em pesquisa com amêndoas do pequi secas (70 °C por 60 minutos), torradas a 130 °C durante 15 e 30 minutos e torradas a 130 °C por 45 minutos, com umidade de 4,27%, 3,86% e 3,60%, respectivamente.

O teor de cinzas variou 1,15%, a 3,03% entre os tratamentos submetidos. Os valores de cinzas equivalem à quantidade de minerais presentes em um alimento, os quais exercem funções essenciais no organismo. A legislação brasileira estabelece o limite máximo de cinzas, para farinha de trigo, de 4% (BRASIL, 2005). Os teores de cinzas, de todas as amostras de farinhas de sementes de mama-cadela, encontraram-se dentro do padrão estabelecido pela legislação para farinha de trigo.

Resultados próximos ao deste estudo, foram descritos por Santos et al. (2009), em pesquisa sobre a secagem, a 50 °C durante 24 horas, da farinha de sementes de jaca, fruto da família Moraceae, demonstrando teor de 1,53% de cinzas.

**Tabela 12.** Composição proximal de farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

<b>Amostras</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Cinzas (%)</b>	<b>Carboidratos (%)</b>	<b>Lipídeos (%)</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>VET (Kcal)</b>
Controle	44,20 ± 0,1 g	1,15 ± 0,06 a	46,38 ± 0,26 a	1,32 ± 0,11 a	6,58 ± 0,1 a	223,71 ± 0,25 a
T1	4,92 ± 0,13 e	2,62 ± 0,02 b	77,88 ± 0,84 b	1,66 ± 0,11 bc	12,92 ± 0,61 b	378,09 ± 0,45 bc
T2	5,25 ± 0,07 f	2,92 ± 0,11 c	77,45 ± 0,59 b	1,91 ± 0,09 cd	12,46 ± 0,51 b	376,86 ± 0,94 b
T3	2,67 ± 0,03 b	2,92 ± 0,03 c	80,13 ± 0,28 d	1,87 ± 0,15 bcd	12,41 ± 0,18 b	386,98 ± 0,58 e
T4	4,04 ± 0,19 d	3,03 ± 0,11 c	78,80 ± 0,38 c	1,59 ± 0,07 ab	12,54 ± 0,36 b	379,68 ± 0,49 c
T5	3,46 ± 0,13 c	2,95 ± 0,04 c	78,81 ± 0,21 c	1,89 ± 0,14 bcd	12,88 ± 0,1 b	383,79 ± 1,03 d
T6	1,25 ± 0,01 a	2,87 ± 0,02 c	81,23 ± 0,11 d	1,73 ± 0,12 bc	12,92 ± 0,01 b	392,15 ± 0,7 f
T7	1,19 ± 0,05 a	2,97 ± 0,06 c	80,98 ± 0,06 d	2,14 ± 0,06 d	12,71 ± 0,11 b	394,05 ± 0,27 g

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p <0,05). VET= valor energético total.

Nota-se, na Tabela 12, que a quantidade de carboidratos das farinhas de sementes de mama-cadela variou de 46,38% a 81,23%. A semente de mama-cadela apresenta boa fonte de carboidratos, considerando que a Ingestão Dietética de Referência (DRI), de carboidratos, para adultos, é de 130 g/dia, o consumo de 100g de farinha de semente de mama-cadela torrada a 130 °C durante 20 minutos, representaria uma ingestão de 62,48% de carboidratos (IOM, 2005).

Luzia e Jorge (2009), em pesquisa do potencial antioxidante de sementes de jambolão, secas a 35 °C, encontraram valores de carboidratos próximos aos deste estudo, 80,65%. Baleroni et al. (2002) exibiram a composição química de sementes de espécies nativas do Cerrado e da Mata Atlântica, dentre elas, as sementes de mama-cadela, as quais apresentaram 51,54% de carboidratos. Logo, observou-se que os teores de carboidratos, apresentados na Tabela 12, foram superiores aos exibidos pelo referido autor cuja diferença pode ser justificada pela variabilidade genética, adubação do solo, clima ou época de colheita. Queiroz et al. (2015), em estudo da composição centesimal de frações de lichia, obteve dados de carboidratos próximos aos expostos na Tabela 12, com 59,67% na farinha da casca e 83,44% na farinha da semente.

Santos (2009), em caracterização da semente de jaca, fruto da família Moraceae, obteve na farinha da semente, seca a 50 °C durante 24 horas, 39,2% de carboidratos. Comparando os frutos da mesma família botânica, observa-se que para este estudo as quantidades de carboidratos foram superiores aos encontrados nas sementes de jaca.

As farinhas de sementes de mama-cadela exibiram 1,32% a 2,14% de lipídeos, valores considerados baixos. Produtos com baixos teores de lipídeos não são propícios à oxidação lipídica, a qual é responsável por odores e sabores desagradáveis nos produtos, diminuição da segurança e qualidade nutricional, causados pela formação de compostos tóxicos (TSAI; TSAI; SU, 2005).

Luzia (2012) avaliou a composição de sementes, secas em temperatura ambiente, de frutos do Cerrado. Para a semente de buriti, a quantidade de lipídeos foi de 3,58%, resultado superior ao encontrado neste trabalho. Resultados semelhantes foram encontrados em sementes de jambolão secas a 35 °C, com 1,37% de lipídeos, em estudo realizado por Luzia e Jorge (2009).

Ao verificar valores encontrados para as proteínas (Tabela 12), notou-se que a amostra controle de mama-cadela obteve 6,58% de proteínas, as demais apresentaram dados iguais estatisticamente a 12,92%. Santos (2009) demonstrou valores semelhantes ao deste estudo em farinhas de sementes de jaca, seca a 50°C durante 24 horas (12%).

Em estudo da composição centesimal de sementes de maracujá, Jorge et al. (2009) encontraram 12,57% de proteínas para amostras secas a 40 °C, valor similar ao exposto na Tabela 12 para farinhas de mama-cadela. Sementes de frutos do Cerrado, secas à temperatura ambiente, possuem 11,21% e 12,25% de proteínas, em araticum e buriti, respectivamente (LUZIA, 2012).

As amostras de mama-cadela apresentaram alto valor energético, com VET de 223,71 Kcal a 394,05 Kcal. Observou-se que a amostra T7 obteve maior quantidade energética, sofrendo maior influência do tratamento térmico.

Com base em uma dieta de 2000 Kcal, o consumo de 100 g de farinha de sementes de mama-cadela torrada a 130 °C por 30 minutos representa 19,7% da Ingesta Diária Recomendada (IDR) de calorias (FAO/OMS, 2003).

As farinhas de sementes de mama-cadela apresentaram valor energético inferior aos encontrados em sementes de gergelim (584 Kcal) e linhaça (495 Kcal), sementes muito consumidas *in natura* ou em preparações culinárias (TACO, 2011). Luzia (2012), também, constatou maior valor energético em semente de baru (504,86 Kcal), seca à temperatura ambiente.

A determinação do potencial antioxidante, em farinhas de sementes de mama-cadela, foi apresentada na Tabela 13, onde foi possível notar que o tratamento térmico influenciou, significativamente no potencial antioxidante das amostras de sementes de mama-cadela.

Observou-se, em extrato etéreo, que o tratamento térmico da amostra T2 foi eficiente para o aumento do potencial antioxidante. Em extrato etanólico, a amostra controle obteve maior capacidade antioxidante (33,01), pode-se afirmar que o tratamento térmico não foi eficaz para o aumento do potencial antioxidante, em extrato etanólico. A amostra T7, em extrato aquoso, exibiu maior dado, 21,75%, porém, a amostra T1 foi estatisticamente semelhante, conclui-se que a secagem a 60 °C foi suficiente para o aumento da capacidade antioxidante.

A atividade antioxidante é expressa em porcentagem de descoloração, indicando o potencial antioxidante do extrato. O índice de concentração do extrato necessário para reduzir 50% do radical DPPH é caracterizado de  $Ic_{50}$  e quanto menor o valor desse índice maior será o potencial antioxidante do extrato.

**Tabela 13.** Determinação do potencial antioxidante, para diferentes extratos, em farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	Extrato (% de descoloração do DPPH)		
	Etéreo	Etanólico	Aquoso
Controle	12,68 ± 0,40 a	33,01 ± 1,40 c	14,41 ± 0,49 a
T1	31,40 ± 2,20 bc	30,89 ± 1,02 bc	21,04 ± 1,68 c
T2	35,20 ± 1,47 cd	28,18 ± 1,17 b	18,86 ± 2,17 bc
T3	32,04 ± 0,89 bc	31,28 ± 1,39 bc	20,85 ± 1,68 c
T4	36,68 ± 1,35 d	12,81 ± 0,49 a	16,67 ± 0,95 ab
T5	29,41 ± 2,14 b	32,75 ± 1,69 c	18,28 ± 1,36 abc
T6	31,27 ± 1,72 bc	31,92 ± 0,78 c	21,69 ± 0,78 c
T7	14,16 ± 0,22 a	12,16 ± 0,89 a	21,75 ± 1,36 c

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

Elevadas temperaturas podem causar a degradação e volatilização de antioxidantes. O processamento pode deteriorar os antioxidantes ou originar o estresse oxidativo, superando os próprios sistemas antioxidantes do alimento. Também pode ocorrer a fácil oxidação de terpenos, antioxidantes presente em vegetais, durante o aquecimento (MCCLEMENTS; DECKER, 2010). Neste trabalho, em extrato etanólico o tratamento térmico influenciou na diminuição da atividade antioxidante (Tabela 14).

Logo, os maiores valores da capacidade antioxidante, deste trabalho, expressando os dados em  $IC_{50}$  foram de 272,88  $\mu\text{g/mL}$  em extrato etéreo (amostra T4), 303,28  $\mu\text{g/mL}$  em extrato etanólico (amostra controle) e 460,95  $\mu\text{g/mL}$  em extrato aquoso (amostra T7).

Resultados semelhantes foram descritos por Roesler et al. (2007), avaliando a capacidade antioxidante de frutas do Cerrado, encontrando 298,75  $\mu\text{g/mL}$  em semente e 534,43  $\mu\text{g/mL}$  na polpa do pequi, em extrato etanólico e aquoso, respectivamente.

Rocha (2011), em pesquisa sobre os compostos bioativos do Cerrado encontrou baixa capacidade antioxidante no fruto mama-cadela, sendo 4.286,83  $\mu\text{g/mL}$  em extrato etanólico e 2.721,46  $\mu\text{g/mL}$  em extrato aquoso. Pode-se afirmar que a semente de mama-cadela exibe maior capacidade antioxidante, quando comparada com o fruto.

Araújo (2015), em estudo utilizando extratos etanólicos de árvores de frutos do Cerrado, encontrou alta capacidade antioxidante em cascas (27,17  $\mu\text{g/mL}$ ) e em folhas (26,50  $\mu\text{g/mL}$ ) de mama-cadela. Comparando com este estudo, a capacidade antioxidante das sementes de mama-cadela foi menor ao descrito por Araújo (2015) em cascas e folhas.

As quantidades de compostos fenólicos estão apresentadas na Tabela 14.

**Tabela 14.** Compostos fenólicos totais em farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	Extrato (mg EAG.100 g <sup>-1</sup> )	
	Etanólico	Aquoso
Controle	431,06 ± 1,65 g	430,63 ± 1,96 a
T1	228,84 ± 3,60 c	1794,28 ± 3,78 e
T2	193,50 ± 2,95 a	1636,13 ± 3,27 b
T3	238,44 ± 1,00 d	1773,56 ± 3,27 d
T4	276,61 ± 2,64 f	1683,03 ± 3,78 c
T5	201,13 ± 1,00 b	1842,28 ± 3,27 f
T6	234,08 ± 1,89 cd	1853,18 ± 3,78 g
T7	265,05 ± 1,13 e	2061,52 ± 3,27 h

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05). EAG= Equivalente de ácido gálico.

Observa-se que o processo de extração, com diferentes solventes, e a utilização de diversos tratamentos térmicos permitiu resultados variados de compostos fenólicos.

O tratamento térmico influenciou na diminuição dos compostos fenólicos em extrato etanólico, porém para o extrato aquoso, as amostras submetidas ao tratamento térmico apresentaram maiores concentrações de fenóis. Logo, as amostras que apresentaram maiores quantidades de fenólicos totais foram a amostra controle em extrato etanólico (431,06 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>) e a amostra T7 em extrato aquoso (2061,52 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>). Sendo assim, a temperatura de torra a 130 °C durante 30 minutos foi limitante para o aumento de fenólicos, em extrato aquoso.

A extração de fenólicos pode ser influenciada pelo método de extração escolhido, tipo de solvente utilizado, tamanho da partícula da amostra, tempo e condições de armazenamento, além disso, eles podem reagir com componentes alimentares, formando complexos insolúveis impedindo a extração das substâncias fenólicas (NACZK; SHAHIDI, 2004). Tem-se observado que quanto maior a polaridade do solvente empregado para a extração, maior poderá ser a quantidade de compostos fenólicos extraídos (GAMÉZ-MEZA et al., 1999). Logo, neste trabalho, o solvente aquoso e de maior polaridade, apresentou maior quantidade de fenólicos.

Os compostos fenólicos possuem capacidade antioxidante, pois exercem funções como agentes redutores, impedem a oxidação por meio da doação de hidrogênio ou elétrons aos radicais livres (SOARES, 2002) e exercem a diminuição do risco de desenvolvimento de doenças como aterosclerose, doenças cardiovasculares, cânceres, infecções e mal de Alzheimer, além disso, esses compostos têm ação antimicrobiana e antiviral (FRUHWIRTH; HERMETTER, 2007).

Comparando as Tabelas 13 e 14, nota-se que em extrato aquoso, a amostra T7 teve maior capacidade antioxidante em comparação com as demais, e a mesma apresentou maior quantidade de fenólicos.

Rocha et al. (2011), em estudo comparativo do teor de compostos fenólicos em frutos nativos do Cerrado relataram 117 mg TAE.100 g<sup>-1</sup> de fenólicos em extrato etanólico de mama-cadela, porém descreveram que o melhor solvente utilizado para a extração na mama-cadela foi a acetona 70%, 177 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>.

Resultados semelhantes foram descritos por Contreras-Calderón et al. (2011), em estudo da quantidade de fenólicos presente em 24 espécies de frutas, os quais obtiveram 2013 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> e 1624 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> de fenólicos em sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril*) e araçá (*Eugenia estipitata*), respectivamente.

Resultados inferiores foram encontrados por Soong e Barlow (2004), em pesquisa da atividade antioxidante em sementes de jaca, fruto da família Moraceae, cuja a quantidade de fenólicos foi de 27,7 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>. Comparando o estudo citado e os dados da Tabela 14, pode-se afirmar que a farinha de sementes de mama-cadela apresenta maior teor de fenólicos totais, em todas amostras analisadas.

Com base nessas afirmações, verifica-se que as farinhas de sementes de mama-cadela podem ser utilizadas como alternativa para a agregação em produtos na indústria de alimentos, uma vez que apresentaram capacidade antioxidante e teores de compostos fenólicos.

A Tabela 15 exibe o perfil de minerais em farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.

Conforme apresentado na Tabela 15, o tratamento térmico influenciou, estatisticamente, no perfil de minerais das farinhas de sementes de mama-cadela. As farinhas de sementes de mama-cadela analisadas não exibiram dados significativos dos minerais mercúrio, molibdênio, cobalto e cádmio.

Gava, Silva e Frias (2008) afirmam que a secagem concentra os nutrientes presentes em um alimento, devido à diminuição da umidade, ocorrida pelo processo de evaporação da água.

De acordo com Miller (2010), os minerais não podem ser destruídos por exposição ao calor, luz, agentes oxidantes, pHs extremos ou outros fatores que afetam nutrientes orgânicos, porém, durante a moagem de cereais, pode ocorrer separação física ou a lixiviação, processos que diminuem a quantidade de minerais.

**Tabela 15.** Perfil de minerais em farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	Minerais (mg/100 g de amostra)								
	Cálcio	Chumbo	Ferro	Fósforo	Magnésio	Manganês	Potássio	Sódio	Zinco
Controle	52,3 ± 0,0 a	1,0 ± 1,0 a	0,3 ± 0,6 a	43,0 ± 0,5 a	12,3 ± 0,1 a	0,3 ± 0,8 a	97,0 ± 0,5 a	39,0 ± 1,0 b	0,8 ± 0,9 a
T1	107,0 ± 0,3 b	1,6 ± 0,7 b	1,6 ± 0,5 b	200,0 ± 0,9 b	34,3 ± 0,0 c	1,4 ± 0,7 b	318,0 ± 0,6 b	34,2 ± 0,0 a	3,2 ± 1,0 b
T2	107,0 ± 0,3 b	1,6 ± 0,8 b	2,0 ± 0,5 b	199,0 ± 0,4 b	31,3 ± 0,2 bc	1,4 ± 0,7 b	321,2 ± 0,4 b	34,4 ± 0,4 a	3,1 ± 0,3 b
T3	106,3 ± 0,7 b	1,8 ± 0,3 b	1,3 ± 0,0 b	199,0 ± 0,7 b	30,0 ± 0,5 b	1,4 ± 0,0 b	329,0 ± 0,2 c	31,0 ± 0,4 a	2,4 ± 1,1 b
T4	105,0 ± 0,4 b	1,8 ± 0,3 b	1,3 ± 0,9 b	195,0 ± 1,2 b	30,0 ± 0,8 b	1,3 ± 1,0 b	327,0 ± 0,0 c	28,0 ± 0,2 a	2,2 ± 0,7 b
T5	107,0 ± 0,5 b	1,4 ± 0,0 b	1,3 ± 0,4 b	195,0 ± 1,0 b	30,0 ± 0,3 b	1,3 ± 1,2 b	329,0 ± 0,0 c	34,0 ± 0,0 a	2,5 ± 0,4 b
T6	102,0 ± 0,3 b	1,5 ± 0,1 b	1,3 ± 0,4 b	195,0 ± 0,9 b	30,0 ± 0,3 b	1,3 ± 0,3 b	329,0 ± 0,4 c	29,0 ± 0,7 a	2,7 ± 0,8 b
T7	101,0 ± 0,8 b	1,4 ± 0,4 b	1,1 ± 0,0 b	195,0 ± 0,3 b	30,0 ± 1,0 b	1,3 ± 1,0 b	330,3 ± 0,2 c	28,0 ± 0,7 a	2,4 ± 0,6 b

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05).



As concentrações de cobre (1,0 mg/100g) e níquel (0,1 mg/100g) não foram alteradas, mantiveram, estatisticamente, iguais à amostra controle. Observa-se que a concentração do mineral sódio diminuiu nas amostras submetidas ao tratamento térmico, quando comparadas com a amostra controle.

No organismo, os minerais facilitam o transporte de oxigênio e dióxido de carbono no sangue, sendo essenciais para a ocorrência de reações enzimáticas, rigidez de ossos e dentes e a adesão e divisão celular (MILLER, 2010).

Em 100g de semente de mama-cadela há 1,0 mg de cobre. Considerando que a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de cobre é de 1000 µg, para gestantes e de 340 a 440 µg para crianças (de 1 a 10 anos) (BRASIL, 2005), o consumo da semente de mama-cadela pode ser indicado para esses grupos populacionais.

Observa-se que o consumo de 100 g de sementes de mama-cadela, que foram submetidas ao tratamento térmico, pode representar 61% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de manganês para adultos, a qual é de 2,3 mg (BRASIL, 2005). Para crianças (de 1 a 10 anos) a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de manganês é de 1,2 mg a 1,5 mg (BRASIL, 2005). Nota-se, na Tabela 15, que 100g de farinhas de sementes de mama-cadela, submetidas ao tratamento térmico, supre as necessidades de manganês para crianças (de 1 a 10 anos).

Resultados próximos aos apresentados na Tabela 15, foram expostos em estudo da composição química e nutricional de sementes, secas à temperatura ambiente, de frutos do Cerrado. Luzia (2012) encontrou em sementes de araticum, buriti e jatobá as quantidades de ferro de 1,83 mg/100g, 1,56 mg/100g e 1,76 mg/100g, respectivamente. Sementes de baru apresentaram 1,88 mg/100g de zinco (LUZIA, 2012). Ajayi (2008) também encontrou resultados semelhantes, em estudo da composição mineral da semente da fruta-pão (*Treculia africana*), fruto da família Moraceae, o qual possui 50 mg/100g de cálcio.

O aproveitamento da semente de mama-cadela para a utilização em produtos alimentícios é viável, visto que as amostras analisadas, neste estudo, exibiram quantidades significativas de macronutrientes e micronutrientes necessários à alimentação, assim como apresentaram capacidade antioxidante.

## 5.4 CONCLUSÃO

O tratamento térmico influenciou nas características químicas das sementes de mama-cadela, contudo, as amostras apresentaram propriedades nutricionais passíveis de seu

aproveitamento em indústrias alimentícias ou até de suplementos alimentícios para adultos e crianças.

As farinhas de sementes de mama-cadela exibiram quantidades de compostos fenólicos, assim como capacidade antioxidante. O tratamento térmico beneficiou a extração dos compostos fenólicos em extrato aquoso. Portanto, a amostra torrada a 130 °C durante 30 minutos teve maior capacidade antioxidante em comparação com as demais, e a mesma apresentou maior quantidade de fenólicos.

O tratamento térmico aplicado às farinhas de sementes de mama-cadela intensificou os teores dos minerais cálcio, chumbo, ferro, fósforo, magnésio, manganês, potássio e zinco.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Embrapa-CPAC, Planaltina. 1998.

AJAYI, I. A. Comparative study of the chemical composition and mineral element content of *Artocarpus heterophyllus* and *Treculia Africana* seeds and seed oils. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 5125-5129, 2008.

ARAÚJO, J. L. **Propriedades termofísicas da polpa do cupuaçu**. 2001. 85 f. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2001.

ARAÚJO, T. A. S.; SOBRINHO, T. J. S. P.; AGUIAR, J. S.; SILVA, A. C. O.; BRITO, F. U.; SILVA, T. G.; AMORIM, E. L. C.; PRANCHEVICIUS, M. C. S. Phytochemical, antioxidant and cytotoxic analysis of Brazilian Cerrado plants : Preliminary evidence of their antitumor activity. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 9, n. 9, p. 310-319, 2015.

AOAC - **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 19<sup>a</sup> ed. Washington, V1 e 2, 2012.

ATWATER, W. O.; WOODS, C. D.; **The Chemical Composition of American Food Materials**, U. S. Department of Agriculture; Office of Experiment Stations; Bulletin n.º 28, 1896.

BALERONI, C. R. S.; MORAES, M. L. T.; MORAES, S. M. B; SOUZA, C. S.; SÁ, M. E. Composição química de sementes das espécies florestais mamica-de-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Tréc), marolo arbóreo (*Annona crassiflora* Mart.), marolo-rasteiro (*Annona dioica* St. Hil.), chichá-do-cerrado (*Sterculia striata* St. Hil. ex Turpin) e imbuia (*Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso). **Ciências Agrárias e da Saúde**, Andradina, v. 2, p. 28-32, 2002.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of biochemistry and physiology**, Ottawa, v.37, n.8, p.911-917. 1959.

BORGUINI, R. G.; BASTOS, D. H. M.; MOITA-NETO, J. M.; CAPASSO, F. S.; TORRES, E. A. F. S. Antioxidant Potential of Tomatoes Cultivated in Organic and Conventional Systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 56, p. 521-529, 2013.

BORGUINI, R. G.; BASTOS, D. H. M.; MOITA-NETO, J. M.; CAPASSO, F. S.; TORRES, E. A. F. S. Antioxidant Potential of Tomatoes Cultivated in Organic and Conventional Systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 56, p. 521-529, 2013.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1, p. 372.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa no 8, 02 jun. 2005. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 jun. 2005, Seção 1, n.105, p.91.

BRASIL. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. **Resolução CNNPA nº 12, de 20 de outubro de 1978**. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, p. 20, 21, 1978.

CERQUEIRA, P. M.; FREITAS, M. C. J.; PUMAR, M.; SANTANGELO, S. B. Efeito da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*, L.) sobre o metabolismo glicídico e lipídico em ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 2, p.129-136, 2008.

CONTRERAS-CALDERÓN, J.; CALDERÓN-JAÍMES, L.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E.; GARCÍA-VILLANOVA, B. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Research International**, v. 44, p. 2047–2053, 2011.

FAO/OMS -**Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases**. WHO Technical Report Series 916 Geneva, RDC 360, 2003.

FARIA, R. A. P. G.; SILVA, A. N.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; COELHO, M. F. B. Características biométricas e emergência de plântulas de *Brosimum gaudichaudii* Tréc. oriundas de diferentes procedências do Cerrado mato-grossense. **Revista Brasileira Plantas Medicinai**s, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 414-421, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2010.

FRUHWIRTH, G.O.; HERMETTER, A. Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: components and biological activities. **Europe Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 109, n. 1, p. 1128-1140, 2007.

GAMÉZ-MEZA, N.; NORIEGA-RODRÍGUEZ, J. A.; MEDINA-JUÁREZ, L. A.; ORTEGAGARCÍA, J.; CÁZAREZ-CASANOVA R.; ANGULO-GUERRERO, O. Antioxidant activity in soybean oil of extracts from Thompson grape bagasse. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 76, n. 12, p. 1445-1447, 1999.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008. 512 p.

HOFFMANN, F. L. **Fatores limitantes à proliferação de micro-organismos em alimentos**. Brasil Alimentos, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 23-30, 2001.

IOM. - Institute of Medicine of The National Academy Of Sciences. **Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids** (2002/2005). Washington: National Academy Press, 2005. Disponível em: <<http://www.nap.edu>>. Acesso em: 01 março 2015.

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

LUZIA, D. M. M. **Propriedades funcionais de óleos extraídos de sementes de frutos do Cerrado brasileiro**. 2012. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, e São José do Rio Preto, 2012.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Composição centesimal, potencial antioxidante e perfil dos ácidos graxos de sementes de jabolão (*Syzygium cumini* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 219-223, 2009.

MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenolicos de la dieta. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MCCLEMENTS, D. J.; DECKER, E (Ed). A. **Lipídeos**. In: Fennema, Química de alimentos de Fennema. Zaragoza: Acribia, 2010. cap. 4, p.131-178.

MILLER, D. D (Ed). A. **Minerais**. In: Fennema, Química de alimentos de Fennema. Zaragoza: Acribia, 2010. cap. 8, p. 409-444.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extractions and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, 2004.

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F. Seedling growth of mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trec.) on six different substrates. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, p. 190-192, 2006.

QUEIROZ, E. R.; ABREU, M. C. P.; OLIVEIRA, K. S. Constituintes químicos das frações de lichia *in natura* e submetidas à secagem: potencial nutricional dos subprodutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1174-1179, 2012.

QUEIROZ, E. R.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. M.; SIMÃO, A. A. Composição química e fitoquímica das farinhas da casca e da semente de lichias (*Litchi chinensis* Sonn) cultivar 'Bengal'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 2, p. 329-334, 2015.

RABÊLO, A. M. S.; TORRES, M. C. L.; GERALDINE, R. M.; SILVEIRA, M. F. A; Extração, secagem e torrefação da amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 868-871, 2008.

ROCHA, M. S. **Compostos bioativos e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado piauiense**. 2011. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

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

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 e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

SANTOS, C. M.; ABREU, C. M. P.; FREIRE, J. M.; QUEIROZ, E. R.; MENDONÇA, M. M. Chemical characterization of the flour of peel and seed from two papaya cultivars. **Food Science Technology**, Campinas, v. 34, n. 2, p. 353-357, 2014.

SANTOS, C. T. **Farinha da semente de jaca: caracterização físico-química e propriedades funcionais**. 2009. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

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

SOONG, Y. Y.; BARLOW, P. J. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. **Food Chemistry**, v. 88, p. 411-417, 2004.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO). 4. ed. Campinas: Unicamp, 2011. 161 p.

TSAI, T. H.; TSAI, P. J.; SU, S. C. Antioxidant and antiinflammatory activities of several commonly used spices. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 1, p. 93-7, 2005.

VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Aproveitamento de sementes de abóboras (*Cucurbita sp*) como fonte alimentar. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 113-124, 2012.

ZIELINSKI, H.; KOZLOWSKA, H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, p. 2008-2016, 2000.

## 6 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE FARINHAS DE SEMENTES DE MANGABA (*Hancornia speciosa* Gomes) SUBMETIDAS À DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM

### RESUMO

A mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), encontrada no Cerrado brasileiro, possui alto teor de fibras, vitamina C, carotenóides e fonte de vitamina E, apresentando alta capacidade antioxidante e compostos fenólicos. O objetivo deste estudo foi verificar as características químicas de farinhas de sementes de mangaba, submetidas à secagem a 60 °C e às torras a 110 °C e 130 °C durante 10, 20 e 30 minutos, relacionando-as à amostra *in natura*. Determinou-se o pH, acidez titulável, sólidos solúveis, umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos, valor energético, potencial antioxidante, compostos fenólicos e os minerais. Nas amostras *in natura* menores valores foram encontrados de pH, acidez total e sólidos solúveis. O tratamento térmico intensificou, também, as quantidades de cinzas, carboidratos, lipídeos, proteínas e valor energético total. A umidade diminuiu após aplicação do tratamento térmico. Em relação à atividade antioxidante, a amostra torrada a 110 °C (20 minutos) apresentou maior capacidade de sequestrar radicais livres, e para fenólicos, a farinha torrada a 130 °C por 30 minutos obteve maior teor destes. As sementes de mangaba apresentaram dados semelhantes ou próximos da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de zinco, cobre, manganês e magnésio para adultos, gestantes e crianças. Deste modo, a aplicação da semente de mangaba no aproveitamento na indústria de alimentos poderá trazer benefícios, visto que as sementes contêm compostos bioativos necessários à alimentação.

**Palavras-chave:** *Hancornia speciosa* Gomes, DPPH, Cerrado, valor nutritivo.<sup>2</sup>

---

\* Artigo a ser submetido. Comitê orientador: Clarissa Damiani – UFG (orientadora), Flávio Alves da Silva – UFG (coorientador), Armando García Rodríguez – UFG (coorientador).



## ABSTRACT

The mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), found in the Brazilian Cerrado, there are high in fiber, vitamin C, carotenoids and source of vitamin E, has a high antioxidant capacity and phenolic compounds. The objective of this study was to determine the chemical characteristics of mangaba seed meal submitted to drying at 60 °C and roasts to 110 °C and 130 °C for 10, 20 and 30 minutes, relating them to the sample *in natura*. It was determined the pH, titratable acidity, soluble solids, moisture, ash, protein, lipids, carbohydrates, energy, antioxidant potential, phenolic compounds and minerals. The results indicate that moisture is influenced by heating. In fresh samples lower values were found pH, total acidity and soluble solids. Heat treatment intensified also the amounts of ash, carbohydrates, lipids, proteins and total energy intake. The best extract used for the extraction of antioxidants and phenolic was watery. In relation to the antioxidant activity, the sample roasted at 110 °C (20 minutes) showed a greater ability to scavenge free radicals. And for the phenolic toasted flour at 130 °C for 30 minutes had higher phenolic content. However, it was observed that compared to the raw samples, the heat treatment parameters diminished capacity to eliminate free radicals and phenolic intensified heating results. The seeds of mangaba showed similar or next data of Recommended Daily Intake (RDI) of iron, zinc, copper, manganese and phosphorus for adults, pregnant women and children. Thus, the application of the seed mangaba use in the food industry may be beneficial, as the seeds contain bioactive compounds required for feeding.

**Keywords:** *Hancornia speciosa* Gomes, DPPH, Cerrado, nutritional value.

## 6.1 INTRODUÇÃO

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) é árvore frutífera da família Apocynaceae, encontrada no Cerrado brasileiro, principalmente, nas regiões Sudeste, Norte, Centro-Oeste e Nordeste, com abundância nas áreas de tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas da região Nordeste (VIEIRA NETO et al., 2002). A mangaba possui formato do tipo baga arredondada, variando de 2,5 a 6 cm, apresentando, geralmente, de 2 a 15 sementes, podendo chegar a 30 em uma única fruta (CAPINAN, 2007). Existem seis variedades botânicas da mangaba, a saber, *H. speciosa* Gomes ou *H. speciosa* var. *speciosa*, *H. speciosa* var. *maximiliani*, *H. speciosa* var. *cuyabensis*, *H. speciosa* var. *lundii*, *H. speciosa* var. *gardneri* e *H. speciosa* var. *pubescens* (MONACHINO, 1945), sendo a primeira variedade a mais encontrada na região de Goiás (RIZZO; FERREIRA, 1990).

No Cerrado, a mangaba possui safra anual, de outubro a dezembro, e alguns frutos temporãos, fora dessa época, cujos frutos amolecem rapidamente após a maturação (SILVA et al., 2001). Quando maduros podem ser encontrados frutos verdes claros a escuros ou de cor amarelo com manchas avermelhadas, dependendo da variedade botânica (CAPINAN, 2007; GANGA et al., 2010). As sementes de mangaba possuem metionina (ARAÚJO et al., 2011), aminoácido essencial, o qual não é sintetizado pelo organismo (ETTINGER, 2005). Também, apresentam grande quantidade de lipídeos (ARAÚJO et al., 2011; SOUZA; AQUINO, 2012).

O consumo de alimentos com capacidade antioxidante tem crescido nos últimos anos, as sementes sendo exploradas por ser fonte desses nutrientes. Segundo Marineli et al. (2014), a semente de chia tem o mesmo benefício à saúde, comparado à legumes e outros grãos, pois apresenta alta atividade antioxidante, polifenóis e fonte de proteínas e fibras. A farinha de sementes de amaranto auxilia na prevenção de doenças, contém flavonóides, um composto fenólico com elevada capacidade antioxidante (ROSA et al., 2009).

A utilização do tratamento térmico, nas indústrias de alimentos, auxilia na melhora da palatabilidade e na qualidade nutricional. A secagem apresenta vantagens, tais como conservação do produto, estabilidade de compostos aromáticos, quando armazenados à temperatura ambiente, redução do peso, disponibilidade do produto em qualquer época do ano, aumento da vida útil e redução de perdas na pós-colheita (EMBRAPA, 2010; PARK; YADO; BROD, 2001). Entretanto, dá-se a importância do processamento térmico apropriado, a fim de conferir as propriedades nutricionais dos alimentos.

Nesse estudo, o objetivo foi avaliar a influência dos diferentes tratamentos térmicos sobre as características nutricionais de farinhas de sementes de mangaba.

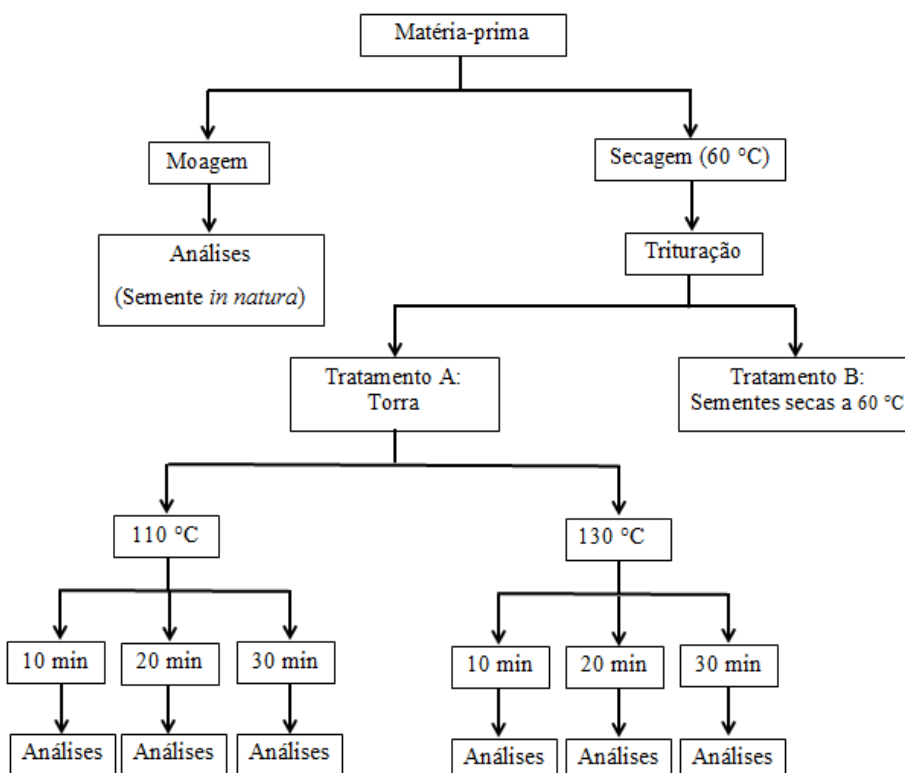
## 6.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 6.2.1 Matéria-prima

As sementes de mangaba, safra 2013, foram doadas pela empresa Frutos do Brasil, localizada em Goiânia – GO. As mesmas foram levadas para a Planta Piloto de Processamento de Vegetais, do Setor de Engenharia de Alimentos, da Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás em Goiânia, onde foram higienizadas e feito o preparo das farinhas.

### 6.2.2 Processamento da matéria-prima

As sementes foram lavadas, em água corrente, para a eliminação dos resíduos dos frutos e imersas em solução de água clorada a 200 ppm por 15 minutos para completa higienização. Após, foram congeladas em congelador rápido (IRINOX, M.HCM 141/50) e armazenadas em freezers até a produção das diferentes farinhas. O fluxograma, na Figura 8, apresenta o processo de secagem e torra para a elaboração das farinhas.



**Figura 8.** Fluxograma de processamento de farinhas de sementes de mangaba.

As sementes de mangaba foram divididas em dois lotes, sendo um deles utilizado para as análises das sementes *in natura* (amostra controle) e o outro para a confecção das farinhas torradas. Estas foram secas em estufa de circulação de ar a 60 °C, e após terem atingido 10% de umidade (base úmida), foram trituradas em liquidificador industrial. Em seguida, foram divididas em dois lotes (A e B). No tratamento A, a aplicação das torras a 110 e 130 °C e no tratamento B, a farinha, oriunda da secagem a 60 °C. As torras foram feitas em forno elétrico doméstico, da marca Layr, modelo New Stylus, ano 2011. Todas as farinhas de sementes foram embaladas a vácuo (PEBD/Nylon/PEBD), reembaladas em embalagens metalizadas e armazenadas em freezers a -18 °C, até o momento das análises. As análises foram realizadas na Universidade Federal de Goiás, em Goiânia, no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos, da Faculdade de Farmácia e no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos, do Departamento de Engenharia de Alimentos.

As análises químicas foram realizadas nos seguintes tratamentos:

- Controle: semente *in natura*;
- T1 – Tratamento 1: secagem a 60 °C;
- T2 – Tratamento 2: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 10 minutos;
- T3 – Tratamento 3: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 20 minutos;
- T4 – Tratamento 4: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 30 minutos;
- T5 – Tratamento 5: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 10 minutos;
- T6 – Tratamento 6: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 20 minutos;
- T7 – Tratamento 7: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 30 minutos.

### 6.2.3 Análises químicas

Todas as análises foram realizadas em triplicatas e os resultados expressos por meio de média e desvio padrão.

#### 6.2.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

Utilizou-se o potenciômetro digital (Micronal – B474) para medição do pH. O aparelho foi calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0, segundo metodologia proposta pela AOAC (2012).

#### 6.2.3.2 Acidez total titulável

A acidez total titulável foi determinada pela titulação, com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, segundo metodologia proposta pela AOAC (2012). Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico.

#### 6.2.3.3 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi realizado, utilizando-se refratômetro digital (marca Reichert), conforme metodologia proposta pela AOAC (2012) e os resultados foram expressos em °Brix (°B).

#### 6.2.3.4 Umidade

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa a 105 °C, até peso constante, conforme a AOAC (2012), e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 6.2.3.5 Cinzas

A determinação de cinzas foi realizada pelo método de incineração, em mufla a 550 °C, conforme método proposto pela AOAC (2012), e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 6.2.3.6 Proteínas

A concentração de nitrogênio total foi determinado pela Método de Kjeldahl (1883), considerando-se 6,25 como fator de conversão para o cálculo de proteína bruta, segundo normas descritas na AOAC (2012), e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 6.2.3.7 Lipídeos totais

O teor de lipídeos totais foi determinado por meio do Método de Bligh-Dyer (1959). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 6.2.3.8 Carboidratos totais

Os carboidratos foram determinados pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de proteína, lipídeos, umidade e cinzas, segundo o método proposto pela a AOAC (2012). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 6.2.3.9 Valor energético total

O valor energético total foi calculado, por meio da utilização dos coeficientes de Atwater (carboidratos = 4,0 Kcal/g; lipídeos = 9,0 Kcal/g; proteínas = 4,0 Kcal/g), segundo Atwater e Woods (1896). Os resultados foram expressos em Kcal.

#### 6.2.3.10 Compostos fenólicos

O teor de compostos fenólicos, nos extratos etanólico e aquoso, foram determinados em espectrofotômetro (Biospectro SP-220), a 700 nm, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, segundo metodologia de Zielinski e Kozłowska (2000). Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (EAG) por 100 gramas de amostra.

#### 6.2.3.11 Potencial antioxidante

O potencial antioxidante foi determinado pelo método do DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazil), segundo Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), com modificações segundo Borguini et al. (2013). Extratos em soluções de éter etílico, álcool etílico e água foram determinados, espectrofotometricamente, a 517 nm. Os resultados foram expressos em % de descoloração e os cálculos foram executados com o auxílio da Equação 8:

$$\% \text{ descoloração do DPPH} = \left[ 1 - \left( \frac{\text{Abs amostra} - \text{Abs branco}}{\text{Abs controle}} \right) \right] \times 100 \quad (8)$$

No qual, Abs amostra é a absorbância da amostra; Abs branco é a absorbância do branco; Abs controle é a absorbância do controle (750 µL de metanol + 1,5 mL de DPPH).

#### 6.2.3.12 Perfil de minerais

Para a determinação dos minerais, utilizou-se a metodologia proposta pela AOAC (2012) e utilizado o equipamento Espectrômetro de Emissão Óptica por Plasma Indutivamente Acoplado (ICP Optical Emission Spectrometer) com Software ICP Expert II. Foram quantificados os seguintes minerais: potássio, sódio, fósforo, cálcio, magnésio, chumbo, ferro, cobre, zinco, níquel, manganês, mercúrio, molibdênio, cobalto e cádmio. Os resultados foram expressos em mg/100 g de amostra.

#### 6.2.4 Análise estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos, sendo um controle. Cada tratamento foi repetido três vezes.

Para análise estatística todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância. As médias dos tratamentos, quando significativo, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2010).

### 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 16 estão apresentados os dados para o pH, acidez titulável total, em ácido cítrico, e o teor de sólidos solúveis nas farinhas de sementes de mangaba, submetidas à diferentes tratamentos térmicos.

**Tabela 16.** Teores de pH, acidez titulável total em ácido cítrico e sólidos solúveis em farinhas de sementes de mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	pH	Acidez titulável(%) <sup>2</sup>	SS (°Brix)
Controle	5,62 ± 0,01 a	0,08 ± 0,01 a	1,1 ± 0,10 a
T1	5,88 ± 0,03 d	0,08 ± 0,01 a	1,5 ± 0,10 bc
T2	5,81 ± 0,06 cd	0,11 ± 0,0 c	1,8 ± 0,06 de
T3	5,76 ± 0,01 bcd	0,10 ± 0,01 bc	1,7 ± 0,10 cd
T4	5,72 ± 0,04 bc	0,10 ± 0,01 bc	1,4 ± 0,10 b
T5	5,75 ± 0,08 bc	0,10 ± 0,01 bc	2,0 ± 0,06 e
T6	5,80 ± 0,04 cd	0,11 ± 0,01 c	1,9 ± 0,10 de
T7	5,70 ± 0,03 bc	0,11 ± 0,01 c	1,4 ± 0,12 b

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05). <sup>2</sup> Resultados expressos em % de ácido cítrico. SS= sólidos solúveis.

Observa-se, que houve diferença significativa nos teores de pH, acidez titulável total e sólidos solúveis nas diferentes farinhas de sementes de mangaba.

O pH das farinhas de sementes de mangaba variou de 5,62 a 5,88, e a acidez titulável total alterou de 0,08% a 0,11%. Dados de pH e acidez titulável total são determinantes na acidez de uma amostra. Para a indústria de alimentos, baixos valores de pH e alta acidez são desejáveis, pois evitam o favorecimento de atividades enzimáticas e o desenvolvimento de micro-organismos (HOFFMANN, 2001).

O tratamento térmico influenciou no aumento do pH das amostras analisadas, não sendo interessante para a indústria de alimentos. Observa-se que o tratamento térmico aumentou a acidez titulável total das farinhas de sementes de mangaba, constituindo característica desejável em alimentos industrializados, sendo o tratamento da amostra T2 eficaz para o aumento desse parâmetro. É estabelecido, pela legislação brasileira, acidez titulável total, para farinha de trigo, de até 4% (BRASIL, 1978). Logo, todas as farinhas de sementes de mangaba estão dentro dos limites instituídos.

Em sementes de mangaba, secas a 60 °C, Souza e Aquino (2012) encontraram valores de pH semelhantes ao deste estudo (5,82). Resultados semelhantes foram descritos por Rinaldi, Lima e Ascheri (2010) em estudos com sementes de mamão, obtiveram 5,8.

Resultados próximos foram apresentados por Abud e Narain (2009), em utilização de resíduos do processamento de polpas de frutas em biscoitos, o qual encontraram em resíduos de acerola, composto basicamente por sementes, desidratados a 55 °C, acidez titulável total de 0,14%.

O tratamento térmico, também, interferiu no aumento dos sólidos solúveis, os quais variaram de 1,1 °Brix a 2,0 °Brix. Sólidos solúveis indicam o teor de açúcares e ácidos orgânicos de uma amostra, considerado como parâmetro importante na qualidade de um produto. Valores elevados de sólidos solúveis sugerem menor adição de açúcar a um produto, maior rendimento, menor gasto de energia para o processamento, consequentemente em maior economia (SILVA et al., 2002).

Na Tabela 17 visualiza-se a composição proximal de farinhas de sementes de mangaba. Observa-se que o tratamento térmico influenciou na diminuição da umidade e provocou o aumento dos teores de cinzas, carboidratos, lipídeos, proteínas e VET, característica esperada, uma vez que este provoca a evaporação da água e concentra os demais compostos presentes na amostra.

Os teores de umidade das amostras de mangaba variaram entre 51,59% a 1,78%. Baixa umidade em alimentos é um atributo desejável, quando este dado é alto, pode ocorrer à deterioração do alimento, por meio da ação de micro-organismos. O limite máximo de umidade estabelecido pela legislação brasileira é de 15%, para farinha de trigo (BRASIL, 2005). Somente a farinha controle obteve umidade acima do preconizado.

Resultado próximo foi descrito por Araújo et al. (2011), em pesquisa com sementes de mangaba secas a 60 °C por 8 horas, os quais obtiveram umidade de 4,30%.



**Tabela 17.** Composição proximal de farinhas de sementes de mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

<b>Amostras</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Cinzas (%)</b>	<b>Carboidratos (%)</b>	<b>Lipídeos (%)</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>VET (Kcal)</b>
Controle	51,59 ± 0,30 f	1,40 ± 0,02 a	28,25 ± 0,65 a	11,47 ± 0,29 a	7,28 ± 0,11 a	245,37 ± 0,66 a
T1	3,69 ± 0,06 e	2,69 ± 0,07 b	50,71 ± 0,28 b	30,67 ± 0,45 c	12,24 ± 0,17 b	527,81 ± 2,61 c
T2	2,88 ± 0,08 d	2,70 ± 0,04 b	51,18 ± 0,21 b	30,49 ± 0,39 c	12,76 ± 0,18 b	530,14 ± 2,15 c
T3	2,53 ± 0,09 cd	2,74 ± 0,08 b	51,21 ± 0,10 b	31,18 ± 0,15 c	12,34 ± 0,10 b	534,89 ± 0,55 cd
T4	3,79 ± 0,07 e	2,74 ± 0,02 b	53,54 ± 0,62 cd	27,47 ± 0,40 b	12,48 ± 0,26 b	511,23 ± 2,10 b
T5	2,40 ± 0,05 bc	2,78 ± 0,01 b	55,04 ± 1,39 d	27,53 ± 0,94 b	12,41 ± 0,31 b	517,53 ± 4,12 b
T6	2,15 ± 0,09 b	2,82 ± 0,07 b	51,96 ± 0,94 bc	30,37 ± 0,82 c	12,70 ± 0,44 b	531,98 ± 4,03 cd
T7	1,78 ± 0,06 a	2,81 ± 0,04 b	51,02 ± 0,77 b	31,58 ± 0,70 c	12,81 ± 0,19 b	539,55 ± 3,50 d

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05).

VET= valor energético total.

Nota-se que o valor de cinzas esteve entre 1,40% a 2,82%. Valores semelhantes foram descritos por Souza e Aquino (2012) ao caracterizarem sementes de mangaba secas a 60 °C por 6 horas (2,09%). As cinzas correspondem à quantidade de minerais presentes nos alimentos. Em farinhas de trigo é estabelecido, no máximo, 4% de cinzas (BRASIL, 2005), logo, as farinhas de sementes de mangaba apresentaram conformidade com o limite estabelecido pela legislação.

A quantidade de carboidratos variou de 28,25% a 55,04%. Valores superiores foram encontrados por Souza e Aquino (2012), em avaliação de farinhas de sementes de mangaba secas a 60 °C por 6 horas (58,66%).

Considerando a Ingestão Dietética de Referência (DRI) de carboidratos para adultos de 130 g/dia, o consumo de 100g de farinha de sementes de mangaba torrada a 130 °C por 10 minutos representa ingestão de 42% de carboidratos (IOM, 2005).

As amostras de sementes de mangaba apresentaram boa fonte de lipídeos, sendo encontrados 11,47% a 31,58%, nas amostras controle e T7, respectivamente. Em produtos com alto teor de lipídeos, pode-se ter menor vida útil, por causa do processo de oxidação, comum em sementes oleaginosas, o qual produz sabor de ranço.

Com base em uma dieta de 2.000 calorias, o VDR (Valores Diários de Referência de Nutrientes) para lipídeos é de 55 g (BRASIL, 2005). Portanto, o consumo de 100 g de sementes de mangaba crua ou torrada a 130 °C por 30 minutos representa uma ingestão de lipídeos de 20,85% e 57,42%, respectivamente.

Valores próximos foram encontrados em farinhas de sementes de abóbora (32,25%) (PUMAR et al., 2008). Em estudo da composição química de sementes do Cerrado, secas à temperatura ambiente, as sementes de araticum, baru e pequi apresentaram alto teor de lipídeos, respectivamente, 27,23%, 36,54% e 47,68% (LUZIA, 2012). Sementes de mangaba secas por 60 °C obtiveram 23% de lipídeos (SOUZA; AQUINO, 2012).

Na Tabela 17, nota-se a quantidade de proteínas entre 7,28% e 12,81%. Na literatura foram encontrados valores de proteínas em sementes de mangaba secas a 60 °C semelhantes ao deste estudo, 10,25% a 11,42% de proteínas (ARAÚJO et al., 2011; SOUZA; AQUINO, 2012). Em estudo realizado por Luzia e Jorge (2009), empregando sementes de jambolão secas em estufa a 35 °C, o teor de proteínas foi de 4,33%, logo, quantidade inferior de proteínas ao encontrados em sementes de mangaba.

O VET das amostras esteve entre 245,37 Kcal a 539,55. Logo, é possível afirmar que sementes de mangaba apresentam boa fonte energética. Com base em uma dieta de 2000 Kcal, o consumo de 100 g de farinha de sementes de mangaba torrada a 130 °C por 30

minutos representa 27% da Ingesta Diária Recomendada (IDR) de calorias (FAO/OMS, 2003).

Valores do VET superiores às amostras de mangaba foram encontrados na farinha de mandioca crua e na castanha-de-caju torrada e salgada, sendo, respectivamente de 361 Kcal, e, 570 Kcal, os quais podem ser localizados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011).

Na Tabela 18, visualiza-se o potencial antioxidante de farinhas de sementes de mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem, em extrato etéreo, etanólico e aquoso.

**Tabela 18.** Determinação do potencial antioxidante em farinhas de sementes de mangaba para diferentes extratos, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	Extrato (% de descoloração do DPPH)		
	Etéreo	Etanólico	Aquoso
Controle	28,89 ± 1,69 bc	36,10 ± 1,86 c	20,91 ± 0,68 d
T1	30,63 ± 0,30 c	35,00 ± 0,78 c	15,57 ± 0,45 c
T2	28,70 ± 0,30 bc	13,38 ± 0,62 a	19,43 ± 0,49 d
T3	14,93 ± 0,99 a	37,13 ± 0,91 c	13,96 ± 0,62 c
T4	15,18 ± 0,45 a	13,38 ± 0,62 a	19,82 ± 0,49 d
T5	12,74 ± 0,33 a	35,39 ± 1,06 c	15,19 ± 0,68 c
T6	13,26 ± 0,62 a	36,42 ± 1,40 c	10,68 ± 0,89 b
T7	16,96 ± 1,74 a	31,02 ± 1,57 b	7,27 ± 0,45 a

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05).

De acordo com a Tabela 18, o tratamento térmico influenciou no potencial antioxidante das amostras de mangaba, apresentando diferenças estatísticas, significativas, entre as amostras.

Observou-se que em extrato etéreo a amostras T1 obteve maior capacidade antioxidante (30,63%), contudo, estatisticamente, igual, à amostra controle. Em extrato etanólico, a amostra T3 apresentou maior potencial antioxidante (37,13%), porém, estatisticamente, igual, à amostra controle. A amostra controle em extrato aquoso exibiu maior capacidade antioxidante. Logo, pode-se afirmar que o tratamento térmico não influenciou, significativamente, para o aumento da capacidade antioxidante nas amostras de mangaba presente nos extratos etéreo, etanólico e aquoso.

A capacidade antioxidante de uma amostra em determinado extrato é caracterizado como percentual de descoloração ou decréscimo na absorbância. A amostra que possui alta atividade antioxidante possui baixo valor de  $Ic_{50}$ , denominado índice de concentração do

extrato necessário para reduzir 50% do radical DPPH. Deste modo, expressando os resultados em  $IC_{50}$ , maiores resultados da capacidade antioxidante foram de 326,49  $\mu\text{g/mL}$  em extrato etéreo (amostra T1), 269,43  $\mu\text{g/mL}$  em extrato etanólico (amostra T3) e 478,49  $\mu\text{g/mL}$  em extrato aquoso (amostra controle). O processamento pode remover antioxidantes, pois em elevadas temperaturas causam degradação e volatilização de antioxidantes ou pode originar o estresse oxidativo, superando os próprios sistemas antioxidantes do alimento. A oxidação de terpenos, antioxidantes presente em vegetais, acontece, geralmente, em elevadas temperaturas (MCCLEMENTS; DECKER, 2010).

Em pesquisa descritiva de técnicas de extração de antioxidantes, Andreo e Jorge (2006) concluem que vários fatores podem interferir na extração, sendo, a polaridade do solvente utilizado, o tempo e a temperatura de extração, já que pode ocorrer perda ou destruição dos compostos antioxidantes.

Rufino et al. (2010), em caracterização dos compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutas brasileiras, encontraram alta capacidade antioxidante no fruto da mangaba,  $IC_{50}$  de 3385 g/g DPPH.

Roesler et al. (2007) em estudo de diferentes frações de frutos do Cerrado, obtiveram em sementes de araticum, em extrato aquoso (417,54  $\mu\text{g/mL}$ ), valor semelhante ao deste trabalho para sementes de mangaba.

Na Tabela 19 está representado o teor de fenólicos totais em extrato etanólico e aquoso de farinhas de sementes de mangaba.

**Tabela 19.** Compostos fenólicos totais em farinhas de sementes de mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	Extrato (mg EAG.100 g <sup>-1</sup> )	
	Etanólico	Aquoso
Controle	84,86 $\pm$ 2,64 a	183,03 $\pm$ 0,38 a
T1	540,14 $\pm$ 2,00 g	280,10 $\pm$ 3,00 b
T2	367,80 $\pm$ 1,31 f	361,69 $\pm$ 3,60 cd
T3	335,08 $\pm$ 1,31 e	366,71 $\pm$ 0,38 d
T4	288,83 $\pm$ 0,76 b	359,51 $\pm$ 1,36 c
T5	310,21 $\pm$ 1,31 d	358,20 $\pm$ 2,95 c
T6	304,97 $\pm$ 2,62 c	398,12 $\pm$ 1,36 e
T7	546,14 $\pm$ 1,31 h	365,62 $\pm$ 1,36 d

<sup>1</sup> Valores correspondem à média  $\pm$  desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). EAG= Equivalente de ácido gálico.

Os compostos fenólicos totais, em extratos etanólico e aquoso foram influenciados, significativamente, pela interação entre os fatores temperatura de secagem e tempo, conforme verificado pela Tabela 19.

Observa-se que os maiores resultados de compostos fenólicos foram de 546,14 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> em extrato etanólico e de 398,12 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> em extrato aquoso, nas amostras T7 e T6, respectivamente. Pode-se concluir que em extrato etanólico a temperatura de torra de 130 °C por 30 minutos foi a mais eficaz para a extração dos compostos fenólicos. Nota-se que em extrato aquoso, a torra a 130 °C durante 20 minutos foi eficiente para o aumento de fenólicos.

Os compostos fenólicos são substâncias presente nos vegetais que participam de funções importantes na reprodução e crescimento dos vegetais, servem de defesa em resposta ao ataque de parasitas, predadores e agentes patógenos e colaboram para a coloração das plantas. Nos alimento esses compostos podem inibir a oxidação celular e reduzir doenças crônicas (LIU 2007, SOARES, 2002) são capazes de eliminar radicais livres, como os flavonóis, ácidos fenólicos, estilbenos, cumarinas e taninos, os quais apresentam atividade antioxidante, efeitos anticancerígenos e antimutagênicos (KIM et al., 2011, ROESLER et al., 2008).

Santos et al. (2014) relataram valores de compostos fenólicos semelhantes, aos encontrados neste estudo, em sementes de maracujá, 312,53 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>, concluindo que as mesmas apresentaram maior quantidade de fenóis do que na casca.

Resultados semelhantes foram descritos por Park et al. (2014), em estudo da atividade antioxidante e anti-inflamatória de sementes, sendo observado 271 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> de fenólicos em sementes de amora preta e 206,2 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> em sementes de uva.

Resultados próximos foram encontrados por Contreras-Calderón et al. (2011) em pesquisa de compostos fenólicos em 24 espécies de frutas, com teores de 497 mg EAG.100g<sup>-1</sup> para sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e 262 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> para sementes de guapeva (*Pouteria caimito*).

O tratamento térmico foi um fator limitante na quantidade de compostos fenólicos presente nas amostras de sementes de mangaba. No teor de antioxidante, o tratamento térmico diminuiu os parâmetros da capacidade de eliminar radicais livres em relação à amostra controle, porém para fenólicos os dados foram maiores nas farinhas submetidas ao tratamento térmico. Essa diferença pode ser explicada devido ao fato de existirem classes distintas de fenóis nos vegetais e diferentes requisitos estruturais de sequestrantes de radicais livres, além de suas atividades variarem muito. Fatores como posição e grau de hidroxilação, polaridade,

solubilidade, potencial de redução, estabilidade do fenólico ao processamento e estabilidade do radical influenciam na atividade sequestradora de radicais livres de fenólicos (MCCLEMENTS; DECKER, 2010). Portanto, novas pesquisas devem ser feitas, a fim de avaliar qual tipo de antioxidante ou fenólico pode ser encontrado em sementes de mangaba.

Poucos relatos são encontrados na literatura sobre compostos fenólicos e potencial antioxidante em sementes de frutas tropicais. A utilização integral dos frutos pela indústria de alimentos traz benefícios pelo aproveitamento de frações que possuem capacidade antioxidante e nutrientes importantes para a alimentação, além de evitar a poluição pelo acúmulo de resíduos como fonte de nutrientes para micro-organismos.

Na Tabela 20, foi apresentado o teor de minerais em farinhas de sementes de mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem.

O tratamento térmico influenciou, estatisticamente, no aumento do teor de minerais nas amostras de sementes de mangaba submetidas ao tratamento térmico, quando comparadas com a amostra controle. Porém, não houve diferenças estatísticas entre as amostras para os minerais chumbo (0,8 mg/100g), sódio (29,0 mg/100g) e cobre (1,6 mg/100g), exibindo resultados iguais, estatisticamente, em todos os tratamentos térmicos. Nas amostras de mangaba analisadas não foram encontrados teores dos minerais: níquel, molibdênio, mercúrio, cobalto e cádmio.

Os minerais, no organismo, exercem funções essenciais, compõem enzimas, participam na divisão celular, expressão genética, processos fisiológicos como crescimento e desenvolvimento, na transcrição genética, auxiliam na função imune e desenvolvimento cognitivo e de órgãos (MAFRA; COZZOLINO, 2004).

Considerando a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de manganês para adultos de 2,3 mg, crianças (1 a 10 anos) de 1,2 a 1,5 mg e para gestantes de 2,0 mg (BRASIL, 2005), 100 g de sementes de mangaba submetidas ao tratamento térmico apresenta 100% da ingesta diária recomendada.

Levando em consideração que a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de zinco para adultos é de 7 mg, o consumo de 100g de farinhas de semente de mangaba submetida ao tratamento térmico representa, 44,3% da ingesta (BRASIL, 2005).

As sementes de mangaba, tanto *in natura* quanto submetida ao tratamento térmico, também podem ser utilizadas para a complementação das necessidades diárias de cobre (IDR), sendo indicados de 340 a 440 µg para crianças (1 a 10 anos) e 1000 µg para gestantes (BRASIL, 2005), suprimindo 100% do recomendado.

**Tabela 20.** Teor de minerais em farinhas de sementes de mangaba, submetidas à diferentes temperaturas de secagem<sup>1</sup>.

Amostras	Minerais (mg/100 g de amostra)						
	Cálcio	Ferro	Fósforo	Manganês	Magnésio	Potássio	Zinco
Controle	30,0 ± 0,0 a	1,0 ± 0,7 a	129,2 ± 0,8 a	0,53 ± 0,2 a	35,3 ± 0,9 a	167,0 ± 0,0 a	1,5 ± 0,8a
T1	81,2 ± 0,7 b	1,2 ± 0,0 b	236,0 ± 0,8 c	2,8 ± 0,6 bc	48,1 ± 0,3 b	264,2 ± 0,3 c	3,1 ± 0,4 b
T2	81,0 ± 0,9 b	1,2 ± 0,2 b	238,0 ± 0,4 c	2,8 ± 0,9 bc	48,2 ± 0,3 b	265, ± 0,0 c	3,5 ± 0,7 b
T3	81,0 ± 1,1 b	1,2 ± 1,1 b	224,3 ± 0,9 b	2,7 ± 0,7 b	46,6 ± 0,6 b	261,0 ± 1,0 c	3,3 ± 0,0 b
T4	80,2 ± 0,0 b	1,2 ± 0,7 b	223,0 ± 0,0 b	2,7 ± 0,3 b	46,0 ± 1,1 b	257,0 ± 0,2 b	3,4 ± 0,1 b
T5	80,1 ± 0,3 b	1,3 ± 0,0 b	241,1 ± 0,3 c	2,9 ± 0,7 cd	48,0 ± 1,1 b	269,0 ± 0,0 c	3,8 ± 0,7 b
T6	80,3 ± 0,8 b	1,2 ± 0,5 b	236,3 ± 0,0 c	2,9 ± 0,9 cd	47,0 ± 1,2 b	264,4 ± 0,3 c	3,0 ± 0,8 b
T7	81,2 ± 0,3 b	1,2 ± 0,1 b	240,3 ± 0,7 c	2,9 ± 0,7 d	47,0 ± 1,5 b	266,0 ± 0,7 c	3,0 ± 0,9 b

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p <0,05).

Para adultos o consumo de magnésio recomendado é de 260 mg (BRASIL, 2005). Em 100 g de amostras de sementes de mangaba, submetidas ao tratamento térmico, representa 18,5% do recomendado de magnésio para adultos.

O teor de cinzas presente nos alimentos indica a quantidade de minerais que a amostra possui. Assim como, o tratamento térmico intensificou o valor de cinzas, ocorreu o mesmo para os minerais. Em pesquisa comparativa de frutos do Cerrado, sementes de pequi exibiram os maiores valores de cinzas, sendo, 3,11%, logo, foi a amostra que apresentou maiores concentrações de minerais, à saber, 1042,89 mg/100g de magnésio, 2196,12 mg/100g de fósforo e 3,54 mg/100g de zinco (LUZIA, 2012).

#### 6.4 CONCLUSÃO

O tratamento térmico influenciou na divergência de dados nas análises de capacidade antioxidante e de compostos fenólicos. Em antioxidante, o tratamento térmico diminuiu a capacidade de eliminar radicais livres em relação à amostra controle, porém para fenólicos os dados foram maiores nas farinhas submetidas ao tratamento térmico.

Todas as farinhas apresentaram minerais importantes na alimentação, dos principais, pode-se referir a presença dos macronutrientes fósforo, potássio, cálcio, sódio e magnésio, além dos micronutrientes ferro, zinco, cobre e manganês. Deste modo, pode ser viável a utilização de farinhas de sementes de mangaba na alimentação de gestantes, adultos e crianças, desde que investigado a presença de fatores antinutricionais ou toxinas nessas sementes. O tratamento térmico influenciou no aumento dos minerais cálcio, ferro, fósforo, manganês, magnésio, potássio e zinco.



## REFERÊNCIAS

- ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.
- ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 319-336, 2006.
- AOAC - **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 19<sup>a</sup> ed. Washington, V1 e 2, 2012.
- ATWATER, W. O.; WOODS, C. D.; **The Chemical Composition of American Food Materials**, U. S. Department of Agriculture; Office of Experiment Stations; Bulletin n.º 28, 1896.
- ARAÚJO, K. B.; SANTOS, R. C. A.; SOUZA, F. M.; AQUINO, L. C. L. Enriquecimento protéico da farinha de sementes de mangaba com *Rhizopus oryzae*: otimização utilizando a metodologia de superfície de resposta. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 5, n. 4, p. 45-50, 2011.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of biochemistry and physiology**, Ottawa, v.37, n.8, p.911-917. 1959.
- BORGUINI, R. G.; BASTOS, D. H. M.; MOITA-NETO, J. M.; CAPASSO, F. S.; TORRES, E. A. F. S. Antioxidant Potential of Tomatoes Cultivated in Organic and Conventional Systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 56, p. 521-529, 2013.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. RDC n.º 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1, p. 372.
- BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa no 8, 02 jun. 2005. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 jun. 2005, Seção 1, n.105, p.91.

BRASIL. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. **Resolução CNNPA nº 12, de 20 de outubro de 1978**. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, p. 20, 21, 1978.

CAPINAN, G. C. S. **Seleção de germoplasma de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) definidos por marcadores morfológicos e moleculares**. 2007. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2007.

CONTRERAS-CALDERÓN, J.; CALDERÓN-JAIMES, L.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E.; GARCÍA-VILLANOVA, B. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Research International**, v. 44, p. 2047–2053, 2011.

EMBRAPA (Brasil). **Princípios de secagem de alimentos**. Brasília, DF, 2010. 51 p.

ETTINGER, S. Macronutrientes: Carboidratos, Proteínas e Lipídeos. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Roca, 2005. cap. 3, p. 35-71.

FAO/OMS -**Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases**. WHO Technical Report Series 916 Geneva, RDC 360, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2010.

GANGA, R. M. D.; FERREIRA, G. A.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; NASCIMENTOS, J. L. Caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 101-113, 2010.

HOFFMANN, F. L. **Fatores limitantes à proliferação de micro-organismos em alimentos**. Brasil Alimentos, São Paulo, v. 9, n. 1, p.23-30, 2001.

IOM. - Institute of Medicine of The National Academy Of Sciences. **Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids** (2002/2005). Washington: National Academy Press, 2005. Disponível em: <<http://www.nap.edu>>. Acesso em: 01 março 2015.

KIM, H.; CHOI, H.; MOON, J.; KIM, Y.; MOSADDIK, A.; CHO, S. Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 1, p. 38-48, 2011.

LIU, R. H. Whole grain phytochemicals and health. **Journal of Cereal Science**, v. 46, p. 207-219, 2007.

LUZIA, D. M. M. **Propriedades funcionais de óleos extraídos de sementes de frutos do Cerrado brasileiro**. 2012. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, e São José do Rio Preto, 2012.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Composição centesimal, potencial antioxidante e perfil dos ácidos graxos de sementes de jabolão (*Syzygium cumini* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 219-223, 2009.

MAFRA, D.; COZZOLINO, S. M. F. The importance of zinc in human nutrition. **Revista de Nutrição**. v. 17, p. 79-87, 2004.

MARINELI, R. S.; MORAES, E. A.; LENQUISTE, S. A.; GODOY, A. T.; EBERLIN, M. N.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.). **LWT - Food Science and Technology**, v. 59, p. 1304-1310, 2014.

MCCLEMENTS, D. J.; DECKER, E (Ed). A. **Lipídeos**. In: Fennema, Química de alimentos de Fennema. Zaragoza: Acribia, 2010. cap. 4, p.131-178.

MONACHINO, J. A revision of Hancornia (*Apocynaceae*). **Lilloa**, Tucumán, v. 11, p. 19-48. 1945.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pyrus* sp.) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001.

PARK, M.; CHO, H.; JUNG, H.; LEE, H.; HWANG, K. T. Antioxidant and anti-inflammatory activities of tannin fraction of the extract from black raspberry seeds compared to grape seeds. **Journal of Food Biochemistry**, v. 38, p. 259-270, 2014.

PUMAR, M.; FREITAS, M. C. J.; CERQUEIRA, P. M.; SANTANGELO, S. B. Avaliação do efeito fisiológico da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*, L.) no trato intestinal de ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 7-13, 2008.

RINALDI, M. M.; LIMA, T. A.; ASCHERI, D. P. R. **Caracterização física de frutos de mamão e química de cascas e sementes**. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados, 17p, 2010.

RIZZO, J. A.; FERREIRA, H. D. *Hancornia speciosa* Gomes, no estado de Goiás. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 36., 1985, Curitiba, PR. **Anais...**Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 1990. v. 1, p. 363-368.

ROESLER, R.; CATHARINO, R.; MALTA, L.; EBERLIN, M.; PASTORE, G. Antioxidant activity of *Caryocar brasiliense* (pequi) and characterization of major components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 110, n. 3, p. 711–717, 2008.

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 e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

ROSA, A. P. B.; FOMSGAARD, I. S.; LAURSEN, B.; MORTENSEN, A. G.; OLVERA-MARTÍNEZ, L.; SILVA-SÁNCHEZ, C.; MENDOZA-HERRERA, A.; GONZÁLEZ-CASTÁNEDA, J.; LEÓN-RODRÍGUEZ, A. Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) as an alternative crop for sustainable food production: phenolic acids and flavonoids with potential impact on its nutraceutical quality. **Journal of Cereal Science**, v. 49, p.117-121, 2009.

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.

SANTOS, V. J.; BIONDO, P. B. F.; ROTTA, E. M; MORAIS, D. R.; VISENTAINER, J. V. Otimização da Secagem por Meio da Avaliação da Atividade Antioxidante de Partes não Comestíveis (Semente/Casca) do Maracujá. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 5, n. 2, p. 10-16, 2014.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas do Cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 179 p.

SILVA, J.; SILVA, E. S.; SILVA, P. S. L. Determinação da qualidade e do teor de sólidos solúveis nas diferentes partes do fruto da pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 562-564, 2002.

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

SOUZA, F. M.; AQUINO, L. C. L. Potencial da farinha de sementes de mangaba para a produção de lipase de *Aspergillus niger*: Influência da temperatura e umidade no processo. **Scientia Plena**, v. 8, n. 12, p. 1-5, 2012.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (**TACO**). 4. ed. Campinas: Unicamp, 2011. 161 p.

VIEIRA NETO, R. D.; CINTRA, F. L. D.; SILVA, A. L.; SILVA JÚNIOR, J. F.; COSTA, J. L. S.; SILVA, A. A. G.; CUENCA, M. A. G. **Sistema de produção de mangaba para os tabuleiros costeiros e baixada litorânea**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 22p.

ZIELINSKI, H.; KOZLOWSKA, H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, p. 2008-2016, 2000.

## 7 EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO SOBRE OS NÍVEIS DE FATORES ANTINUTRICIONAIS EM FARINHAS DE SEMENTES DE FRUTOS DO CERRADO

### RESUMO

A utilização de farinhas de sementes, as quais seriam desprezadas pelas indústrias de alimentos, evita danos ambientais, causados pelo descarte indevido, e traz benefícios econômicos com o aproveitamento integral dos frutos. O objetivo deste trabalho foi analisar a influência do tratamento térmico sobre os fatores antinutricionais em farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba. Foram analisadas farinhas de sementes *in natura*, farinhas secas a 60 °C e torradas a 110 °C e 130 °C, durante 10, 20 e 30 minutos. Determinou-se a presença de cianeto e as quantidades de inibidores de tripsina, fitatos e taninos. As farinhas de sementes analisadas não apresentaram compostos cianogênicos. O tratamento térmico reduziu a quantidade de inibidores de tripsina das amostras, de farinhas de sementes de cagaita e mangaba, em comparação com a amostra *in natura*. O tratamento térmico diminuiu o teor de fitatos de todas as amostras analisadas, em contrapartida intensificou os teores de taninos em todas as farinhas avaliadas. Com base nos resultados, pode-se concluir que o tratamento térmico reduz a quantidade dos compostos antinutricionais, sendo possível a utilização das farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba na indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** cianogênicos; inibidores de proteases; fitatos; taninos.\*

---

\* Artigo a ser submetido. Comitê orientador: Clarissa Damiani – UFG (orientadora), Flávio Alves da Silva – UFG (coorientador), Armando García Rodríguez – UFG (coorientador).

## ABSTRACT

The use of seed meals, which were neglected by the food, avoid environmental damage caused by improper disposal, and brings economic benefits from the full use of the fruits. The objective of this study was to analyze the influence of thermal treatment on the anti-nutritional factors in seed meal of cagaita, mama-cadela and mangaba. Seed meals were analyzed fresh, dried flour at 60 °C and roasted at 110 °C and 130 °C for 10, 20 and 30 minutes. It was determined the presence of cyanide and the amounts of trypsin inhibitors, phytic acid and tannins. The analyzed seed flours showed no cyanogenic compounds. The heat treatment decreased the amount of trypsin inhibitors from samples, and the cagaita mangaba seed meal, compared with the sample *in nature*. The heat treatment reduces the phytate content of all samples in return intensified tannin levels in all evaluated flours. However, the heat treatment increased tannin levels in all evaluated flours. Based on the results, it can be concluded that thermal treatment reduces the amount of anti-nutritional compounds, it being possible to use the seed meal of cagaita, mama-cadela and mangaba in the food industry.

**Keywords:** cyanogenic; protease inhibitors; phytates; tannins

## 7.1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem sido dada maior importância no descarte de resíduos vegetais. O aproveitamento de co-produtos agroindustriais é uma alternativa viável, a fim de diminuir impactos ambientais e o rejeito indevido desses materiais que podem causar danos à natureza. A aplicação de cascas, sementes e demais partes de frutas e verduras, que seriam desprezadas, em produtos alimentícios, tornou-se interessante, pois estes contêm nutrientes essenciais para a alimentação (KOBORI; JORGE, 2005).

Vários estudos descrevem a utilização de sementes para o consumo. Sementes de abóbora são ricas em proteínas, lipídeos, fibras, compostos bioativos e antinutricionais (VERONEZI; JORGE, 2012); as sementes de limão, acrescidas ao óleo de soja, apresentam atividade antioxidante, podendo ser alternativa à indústria de alimentos (LUZIA; JORGE, 2010), e sementes dos frutos do Cerrado, araticum, cagaita, banha de galinha, pequi e lobeira possuem capacidade em sequestrar radicais livres (ROESLER et al., 2007). Entretanto, as sementes de frutos possuem fatores antinutricionais, substâncias que causam danos ao ser humano ou animal que ingeri-las.

Fatores antinutricionais podem ser toxinas, como os compostos cianogênicos, ou antinutrientes, como inibidores de tripsina, taninos e fitatos. Compostos cianogênicos causam toxicidade, originando lesões em órgãos e tecidos, ocasionando alterações fisiológicas, causando enfermidades, podendo levar à morte (SGARBIERI, 1996). Antinutrientes, quando ingeridos, tem propriedade de reduzir o valor nutricional do alimento, interferindo na digestibilidade e absorção. Se ingeridos em altas concentrações, podem causar danos à saúde, diminuindo a disponibilidade biológica dos aminoácidos essenciais e minerais, além de causar irritações e lesões na mucosa gastrointestinal (BENEVIDES et al., 2011). No entanto, há relatos de antinutrientes que possuem capacidade antioxidante e anticancerígena (AHN, 2004; LAJOLO, 2004; SHAMSUDDIN, 2002), sendo importante a caracterização de implicações antinutricionais para que não reduzam seus efeitos benéficos.

Estudos sobre as características nutricionais e nutracêuticas de sementes têm promovido o consumo de grãos na dieta da população, entretanto, a presença de fatores antinutricionais representa limitações para a ingestão sem processamento prévio (CARDOSO et al., 2007). O tratamento térmico tem sido o processo mais utilizado para a redução destes fatores antinutricionais em alimentos (CARDOSO et al., 2007; SILVA; FERNANDES, 2011; BENEVIDES et al., 2011; DAMIANI et al., 2013).



Em estudo, com amêndoas de chichá torradas a 205 °C, durante 11 minutos, a quantidade de fitato reduziu 50% em relação à amostra crua (SILVA; FERNANDES, 2011); sementes de abóboras apresentaram menores teores de cianeto após torrefação a 100 °C, por 90 minutos (DEL-VECHIO et al., 2005). Em farinhas de soja, foi observada redução na atividade de inibidores de tripsina, quando submetidas a 120 °C, por 9 minutos (CARDOSO et al., 2007). Após cocção e secagem a 60 °C por 17 horas em grãos de feijões, foi constatada redução no teor de taninos e fitatos (RAMÍREZ-CÁRDENAS; LEONEL; COSTA, 2008).

Com base neste contexto, e com o intuito em se ter um aproveitamento sustentável e seguro de resíduos agroindustriais, este estudo objetivou analisar os fatores antinutricionais de farinhas de sementes de frutos do Cerrado, a saber, cagaita, mama-cadela e mangaba, para a utilização na indústria de alimentos.

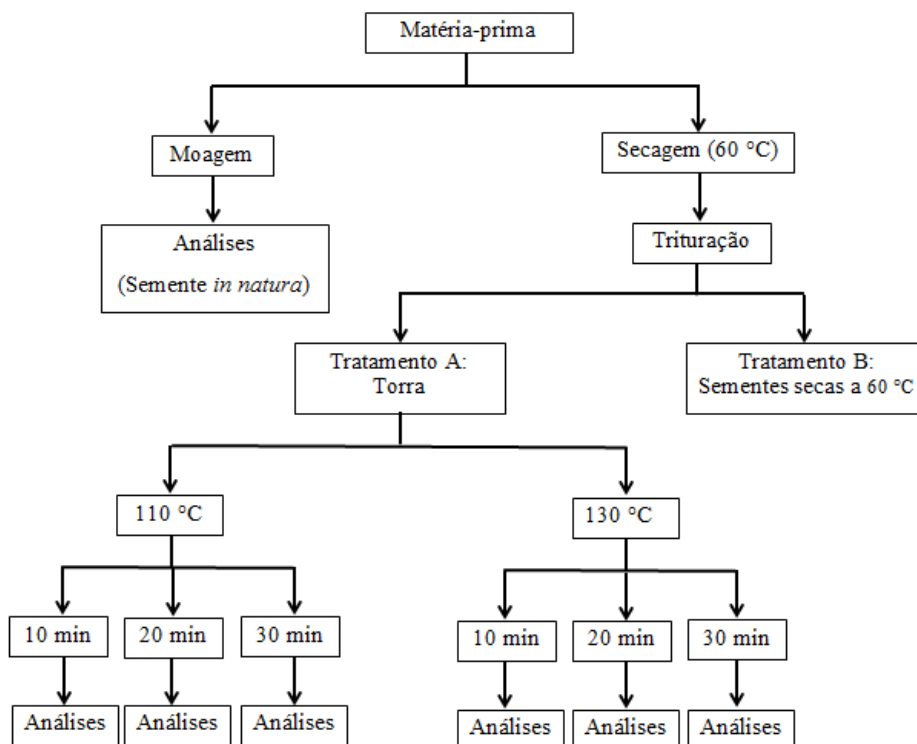
## 7.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 7.2.1 Matéria-prima

As sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba, safra 2013, foram doadas pela empresa Frutos do Brasil, localizada em Goiânia – GO. As mesmas foram encaminhadas para a Planta Piloto de Processamento de Vegetais, do Setor de Engenharia de Alimentos, da Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás em Goiânia, onde foram higienizadas e feito o preparo das farinhas.

### 7.2.2 Processamento da matéria-prima

As sementes foram lavadas, em água corrente, para a eliminação dos resíduos dos frutos e imersas em solução de água clorada a 200 ppm por 15 minutos para completa higienização. Após, foram congeladas em congelador rápido (IRINOX, M.HCM 141/50) e armazenadas em freezers até a produção das diferentes farinhas. O fluxograma, na Figura 9, apresenta o processo de secagem e torra para a elaboração das farinhas.



**Figura 9.** Fluxograma de processamento de farinhas de sementes de cagaíta, mama-cadela e mangaba.

As sementes de cagaíta, mama-cadela e mangaba foram divididas em dois lotes, sendo um deles utilizado para as análises das sementes *in natura* (amostra controle) e o outro para a confecção das farinhas torradas. Estas foram secas em estufa de circulação de ar a 60 °C, e após terem atingido 10% de umidade (base úmida), foram trituradas em liquidificador industrial. Em seguida, foram divididas em dois lotes (A e B). No tratamento A, a aplicação das torras a 110 e 130 °C e no tratamento B, a farinha, oriunda da secagem a 60 °C. As torras foram feitas em forno elétrico doméstico, da marca Layr, modelo New Stylus, ano 2011. Todas as farinhas de sementes foram embaladas a vácuo (PEBD/Nylon/PEBD), reembaladas em embalagens metalizadas e armazenadas em freezers a -18 °C, até o momento das análises. As análises foram realizadas na Universidade Federal de Goiás, em Goiânia, no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos, da Faculdade de Farmácia e no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos, do Departamento de Engenharia de Alimentos.

As análises de fatores antinutricionais foram realizadas nos seguintes tratamentos:

- Controle: semente *in natura*;
- T1 – Tratamento 1: secagem a 60 °C;
- T2 – Tratamento 2: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 10 minutos;
- T3 – Tratamento 3: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 20 minutos;
- T4 – Tratamento 4: torrefação em forno elétrico a 110 °C por 30 minutos;

- T5 – Tratamento 5: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 10 minutos;
- T6 – Tratamento 6: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 20 minutos;
- T7 – Tratamento 7: torrefação em forno elétrico a 130 °C por 30 minutos.

### 7.2.3 Análises dos fatores antinutricionais

#### 7.2.3.1 Compostos Cianogênicos

A presença de ácido cianídrico nas sementes foi avaliada, utilizando o teste Guignard, técnica qualitativa que consiste na confirmação da presença ou não de cianetos em extratos tóxicos. Para a comparação da presença de cianogênicos foi utilizada a semente de ameixa, já que a mesma apresenta glicosídeos cianogênicos precursores do ácido cianídrico (ARAÚJO, 2011). Foi colocado, em Erlenmeyer, 2 g de semente (cagaita, mama-cadela, mangaba e ameixa) e acrescido 10 ml de água destilada. Uma tira de papel de filtro de, aproximadamente, 1 cm de largura, previamente umedecido com solução de ácido pícrico a 1% e solução de carbonato de sódio a 10%, foi colocada na borda do Erlenmeyer e suspenso sobre a amostra, sem que o papel entrasse em contato com a amostra e a água destilada, durante duas horas. Caso a superfície do papel apresentasse coloração avermelhada, indicaria a presença de cianeto na amostra. A reação de cianeto de sódio com picrato consiste, basicamente, na formação de isopurpurato alcalino vermelho (COSTA, 2001). Cada teste foi realizado em triplicata.

#### 7.2.3.2 Inibidor de tripsina

O teor de inibidores de tripsina foi determinado, de acordo com Alencar et al. (2003). Foi pesado 0,1 g de amostra e deixado reagir por 30 minutos a 4 °C com 10 mL de solução tampão Tris-HCl pH 8,0 0,1 M, em seguida, este extrato foi centrifugado por 5 minutos. Após, foi incubado, a 37 °C, alíquotas de solução tampão Tris-HCl (pH 8,0 0,1 M), extrato com amostra e solução com enzima tripsina. Depois de 10 minutos foi adicionado BapNa (Na-Benzoyl-DL-arginine-4-nitroanilide) e feito leitura em espectrofotômetro a 405 nm após 25 minutos de reação.

Para o cálculo da unidade enzimática foi utilizada metodologia escrita por Cavalcante et al. (2006). A unidade enzimática foi definida como a quantidade capaz de produzir 1µmol de p-nitroanilina por minuto e calculada pela Equação 9:

$$U = [(A \times v \times 1000)]/9,1 \quad (9)$$

No qual A e v são a absorbâncias e o volume da mistura de reação por mL, respectivamente, e 9,1 é o coeficiente de absorção molar sob estas circunstâncias. Os resultados foram expressos em UTI/mg (Unidades de Tripsina Inibida). Para estimativa do teor de inibidores de tripsina, cada amostra foi analisada em triplicata.

#### 7.2.3.3 Fitatos

O conteúdo de ácido fítico foi determinado pelo método descrito por Latta e Eskin (1980), com modificações, para resina DOWEX (1x2-200 ion-exchange resin), de acordo com Ellis e Morris (1986). Para a extração do ácido fítico foi pesado 1 g de amostra e acrescido 10 mL de HCl 0,8 mol.L<sup>-1</sup>, deixando reagir por 2 horas e, após, centrifugado por 5 minutos. Para a análise cromatográfica, foi utilizado 0,6 g da resina DOWEX (1x2-200 ion-exchange resin), preparada com eluições sucessivas, por três vezes, de 10 mL de água destilada, 10 mL de NaCl 0,7 M e, novamente, 10 mL de água destilada, em seguida, deixado em repouso por uma hora para empacotamento. Após, uma alíquota de 1 mL da solução com a amostra foi aplicada à coluna, durante 5 minutos, e eluída com 5 mL de NaCl 0,1 mol.L<sup>-1</sup> e 5 mL de NaCl 0,7 mol.L<sup>-1</sup>, e recolhido 3 mL do último eluato. A partir deste eluato, foi acrescido 1 mL do reativo de Wade (ácido sulfosalicílico e cloreto férrico) e, depois de reagir por 15 minutos, foi feita leitura, em espectrofotômetro, a 500 nm. O teor de fitatos foi realizado em triplicata, para cada amostra, e os resultados foram expressos em mg/g.

#### 7.2.3.4 Taninos

O conteúdo de taninos foi estimado, de acordo com o método da AOAC (2012). Quantidades específicas, para cada amostra de sementes, foram adicionadas à água destilada e agitadas por 30 minutos, filtradas em papel filtro e centrifugadas. Em seguida, acrescentados aos extratos, água destilada, solução de Folin-Denis e solução saturada de carbonato de sódio. Após deixadas reagir por 30 minutos, foi realizada leitura, em espectrofotômetro (Biospectro SP-220), no comprimento de onda de 760 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem e cada amostra foi analisada em triplicata.

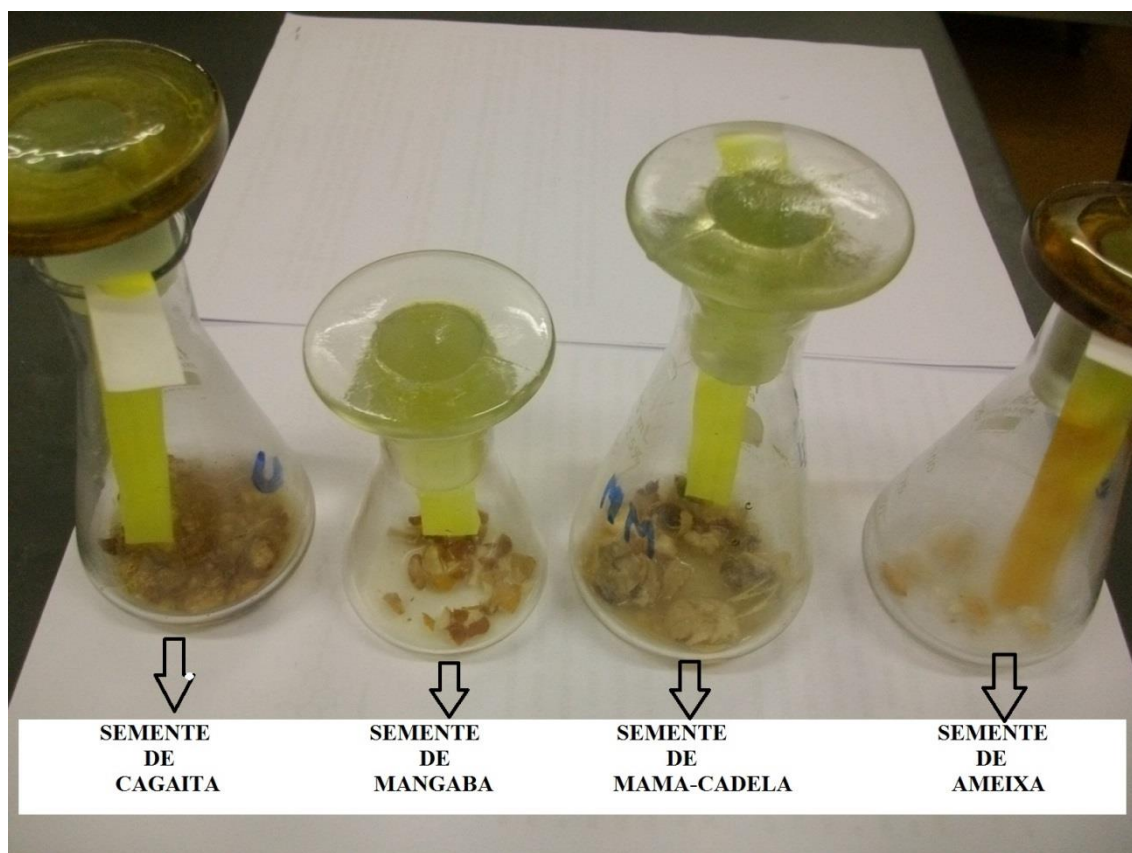
### 7.2.4 Análise estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos, sendo um controle. Cada tratamento foi repetido três vezes.

Para análise estatística todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância. As médias dos tratamentos, quando significativo, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2010).

## 7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 10, está apresentado o resultado do Teste de Guignard, para presença de compostos cianogênicos, em sementes *in natura* de cagaita, mangaba, mama-cadela e ameixa.



**Figura 10.** Teste de Guignard em sementes *in natura* de cagaita, mangaba, mama-cadela e ameixa.

A avaliação do potencial tóxico de sementes de frutos do Cerrado, a saber, sementes de cagaita, mangaba e mama-cadela, apresentaram resultados negativos para glicosídeos cianogênicos (Figura 10). Em estudo da avaliação do potencial tóxico em sementes de frutos do Cerrado, FONSECA et al. (2013) obtiveram respostas negativas para glicosídeos cianogênicos, em sementes de cagaita e mangaba, porém, nas mesmas, foi observado presença de compostos tóxicos, devido toxicidade exibida no bioensaio com micro-crustáceo *Artemia salina*.

A presença da coloração avermelhada na semente *in natura* de ameixa, Figura 10, indica existência de glicosídeos cianogênicos. O teste de Guignard foi realizado somente nas sementes *in natura*, visto que o tratamento térmico pode inativar a toxicidade de glicosídeos cianogênicos. Em alimentos como a mandioca e sementes de frutas de pêssego, ameixa, cereja, damascos e outras, existem os glicosídeos cianogênicos, compostos considerados não tóxicos, porém, quando o tecido vegetal é triturado ocorrem reações enzimáticas, as quais dão origem ao ácido cianídrico (HCN), substância altamente tóxica (ARAÚJO, 2011). O ácido cianídrico, quando ingerido, pode causar morte por inibir a respiração celular (CAROD-ARTAL, 2003), com a ingestão de 0,5 mg/kg a 3,5 mg/kg de peso corpóreo (MONTGOMERY, 1969). Logo, é possível afirmar que o consumo das sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba é considerado seguro, uma vez que não foram detectados glicosídeos cianogênicos nas mesmas.

Em sementes de damascos, há a diminuição de compostos cianogênicos, mesmo após trituração do tecido vegetal, em pequenas partículas, e aquecimento por aproximadamente 35 °C (TUNÇEL; NOUT; BRIMER, 1995). Em farinhas de cascas de maracujá, foi constatada reduções de 84,98%, 85,75% e 95,41% nos teores de compostos cianogênicos totais após secagem em estufa a 30°C, 45°C e 60°C, respectivamente (DEUS, 2011).

Na Tabela 21 estão descritos os teores de inibidores de tripsina nas amostras de farinhas de sementes *in natura* e tratadas termicamente.

Conforme os dados apresentados na Tabela 21, em todos os extratos de sementes analisados foi detectada atividade antitripica. Nas amostras de sementes de cagaita e mangaba, o tratamento térmico diminuiu os teores de inibidores de tripsina, significativamente, ao contrário das amostras de farinhas de sementes de mama-cadela.

**Tabela 21.** Teores de inibidores de tripsina (UTI/mg amostra) das farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba submetidas à diferentes tratamentos térmicos.<sup>1</sup>

Amostras	Inibidores de tripsina (UTI/mg amostra)		
	Cagaita	Mama-cadela	Mangaba
Controle	65,59 ± 0,56 c	8,04 ± 0,79 ab	55,80 ± 0,78 e
T1	41,98 ± 0,86 b	9,19 ± 0,42 b	49,55 ± 0,29 d
T2	40,99 ± 1,82 b	8,64 ± 0,28 ab	46,04 ± 0,15 c
T3	39,22 ± 0,35 ab	9,18 ± 0,19 b	46,82 ± 0,45 cd
T4	39,82 ± 2,39 ab	9,38 ± 0,17 b	37,80 ± 2,09 ab
T5	41,70 ± 0,66 b	8,90 ± 0,96 ab	43,81 ± 0,93 c
T6	37,48 ± 0,38 a	8,08 ± 0,38 ab	36,30 ± 0,67 a
T7	36,69 ± 1,02 a	7,67 ± 0,26 a	40,04 ± 1,78 b

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). UTI: Unidades de Tripsina Inibida.

Inibidores de proteases, no trato intestinal, reduzem a ação da tripsina, enzima responsável pela digestão das proteínas e levam ao aumento na produção de enzimas pelo pâncreas, causando hipertrofia (LIENER, 1994). Inibidores de proteases são termolábeis, ou seja, são inativados pelo calor. No entanto, alguns estudos demonstram que o tratamento térmico pode não ser suficiente para a inativação completa desses inibidores.

Sgarbieri e Whitaker (1982) descrevem que inibidores de tripsina possuem configuração compacta, em decorrência do elevado número de ligações dissulfídicas em sua molécula, consequentemente, apresentam certa resistência à inativação térmica. Sua estabilidade depende da temperatura, tempo de aquecimento, tipo de tratamento térmico aplicado, tamanho da partícula, conteúdo de umidade e conformação estrutural do inibidor (CARVALHO et al., 2002).

Em farinhas de sementes de abóboras, o cozimento apresentou maior eficiência na diminuição de inibidores de tripsina do que a torra (100 °C durante 90 minutos), cujas amostras cruas apresentaram 0,88 UTI/mg a 6,24 UTI/mg, porém, após cozimento as mesmas tiveram redução de 0,19 UTI/mg e 1,39 UTI/mg, respectivamente (DEL-VECHIO et al., 2005).

Em pesquisa com soja geneticamente modificadas, Cardoso et al. (2007) relatam que, com o aquecimento, a atividade inibitória reduziu bruscamente nos primeiros minutos e, após o aumento do tempo de exposição ao calor, a queda da atividade foi mais lenta.

Bezerra et al. (2014) compararam inibidores de tripsina em polpas e sementes das frutas goiaba; variedades branca e vermelha; maracujá e melancia. De acordo com estes autores, foi detectado atividade antitripica em todos os extratos analisados, porém, em maiores quantidades no extrato de semente de goiaba vermelha.

Estudos realizados por Wang, Cabral e Fernandes (1997; 2000), apresentaram inativação total de inibidores de tripsina. Deve-se atentar ao tratamento térmico mais eficiente para total inativação. Em feijões, a inativação total de inibidores de tripsina, foi relatada por Antunes e Sgarbieri (1980), quando embebidos em água e aquecidos a 100 °C durante 5 a 10 minutos.

Felix (2005) constatou torrefação em forno convencional eficaz na inativação de tripsina em grãos de soja, os quais apresentaram, 3,43 UTI/mg, 3,45 UTI/mg, 4,45 UTI/mg, 4,25 UTI/mg e 4,29 UTI/mg, sendo, respectivamente, secagem em estufa e torrefação por 10 minutos, secagem em estufa e torrefação por 15 minutos, torrefação por 45 minutos, torrefação por 50 minutos e torrefação por 60 minutos.

Farinhas de feijões de cultivares diferentes tiveram redução, na atividade inibitória, de 71% e 69% após processo de extrusão, conforme dados relatados por Batista, Prudêncio e Fernandes (2010).

Apesar da alta estabilidade dos inibidores de tripsina, o calor reduziu a atividade inibitória das sementes de frutos do Cerrado (Tabela 21). A semente de cagaita teve maior diminuição, 44% em relação à amostra controle; a semente de mangaba apresentou 35% e de mama-cadela 4,6% de redução.

Para a diminuição da atividade antitripica em sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba, os tratamentos de torra a 110 °C durante 20 minutos, 130 °C por 30 minutos e 110 °C durante 30 minutos, respectivamente, apresentaram eficiência, com maior redução em relação ao controle (Tabela 21).

Na Tabela 22 foram exibidos os teores de fitatos (mg/g) das farinhas de semente de frutos do Cerrado.

Todas as amostras de farinhas de sementes de frutos do Cerrado, cagaita, mama-cadela e mangaba, apresentaram diminuição no teor de fitatos, em relação à amostra controle, devido à aplicação do tratamento térmico (Tabela 22).

Em estudo com amêndoas de chichá (*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin), a quantidade de fitatos encontrada na amostra *in natura* foi de 10,6 mg/g. Após torrefação a 205 °C, por 11 minutos, esse teor reduziu para 5,5 mg/g (SILVA; FERNANDES, 2011). A amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vog.), *in natura* apresentou 1,6 mg/g de fitatos, depois de torrada a 200 °C por 15 minutos, a quantidade reduziu para 0,6mg/g (TOGASHI, 1993).



**Tabela 22.** Teores de fitatos (mg/g) das farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba, submetidas a diferentes tratamentos térmicos.<sup>1</sup>

Amostras	Fitatos (mg/g)		
	Cagaita	Mama-cadela	Mangaba
Controle	0,33 ± 0,01 d	0,42 ± 0,00 d	0,30 ± 0,01 e
T1	0,34 ± 0,01 d	0,35 ± 0,01 c	0,25 ± 0,01 d
T2	0,28 ± 0,01 c	0,34 ± 0,01 c	0,24 ± 0,01 cd
T3	0,24 ± 0,01 a	0,34 ± 0,01 bc	0,25 ± 0,00 cd
T4	0,27 ± 0,01 bc	0,32 ± 0,01 a	0,23 ± 0,01 bc
T5	0,25 ± 0,01 ab	0,32 ± 0,01 a	0,21 ± 0,01 ab
T6	0,24 ± 0,01 a	0,32 ± 0,01 ab	0,23 ± 0,01 bc
T7	0,23 ± 0,01 a	0,32 ± 0,01 a	0,20 ± 0,00 a

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

Pesquisa comparativa de diferentes cultivares de soja exibiram valores de fitatos reduzidos após tratamento térmico. A amostra *in natura* apresentou 11,8 mg/g de fitatos, após os tratamentos térmicos foram exibidos 9,9 mg/g, 9,6 mg/g, 8,8 mg/g e 8,9 mg/g, respectivamente, para a amostra torrada (180 °C, durante 20 minutos), submetida ao micro-ondas (potência 850 W durante 3 minutos) e amostras cozidas, por 30 minutos e 60 minutos (YANG; HSU; YANG, 2014).

De acordo com Hossain e Becker (2002), reduções dos níveis de ácido fítico causadas pelos tratamentos térmicos podem ser explicadas pela degradação térmica e a formação de complexos insolúveis. Em imersão a altas temperaturas, a diminuição do nível de ácido fítico ocorre devido à lixiviação de íons de fitato para que absorvam água, sob a influência de um gradiente de concentração, cujas perdas acontecem com a mudança de permeabilidade de revestimento da semente (DUHAN et al., 1989). Após extrusão em feijão e fava, Alonso et al. (2000) observaram que moléculas de hexafosfato de mio-inositol, ou ácido fíticos, foram hidrolisadas em penta-fosfatos, tetra-fosfatos e tri-fosfatos.

Para redução dos níveis de fitatos, em farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba, a temperatura e tempo mais eficaz foram a 110 °C durante 20 minutos, 110 °C durante 30 minutos e 130 °C por 10 minutos, respectivamente (Tabela 22).

As concentrações de taninos (%), em farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba, submetidas aos tratamentos térmicos foram apresentadas na Tabela 23.

O tratamento térmico influenciou na intensificação dos valores de taninos em todas as amostras examinadas neste estudo (Tabela 23), provavelmente, devido à perda da umidade, que concentrou as quantidades de taninos.

**Tabela 23.** Concentração de taninos das farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba submetidas à diferentes tratamentos térmicos<sup>1</sup>.

Amostras	Taninos (%)		
	Cagaita	Mama-cadela	Mangaba
Controle	0,63 ± 0,00 a	1,05 ± 0,02 a	0,21 ± 0,00 a
T1	1,07 ± 0,01 b	1,30 ± 0,01 b	0,24 ± 0,00 b
T2	1,09 ± 0,02 bc	1,33 ± 0,02 b	0,27 ± 0,00 c
T3	1,17 ± 0,01 d	1,45 ± 0,02 cd	0,25 ± 0,00 b
T4	1,17 ± 0,03 d	1,50 ± 0,02 de	0,25 ± 0,00 b
T5	1,15 ± 0,01 d	1,31 ± 0,01 b	0,27 ± 0,00 c
T6	1,13 ± 0,01 cd	1,54 ± 0,02 e	0,33 ± 0,01 d
T7	1,26 ± 0,03 e	1,43 ± 0,04 c	0,39 ± 0,00 e

<sup>1</sup> Valores correspondem à média ± desvio-padrão; letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

Os taninos têm sido investigados pela sua ação de formar complexos, o qual promove a baixa biodisponibilidade de proteínas, carboidratos, aminoácidos, vitaminas e minerais (CHUNG et al., 1998). Os taninos são encontrados em frutas, os quais consistem em compostos fenólicos, de alto peso molecular, que precipitam proteínas, incluindo proteínas salivares da cavidade oral (ROCHA et al., 2011). São classificados em dois tipos: hidrolisáveis (galotaninos, elagitaninos) e condensados (não hidrolisáveis). Os hidrolisáveis são facilmente hidrolisados na presença de ácidos, álcalis ou enzimas e os condensados são resistentes à hidrólise, ambos têm capacidade de precipitar proteínas, portanto, possuem propriedade antinutricional (GILANI; COCKELL; SEPEHR, 2005). Taninos condensados estão presentes na fração fibra alimentar dos alimentos e são considerados indigeríveis ou pobremente digeríveis (BARTOLOMÉ et al., 1995).

Possivelmente, as sementes estudadas de cagaita, mama-cadela e mangaba sejam compostas, em maior proporção, de taninos condensados, por não ter ocorrido à degradação desta substância.

Em estudo com sementes de abóbora, o cozimento diminuiu a quantidade de polifenóis existente na amostra, porém, a torra (100 °C durante 90 minutos) aumentou o valor de polifenóis em relação à amostra crua. O autor justifica essa diferença, pela presença de cumarinas, composto fenólico encontrado nas sementes de abóbora, as quais são formadas quando as sementes são aquecidas (DEL-VECHIO et al., 2005).

Valores de taninos, próximos ao deste estudo (Tabela 23), foram quantificados em amêndoas de pequi, cujas amostras cruas tiveram 1,21% de taninos e, quando torradas, (270 °C, por 15 minutos) apresentaram 1,17% (DAMIANI et al., 2013). Também, o efeito do tratamento térmico, foi comparado em grãos de soja, cujas amostras *in natura* apresentaram

11,34 mg/g de taninos, após torradas (180 °C, durante 20 minutos) o teor foi de 9,70 mg/g e, em sojas cozidas por 30 minutos, foi encontrado 3,03 mg/g, quando submetidas a cocção por 60 minutos apresentou, 2,96 mg/g. Neste caso, a ebulição diminuiu as concentrações de taninos, provavelmente, pela ruptura de ligações fenólicas e a solubilização desses compostos na água de cocção (YANG; HSU; YANG, 2014).

Ramírez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008) descrevem os diferentes efeitos do tratamento térmico sobre os nutrientes em feijões de cultivares distintas, tanto para a composição centesimal quanto para os fatores antinutricionais encontrados no grão. Concluíram que, em todas as amostras analisadas, o cozimento promoveu acentuada redução no conteúdo de taninos, esta diminuição esteve na faixa de 64 a 83% em relação aos feijões crus, porém, maior redução foi observada nas amostras, submetidas à cocção sem água de maceração.

Porém, deve-se considerar que os taninos apresentam atividade antioxidante (SILVA; SILVA, 1999). Espinoza et al. (2015) extraíram taninos de sementes de uva e maçã, as quais mesmo após serem oxidadas, apresentaram capacidade antioxidante. Nota-se, na Tabela 23, que as farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba que exibiram maior quantidade de taninos foram as amostras T7, T6 e T7, respectivamente.

Levando em consideração esses aspectos, as sementes *in natura* apresentaram menores teores de taninos. A secagem a 60 °C intensificou, em relação ao controle, nas sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba, em, 70%, 24% e 14%, respectivamente.

## 7.4 CONCLUSÃO

As farinhas de sementes *in natura* de cagaita, mama-cadela e mangaba não apresentaram compostos cianogênicos, contudo foi detectada atividade antitripica. Nas amostras de sementes de cagaita e mangaba, o tratamento térmico diminuiu, significativamente, os teores de inibidores de tripsina, entretanto, fato não ocorrido nas amostras de mama-cadela. Com relação aos fitatos, o tratamento térmico reduziu tal teor, porém, intensificou os teores de taninos em farinhas de sementes de cagaita, mama-cadela e mangaba.

## REFERÊNCIAS

AHN, H. J. Comparison of irradiated phytic acid and other antioxidants for antioxidant activity. **Food Chemistry**, London, v. 88, n. 2, p. 173-178, 2004.

ALENCAR, R. B.; BIONDI, M. M.; PAIVA, P. M. G.; VIEIRA, V. L. A.; CARVALHO JR.; L. B.; BEZERRA, R. S. Alkaline proteases from digestive tract of four tropical fishes. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, p. 279-284, 2003.

ALONSO, R.; AGUIRRE, A.; MARZO, F. Effect of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba beans and kidney beans. **Food Chemistry**, v. 68, p. 159-165, 2000.

ANTUNES, P. L.; SGARBIERI, V. C. Effect of heat treatment on the toxicity and nutritive value of dry bean (*Phaseolus vulgaris*, var. Rosinha G2) proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 28, p.935-938, 1980.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. Viçosa: UFV, 2011. 601p.

AOAC - Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 19<sup>a</sup> ed. Washington, V1 e 2, 2012.

BARTOLOMÉ, B., JIMÉNEZ-RAMSEY, L.M., BUTLER, L.G. Nature of the condensed tannins present in the dietary fibre fractions in foods. **Food Chemistry**, Barking, v.53, n.4, p.357-362, 1995

BATISTA, K.; PRUDÊNCIO, S. H.; FERNANDES, K. Changes in the Functional Properties and Antinutritional Factors of Extruded Hard-to-Cook Common Beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Journal of Food Science**, v. 75, n. 3, 2010.

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

BEZERRA, A. D. L.; BARBOSA, C. R. M.; CARVALHO, F. M. C.; SERQUIZ, A. C.; MORAIS, A.H. A. Atividade antitriptica de proteínas em polpas e sementes de frutas tropicais. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 408-416, 2014.

CARDOSO, L. R.; OLIVEIRA, M. G. A.; MENDES, F. Q.; PIRES, C. V.; RIBEIRO, F. R.; SANT'ANA, R. C. O.; MOREIRA, M. A. Atividade de inibidores de proteases em linhagens de soja geneticamente melhoradas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 1, p. 19-26, 2007.

CAROD-ARTAL, F. J. Síndromes neurológicas asociados con el consumo de plantas y hongos con componente tóxico (I). Síndromes neurotóxicos por ingesta de plantas, semillas y frutos. **Revista de Neurologia**, Barcelona, v. 36, n. 9, p. 860-871, 2003.

CARVALHO, M. R. B.; KIRSCHNIK, P. G.; PAIVA, K. C.; AIURA, F. S. Avaliação da atividade dos inibidores de tripsina após digestão enzimática em grãos de soja tratados termicamente. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 3, p.267-272, 2002.

CAVALCANTE, A. H. M.; CARVALHO JÚNIOR, L. B.; CARNEIRO-DA-CUNHA, M. G. Cellulosic exopolysaccharide produced by *Zoogloea* sp. as a film support for trypsin immobilization. **Biochemical Engineering Journal**, v. 29, n. 3, p. 258-261, 2006.

CHUNG, K.; WEI, C.; JOHNSON, M. G. Are tannins a double-edged sword in biology and health? **Trends in Food Science & Technology**, v. 9, p. 168-175, 1998.

COSTA, A. F. **Fármacos com Heterósidos**. In: Farmacognosia. 3. ed. Lisboa: Ed. Gulbekian, 2001. v. 3, cap. 13, p. 700-701.

DAMIANI, C.; ALMEIDA, T. L.; COSTA, N. V.; MEDEIROS, N. X.; SILVA, A. G. M.; SILVA, F. A.; LAGE, M. E.; BECKER, F. S. Perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais de amêndoas de pequi crua e torrada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 71-78, 2013.

DEL-VECHIO, G.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. D. Efeito do tratamento térmico em sementes de abóboras (*Cucurbita spp.*) sobre os níveis de fatores antinutricionais e/ou tóxicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 369-376, 2005.

DEUS, G. I. **Efeitos da temperatura de secagem nos teores de compostos cianogênicos totais e fibra alimentar de casca de maracujá**. 2011. 44f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

DUHAN, A.; CHAUHAN, B. M.; PUNIA, D.; KAPOOR, A. C. Phytic acid content of chickpea (*Cicer arietinum*) and Black gram (*Vigna mungo*): varietal differences and effect of

domestic processing and cooking methods. **Journal of Food Science Agricultural**, v. 49, p. 449-455, 1989.

ELLIS, R.; MORRIS, E. R. Appropriate resin selection for rapid phytate analysis by ionexchange chromatography. **Cereal Chemistry**, v. 63, n. 58, p. 9, 1986.

ESPINOZA, M. C. F.; ZAFIMAHOVA, A.; ALVARADO, P. G. M.; DUBREUCQ, E.; PONCET-LEGRAND, C. Grape seed and apple tannins: Emulsifying and antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 178, p. 38-44, 2015.

FELIX, M. A. Análise química e sensorial dos grãos de soja (*Glycine Max.* (L.) Merrill) tostados por diferentes tratamentos. 2005. 102 f. Mestrado (Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FERREIRA, D. F. Sisvar: sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2010.

FONSECA, R. C.; SOUZA, N. A.; CORREA, T. C. L.; GARCIA, L. F.; REIS, L. G.V.; RODRIGUEZ, A. G. Assessment of toxic potential of Cerrado fruit seeds using *Artemia salina* bioassay. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 33, n. 2, p. 251-256, 2013.

GILANI, G. S.; COCKELL, K. C.; SEPEHR, E. Effects of antinutritional factors on protein digestibility and amino acid availability in foods. **Journal of AOAC International**, Arlington, v. 88, n. 3, p. 967-987, 2005.

HOSSAIN, M. A.; BECKER, K. In vitro rumen degradability of crude protein in seeds from four *Sesbania* spp. and the effects of treatments designed to reduce the levels of antinutrients in the seeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 95, n. 1, p.49-62, 2002.

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

LAJOLO, F. M. Beneficial (antiproliferative) effects of different substances. In: MUZQUIZ, M. et al. (Ed.) **Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds and oilseeds**. Wageningen: Wageningen Academic, 2004. p. 123-135.

LATTA M; ESKIN M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 28, p.:1313-1317, 1980.

LIENER, I. E. Implications of antinutritional components in soybean foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 1, n. 34, p. 31-67, 1994.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Sementes de limão (*Citrus limon*) como antioxidantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 489-493, 2010.

MONTGOMERY, R. D. **Cyanogens**. In: LIENER, I. W. (ed.) Toxic constituents of plant foodstuffs. New York: Academic Press, 1969, p.143-157.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.

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

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 e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Varela, 1996. 517p.

SGARBIERI, V. C.; WHITAKER, J. R. Physical, chemical and nutritional properties of common bean (*Phaseolus*) proteins. **Advance Food Research**, Orlando, v. 28, n. 1, p. 93-166, 1982.

SHAMSUDDIN, A. M. Anti-cancer function of phytic acid. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford: v. 37, p. 769-782, 2002.

SILVA, A. G. M.; FERNANDES, K. F. Composição química e antinutrientes presentes nas amêndoas cruas e torradas de chichá (*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin). **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 305-314, 2011.

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

TOGASHI, M. **Composição e caracterização química e nutricional do fruto do baru (*Dipteryx alata*, Vog.)**. 1993. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

TUNÇEL, G.; NOUT, M. J. R.; BRIMER, L. The effects of grinding, soaking and cooking on the degradation of amygdalin of bitter apricot seeds. **Food Chemistry**, London, v. 53, n. 4, p. 447-451, 1995.

VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Aproveitamento de sementes de abóboras (*Cucurbita sp*) como fonte alimentar. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 113-124, 2012.

WANG, S. H.; CABRAL, L. C.; FERNANDES, S. M. Bebidas à base de extrato hidrossolúvel de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 73-77, 1997.

WANG, S. H.; FERNANDES, S. M.; CABRAL, L. C. Solubilidade de nitrogênio, dispersibilidade de proteína e propriedades emulsificantes dos extratos hidrossolúveis desidratados de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 12-17, 2000.

YANG, H.; HSU, C.; YANG, Y. Effect of thermal treatments on anti-nutritional factors and antioxidant capabilities in yellow soybeans and green-cotyledon small black soybeans. **Journal Science Food Agricultural**, v. 94, p. 1794–1801, 2014.