



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**



**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS**

**TESE**

**APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DA SEMENTE DA MANGA  
PARA ELABORAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS**

**PATRÍCIA MARIA DE ARAÚJO GOMES**

**Campina Grande, PB**

**Setembro - 2017**

**APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DA SEMENTE DA MANGA  
PARA ELABORAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS**

**PATRÍCIA MARIA DE ARAÚJO GOMES**

**Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Processos.**

**Orientadores: Dra. Josivanda Palmeira Gomes**

**Dr. Alexandre José de Melo Queiroz**

**Campina Grande, PB**

**Setembro - 2017**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG**

G633a      Gomes, Patrícia Maria de Araújo.  
Aproveitamento tecnológico da semente da manga para elaboração de barras de cereais / Patrícia Maria de Araújo Gomes. – Campina Grande, 2018.  
120 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.  
"Orientação: Profa. Dra. Josivanda Palmeira Gomes, Prof. Dr. Alexandre José de Melo Queiroz."  
Referências.

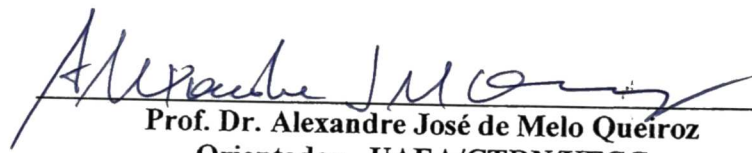
1. *Mangifera indica* L. 2. Resíduo Agroindustrial. 3. Impactos Ambientais. I. Gomes, Josivanda Palmeira. II. Queiroz, Alexandre José de Melo. III. Título.

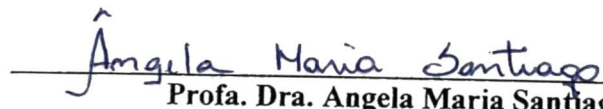
CDU 634.441(043)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA TESE DE DOUTORADO DE **PATRÍCIA MARIA DE ARAÚJO GOMES**, APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS DO CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE.

Tese de Doutorado **APROVADA** em 01/09/2017.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Josivanda Palmeira Gomes  
Orientadora - UAEA/CTRN/UFCG

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Alexandre José de Melo Queiroz  
Orientador - UAEA/CTRN/UFCG

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Angela Maria Santiago  
Examinadora - CCT/UEPB

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva  
Examinador - CCTA/UFCG

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Hofsky Vieira Alexandre  
Examinadora - UFCG

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Dalmo Marcello de Brito Primo  
Examinador - PDI/CNPQ/ UFCG

Campina Grande – PB  
Setembro - 2017

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho à memória de meus pais Paulo Gomes Perico e Maria do Carmo Araújo Gomes com todo meu amor e gratidão, por tudo que fizeram por mim ao longo da minha vida, pois se hoje estou aqui, devo muita a eles por seus ensinamentos e valores transferidos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me ter dado condições para a realização deste ideal e coragem para enfrentar todos os obstáculos surgidos ao longo do meu caminho.

Aos meus familiares, especialmente a minha irmã Rosa Maria e meus sobrinhos Arthur José e Rafaella Larissa pelo incentivo e apoio a mim dedicados ao longo deste trabalho.

Aos professores, Profa. Dra. Josivanda Palmeira Gomes e Prof. Dr. Alexandre José de Melo Queiroz, orientadores, pelo apoio e ensinamentos em prol desta tese.

Aos membros da banca examinadora, pelas valiosas contribuições dadas para melhoria deste trabalho.

Ao Departamento de Engenharia Química (DEQ) em especial a professora Líbia de Sousa Conrado Oliveira, que possibilitou a utilização das dependências do Laboratório de Operações e Processos, para os experimentos de secagem.

À todos os colegas do doutorado, em especial Mayara Gomes e Maria José Silveira, pela sincera amizade e companheirismo.

A todas as pessoas que, embora não citadas, me ajudaram na realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>01</b>
1.1. Objetivos.....	02
1.1.1. Geral .....	02
1.1.2. Específicos.....	02
<b>CAPÍTULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>04</b>
2.1. Resíduos agroindustriais.....	04
2.2. Características físico-químicas dos resíduos agroindústrias.....	05
2.3. Manga.....	06
2.3.1. Variedade Tommy Atkins.....	08
2.3.2. Variedade Espada.....	08
2.4. Aproveitamento dos resíduos da manga.....	09
2.5. Características nutricionais dos resíduos da manga.....	13
2.6. Resíduos da manga como fonte de compostos bioativos.....	14
2.7. Secagem.....	16
2.8. Cinética de secagem.....	19
2.9. Farinha.....	22
2.10. Atividade de água.....	25
2.11. Isotermas de sorção de umidade.....	27
2.11.1. Modelos matemáticos de isotermas.....	27
2.12. Barras de cereais.....	29
2.13. Cor.....	32
2.14. Textura.....	34
2.14.1. Análise do perfil de textura.....	34
2.15. Avaliação microbiológica.....	35

2.16. Avaliação sensorial.....	37
<b>CAPITULO3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>40</b>
3.1. Matéria-prima.....	40
3.2. Processamento dos tegumentos e das amêndoas das manga .....	40
3.3. Determinação das características químicas e físico-químicas do tegumento e da amêndoa in natura de manga variedade Espada e Tommy Atkins.....40.....	40
3.3.1. Umidade.....	40
3.3.2. Proteínas.....	41
3.3.3. Lipídios .....	41
3.3.4. Cinzas.....	41
3.3.5. Fibra alimentar.....	41
3.3.6. Carboidratos.....	41
3.3.7. Estimativa do valor energético (calórico).....	41
3.3.8. pH.....	41
3.3.9. Atividade de água.....	42
3.3.10. Cor.....	42
3.4. Estudo da cinética de secagem do tegumento e da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	42
3.5. Processamento das farinhas do tegumento e das amêndoas das mangas variedades Espada e Tommy Atkins.....	44
3.6. Determinação das características químicas, física e físico-químicas da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa de manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	45
3.6.1. Amido.....	45
3.7. Caracterização da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga em relação os compostos bioativos: flavonoides totais, compostos fenólicos totais, carotenoides totais, taninos totais e acido ascórbico.....	45
3.7.1. Flavonoides totais.....	45
3.7.2. Compostos fenólicos totais.....	45
3.7.3. Carotenoides totais.....	46
3.7.4. Taninos totais.....	46



3.7.5. Ácido ascórbico.....	46
3.8. Caracterização física da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	46
3.8.1. Densidade aparente.....	46
3.8.2. Densidade compactada.....	47
3.8.3. Tempo de escoamento e ângulo de repouso.....	47
.....3.8.4. Taxa de Molhabilidade.....	47
3.9. Isoterma de adsorção de umidade da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa variedade Espada e Tommy Atkins.....	48
3.9.1. Umidade de equilíbrio.....	48
3.10. Formulação das barras de cereais.....	49
3.11. Processamento das barras de cereais.....	50
3.12. Determinação das características físico-químicas e físicas das barras de cereais.....	52
3.13. Determinação da textura instrumental das barras de cereais.....	52
3.13.1. Análise do perfil de textura (TPA) das barras de cereais.....	52
3.13.2. Teste de cisalhamento das barras de cereais.....	52
3.14. Análise microbiológicas das barras de cereais.....	53
3.15. Análise sensorial das barras de cereais.....	53
3.15.1. Teste de aceitação sensorial.....	54
.....3.15.2. Teste de intenção de compra.....	54
.....3.15.3. Índice de aceitabilidade (IA) das barras de cereais.....	55
3.16. Análise estatística.....	55
 <b>CAPITULO 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	 56
4.1. Caracterização química, física e físico química do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	56
4.2. Caracterização química, física e físico química da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	58
4.3. Cinética de secagem do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	60
4.4. Cinética de secagem da amêndoa da manga da variedade Espada e Tommy	64

Atkins.....	
4.5. Caracterização química, física e físico-química da farinha do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	69
4.6. Caracterização química, física e físico-química da farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	72
4.7. Caracterização dos compostos bioativos das farinhas do tegumento das mangas variedade Espada e Tommy Atkins.....	74
4.8. Caracterização dos compostos bioativos das farinhas das amêndoas da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	76
4.9. Caracterização física das farinhas dos tegumentos e das farinhas das amêndoas variedade Espada e Tommy Atkins.....	77
4.10. Isotermas de adsorção de umidade da farinha do tegumento variedade Espada e Tommy Atkins.....	79
4.11. Isotermas de adsorção de umidade da farinha da amêndoa variedade Espada e Tommy Atkins.....	84
4.12. Caracterização físico-química e física das barras de cereais.....	88
4.13. Determinação da textura instrumental das barras de cereais.....	90
4.13.1. Análise do perfil de textura (TPA).....	90
4.13.2. Teste de cisalhamento.....	91
4.14. Análises microbiológicas das barras de cereais.....	92
4.15. Avaliação sensorial das barras de cereais das barras adicionadas das farinhas do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	93
4.15.1. Índice de aceitabilidade das barras de cereais adicionadas das farinhas do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	95
4.16. Avaliação sensorial das barras de cereais adicionada das farinhas das amêndoas das variedades Espada e Tommy Atkins.....	96
4.16.1. Índice de aceitabilidade das barras de cereais adicionadas das farinhas da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	98
<b>CAPITULO 5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>100</b>
<b>CAPITULO 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>101</b>

**APÊNDICE..... 120**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Componentes do fruto (A) e da semente da manga (B).....	07
Figura 2.2. Manga variedade Tommy Atkins.....	08
Figura 2.3. Manga variedade Espada.....	09
Figura 3.1. Esquema do secador convectivo de leito fixo.....	42
Figura 3.2. Fluxograma das etapas do processamento das barras de cereais.....	51
Figura 3.3. Barras de cereais elaboradas.....	52
Figura 3.4. Apresentação das amostras aos julgadores.....	54
Figura 4.1. Cinética de secagem do tegumento da manga da variedade Espada (A) e do tegumento da manga variedade Tommy Atkins (B) nas temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 ° C e velocidade do ar 1,0, 1,5 e 2,0 m/s.....	60
Figura 4.2. Cinética de secagem do tegumento da manga variedade Espada (A) e tegumento da manga variedade Tommy Atkins (B) nas temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 ° C e velocidade do ar 1,0, 1,5 e 2,0 m/s com ajuste pelo modelo de Page.....	64
Figura 4.3. Cinética de secagem da amêndoa da manga variedade Espada (A) e amêndoa da manga variedade Tommy Atkins (B) nas temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 ° C e velocidade do ar 1,0, 1,5 e 2,0 m/s.....	65
Figura 4. 4. Cinética de secagem da amêndoa da manga variedade Espada (A) e amêndoa da manga variedade Tommy Atkins (B) nas temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 ° C e velocidade do ar 1,0, 1,5 e 2,0 m/s com ajuste pelo modelo de Page.....	69
Figura 4.5. Isotermas de adsorção da farinha do tegumento de manga da variedade Espada, ajustada pelo modelo de GAB.....	81
Figura 4.6. Isotermas de adsorção da farinha do tegumento de manga da variedade Tommy Atkins, ajustada pelo modelo de Peleg.....	83
Figura 4.7. Isotermas de adsorção da farinha da amêndoa de manga da variedade Espada, ajustada pelo modelo de Peleg.....	85
Figura 4.8. Isotermas de adsorção da farinha da amêndoa de manga da variedade Tommy Atkins, ajustada pelo modelo de Peleg.....	87

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3. 1. Modelos matemáticos para a cinética de secagem.....	43
Tabela 3.2. Modelos de ajuste das isotermas de adsorção de umidade.....	49
Tabela 3. 3. Ingredientes da Formulação base da barra de cereais.....	50
Tabela 4.1. Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos dos tegumentos in natura da manga variedades Espada e Tommy Atkins.....	56
Tabela 4.2. Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos da amêndoa in natura da manga variedades Espada e Tommy Atkins.....	58
Tabela 4.3. Parâmetros de ajuste dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis das cinéticas de secagem do tegumento da manga variedade Espada, temperaturas de 50, 60 e 70°C e velocidades do ar de 1,0, 1,5 e 2,0 m/s.....	62
Tabela 4.4. Parâmetros de ajuste dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis das cinéticas de secagem do tegumento da manga variedade Tommy Atkins, temperaturas de 50, 60 e 70°C e velocidades do ar de 1,0, 1,5 e 2,0 m/s.....	63
Tabela 4.5. Parâmetros de ajuste dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis das cinéticas de secagem da amêndoa da manga variedade Espada, temperaturas de 50, 60 e 70°C e velocidades do ar de 1,0, 1,5 e 2,0 m/s.....	66
Tabela 4.6. Parâmetros de ajuste dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis das cinéticas de secagem da amêndoa da manga variedade Tommy Atkins, temperaturas de 50, 60 e 70°C e velocidades do ar de 1,0, 1,5 e 2,0 m/s.....	68
Tabela 4.7. Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos das farinhas dos tegumentos da manga variedades Espada e Tommy Atkins.....	70
Tabela 4.8. Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos das farinhas das amêndoas da manga variedades Espada e Tommy Atkins.....	72
Tabela 4.9. Caracterização dos biocompostos nas farinhas do tegumento de manga das variedades Espada e Tommy Atkins.....	74
Tabela 4.10. Caracterização dos biocompostos nas farinhas das amêndoas de manga das variedades Espada e Tommy Atkins.....	76
Tabela 4.11. Caracterização física da farinha do tegumento e da farinha da	

amêndoa da manga das variedades Espada e Tommy Atkins.....	77
Tabela 4.12. Parâmetros de ajuste dos modelos testados da isoterma de adsorção umidade da farinha do tegumento de manga da variedade Espada, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 20, 30 e 40°C.....	79
Tabela 4.13. Parâmetros de ajuste dos modelos testados da isoterma de adsorção umidade da farinha do tegumento de manga da variedade Tommy Atkins, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 20, 30 e 40°C.....	82
Tabela 4.14. Parâmetros de ajuste dos modelos testados da isoterma de adsorção umidade da farinha da amêndoa de manga da variedade Espada, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 20, 30 e 40°C.....	84
Tabela 4.15. Parâmetros de ajuste dos modelos testados da isoterma de adsorção umidade da farinha da amêndoa de manga da variedade Tommy Atkins, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 20, 30 e 40°C.....	86
Tabela 4.16. Análises físico-químicas e físicas das barras de cereais elaboradas..	88
Tabela 4.17. Parâmetros de análise para as amostras de barras de cereais do perfil de textura.....	90
Tabela 4.18. Média dos valores de força máxima de corte aplicada às amostras de barra de cereais.....	92
Tabela 4.19. Análises microbiológicas da Barra Padrão (sem adição de farinha) e das barras de cereais adicionadas de 50% de farinha do tegumento da manga Espada, 50% farinha do tegumento da manga Tommy Atkins, 50% de farinha da amêndoa da manga Espada; 50% farinha da amêndoa da manga Tommy Atkins.....	93
Tabela 4.20. Valores médios dos atributos sensoriais e de intenção de compra das barras de cereais adicionadas de farinha do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	94
Tabela 4.21. Índice de aceitabilidade IA (%) para as barras de cereais adicionada da farinha do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	95

Tabela 4.22. Valores médios dos atributos sensoriais e de intenção de compra das barras de cereais adicionadas de farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	96
Tabela 4.23. Índice de aceitabilidade IA (%) para as barras de cereais adicionada da farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins.....	98

## RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o aproveitamento de sementes de mangas das variedades Espada e Tommy Atkins, produzindo farinhas do tegumento e da amêndoa e utilizando-as na elaboração de barras de cereais. Estudou-se a cinética de secagem dos tegumentos e das amêndoas das duas variedades nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e velocidade do ar de 1,0, 1,5 e 2,0 m/s. Os dados obtidos foram ajustados pelos modelos matemáticos de Page, Henderson & Pabis e Lewis. O modelo de Page demonstrou uma melhor representação dos dados experimentais para as três temperaturas e três velocidades do ar de secagem utilizadas. As farinhas dos tegumentos e das amêndoas foram processadas para a elaboração das barras de cereais mediante secagem em um secador de leito fixo na temperatura de 60 °C e velocidade do ar de secagem de 1,5 m/s. Determinou-se o tempo de escoamento, ângulo de repouso e molhabilidade das farinhas do tegumento e das farinhas da amêndoa. Os valores obtidos demonstraram que as farinhas do tegumento e das amêndoas das duas variedades não apresentaram problemas de fluidez e tem fácil reconstituição. Determinou-se os teores de compostos fenólicos totais, taninos totais, carotenoides totais, flavonoides totais e ácido ascórbico das farinhas obtidas, indicando que as farinhas podem ser utilizadas como fontes de compostos bioativos antioxidantes. Isotermas de adsorção de umidade da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga foram determinadas em temperaturas de 20, 30, 40 °C; o modelo de GAB resultou no melhor ajuste à isoterma de adsorção de umidade da farinha do tegumento variedade espada, enquanto que o de PELEG resultou nos melhores ajustes às isotermas de adsorção de umidade da farinha do tegumento da variedade Tommy Atkins e das farinhas da amêndoa variedade Espada e Tommy Atkins, em todas as temperaturas estudadas. Foram elaboradas cinco tipos de barras de cereais, sendo: duas com adição de 50% da farinha do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins respectivamente; duas com adição de 50% da farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins respectivamente, em substituição ao farelo de trigo da formulação base e uma barra padrão (formulação base). As barras de cereais apresentaram baixos valores de umidade e atividade de água, o pH manteve-se levemente ácido, a coloração e a textura foram influenciadas pela incorporação das farinhas do tegumento e da amêndoa da manga. O aproveitamento do resíduo da manga na elaboração das barras de cereais apresentaram resultados de análise sensorial satisfatórios pelos julgadores, uma vez que todas as barras apresentaram índice de aceitabilidade superior 70%. As barras elaboradas com farinha do tegumento e com farinha de amêndoa de manga da variedade Espada apresentaram a maior aceitação em números absolutos.

**Palavras chave:** *Mangifera indica* L, resíduo agroindustrial, impactos ambientais



## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the utilization of seeds of ‘Espada’ and ‘Tommy Atkins’ mango varieties, by producing flours from the seed coat and endosperm/embryo, and using them to manufacture cereal bars. Drying kinetics of the seed coat and endosperm/embryo of both varieties was studied at temperatures of 50, 60 and 70 °C and air speeds of 1.0, 1.5 and 2.0 m/s. The obtained data were fitted to the mathematical models of Page, Henderson & Pabis and Lewis. The Page model showed better representation of the experimental data for the three temperatures and three drying air speeds. Seed coat and endosperm/embryo flours were processed to manufacture cereal bars, by drying in a fixed-bed dryer at temperature of 60 °C and drying air speed of 1.5 m/s. Flow time, angle of repose and wettability were determined in the flours from seed coat and endosperm/embryo. The obtained values demonstrated that the flours from seed coat and endosperm/embryo of both varieties had no problems of fluidity and exhibited easy reconstitution. Contents of total phenolic compounds, total tannins, total carotenoids, total flavonoids and ascorbic acid were determined in the flours and showed that they can be used as sources of antioxidant bioactive compounds. Moisture adsorption isotherms of the flours from mango seed coat and endosperm/embryo were determined at temperatures of 20, 30 and 40 °C; the GAB model showed the best fit to the moisture adsorption isotherm for seed coat flour of the ‘Espada’ variety, whereas the PELEG model showed the best fits to the moisture adsorption isotherms of flours from the seed coat of ‘Tommy Atkins’ and endosperm/embryo of ‘Espada’ and ‘Tommy Atkins’, at all temperatures studied. Five types of cereal bars were made: two with 50% addition of flour from the seed coat of ‘Espada’ and ‘Tommy Atkins’ mangoes, respectively; two with 50% addition of flour from the endosperm/embryo of ‘Espada’ and ‘Tommy Atkins’ mangoes, respectively, in substitution for the wheat bran of the base formulation, and one standard cereal bar (base formulation). The cereal bars showed low moisture content and water activity, slightly acid pH, and their color and texture were influenced by the incorporation of flours from seed coat and endosperm/embryo. Using mango residues to manufacture cereal bars led to satisfactory results in the sensory analysis by the judges, since all bars showed acceptance level above 70%. Bars made with flours from the seed coat and endosperm/embryo of ‘Espada’ mango showed greater acceptance in absolute numbers.

**Key words:** *Mangifera indica* L., agroindustrial residues, environmental impacts

## 1. INTRODUÇÃO

Para atender a procura por alimentos, as atividades agroindustriais no Brasil têm crescido de maneira intensa nos últimos anos, levando à produção de grandes quantidades de resíduos oriundos das atividades de processamento (Dal’Toé & Fiorese, 2012). Como consequência, a utilização dos resíduos de agroindústrias, com agregação de valores para serem consumidos na alimentação humana, tem sido amplamente pesquisada.

O aproveitamento de resíduos, oriundos da indústria de processamento de frutas, vem sendo praticado desde a década de 70, para produção de farinhas, utilizando-as na elaboração de uma diversidade de produtos alimentícios (Becker & Kruger, 2010).

A manga (*Mangifera indica* L.) é um fruto muito apreciado, com boa aceitação no mercado devido ao sabor e textura agradáveis, sendo utilizada em grande variedade de alimentos e produtos. No entanto a industrialização do fruto gera grandes quantidades de resíduos, constituídos principalmente de sementes e cascas, os quais são descartados de forma inadequada, provocando impactos no meio ambiente, requisitando o desenvolvimento de alternativas que utilizem este resíduo e que agreguem valor aos produtos obtidos. Segundo Marques et al. (2010) o resíduo gerado no processamento da manga é uma fonte de nutrientes como proteínas, carboidratos, fibras e elementos minerais, além de conter porções significativas de compostos fitoquímicos, tornando-o adequado para ser aproveitado em alimentos com propriedades funcionais.

As barras de cereais são produtos alimentícios obtidos da compactação de cereais, frutas secas, castanhas, aromas e ingredientes ligantes, que são utilizadas como opção de lanche rápido e saudável e o seu consumo tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. Como a formulação de barras de cereais possibilita grande diversificação dos ingredientes, a utilização de resíduos agroindustriais na sua elaboração pode contribuir tanto para agregar qualidade tecnológica e nutricional como também diminuir os impactos no ambiente (Fonseca et al., 2011). Tem sido constantemente investigada a viabilidade de utilização de subprodutos e resíduos de agroindústrias na elaboração de barras de cereais, a exemplo de Silva et al. (2014), que elaboraram três formulações de barras de cereais de bananas com adição de pó de casca de noz e resíduo de soja em diferentes concentrações.

O beneficiamento do tegumento e da amêndoa da manga, transformando-as em farinha e utilizando-as como ingrediente na elaboração de produtos alimentícios é uma alternativa para adequação de tecnologias para o aproveitamento dos resíduos

agroindustriais pouco explorados e uma forma de minimizar os impactos ambientais causados pelos descartes destes resíduos no meio ambiente.

Neste sentido, a farinha do tegumento e a farinha da amêndoa da manga constituem-se um ingrediente utilizável em barras de cereais e uma nova possibilidade comercial para a cadeia produtiva dessa fruta, aumentando o potencial de geração de emprego e renda.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1 Geral**

Produzir a farinha do tegumento e farinha da amêndoa de mangas das variedades Espada e Tommy Atkins para elaboração de barras de cereais.

### **1.1.2 Específicos**

a) Avaliar as características químicas e físicas do tegumento e das amêndoas in natura da manga variedade Espada e Tommy Atkins: umidade, proteínas, lipídios, cinzas, fibra alimentar total, carboidratos, valor energético, pH, atividade de água e cor.

b) Estudar a cinética de secagem do tegumento e da amêndoa da manga das duas variedades nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e velocidade do ar de secagem 1,0, 1,5 e 2,0 m/s.

c) Produzir farinhas dos tegumentos e farinhas das amêndoas das mangas das variedades Espada e Tommy Atkins na temperatura de 60 °C e velocidade do ar de 1,5m/s;

d) Avaliar as características químicas e físicas da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins (umidade, proteínas, lipídios, cinzas, fibra alimentar total, carboidratos, valor energético, pH, amido, atividade de água e cor).

d) Caracterizar a farinha do tegumento e da amêndoa da manga das variedades utilizadas em relação aos compostos bioativos (flavonoides totais, carotenoides totais, taninos totais, compostos fenólicos totais e ácido ascórbico).

e) Estudar o tempo de escoamento, ângulo de repouso, densidade aparente, densidade compactada e molhabilidade das farinhas do tegumento e da farinha da amêndoa de manga das variedades Espada e Tommy Atkins.

f) Analisar o comportamento higroscópico por meio da determinação das isotermas de adsorção de umidade da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga das variedades Espada e Tommy Atkins nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C.

g) Desenvolver barras de cereais, com adição de 50% de farinha do tegumento e 50% de farinha da amêndoa da manga das variedades Espada e Tommy Atkins em substituição ao farelo de trigo da formulação base.

h) Determinar os parâmetros; atividade de água, pH, umidade, cor e textura instrumental das barras de cereais elaboradas.

i) Avaliar a segurança microbiológica das barras de cereais elaboradas de acordo com a legislação vigente.

j) Avaliar o perfil sensorial das barras de cereais adicionadas da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa de manga variedade espada e Tommy Atkins quanto ao teste de aceitação, intenção de compra e índice de aceitabilidade.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Resíduos agroindustriais

Para Silva (2012) a expressão resíduo é utilizada para as sobras da matéria prima não aproveitada na obtenção do produto alimentício, mas caso essas sobras sejam transformadas industrialmente com novas finalidades, passa a ser denominado subproduto.

A expansão das atividades agroindustriais no Brasil tem acontecido de maneira intensa nos últimos anos para atender a procura por alimentos, levando à produção de grandes quantidades de resíduos agroindustriais oriundos das atividades de processamento (Dal'Toé & Fiorese, 2012).

Os elementos residuais, constituídos por cascas, caroços, sementes, ramas, bagaços, etc. são fontes de proteínas, fibras, óleos e enzimas e podem ser usados para utilização humana na elaboração de produtos com maior valor agregado (Garmus et al., 2009).

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

Sendo assim, estes resíduos podem funcionar como base de incremento de produtos alimentícios ou para o desenvolvimento de novos produtos, além de contribuir com a diminuição dos impactos ambientais causados pelos descartes deste resíduo em locais inadequados.

Várias pesquisas relataram o aproveitamento de resíduos, gerados durante o beneficiamento de frutas e vegetais, para a geração de novos produtos alimentícios.

Fonseca et al. (2011) produziram barra de cereais adicionada de 13,5% de geleia de casca de abacaxi na formulação. A barra obtida foi analisada sensorialmente e exibiu média de impressão global de 8,3% em escala hedônica de nove pontos, 91% de índice de aceitabilidade e 67% de intenção de compra.

Silva & Silva (2012) elaboraram e avaliaram sensorialmente com dois testes afetivos (aceitação e intenção de compra), bolos com coprodutos de abôboras (*Cucurbita* spp): cascas e sementes (B1) e farinha de sementes (B2). O teste de aceitação apresentou percentual acima de 90% em todos os atributos (cor, aroma, textura e sabor) avaliados. Com relação à intenção de compra, 52 e 78% dos julgadores manifestaram, respectivamente, intenção de possivelmente adquirir B1 e B2. Tais resultados apontam

viabilidade, do ponto de vista sensorial, a elaboração de produtos alimentícios com partes da abóbora convencionalmente descartadas, além de apresentar considerável aplicabilidade e aceitação.

Sousa et al. (2012) formularam hambúrgueres com adição de casca de melancia (*Citrullus lanatus*) desidratada. Os hambúrgueres elaborados apresentaram elevado teor de fibras, proteína e baixo teor de umidade e lipídeos. Tais resultados torna o produto com valor nutricional e com maior durabilidade, indicando a viabilidade do uso da casca de melancia desidratada na elaboração de hambúrguer.

Silva (2013) desenvolveu biscoitos a base de farinha de casca de banana (*Musa Sapientium*) da variedade Pacovan. Os resultados demonstraram que os biscoitos são ricos em minerais, obtendo excelente pontuação (em média 6) atribuídos pelos provadores para as formulações de 25 e 50%, e que a farinha da casca de banana é uma ótima alternativa para desenvolvimento de novos produtos.

## **2.2. Características físico-químicas dos resíduos agroindustriais**

Várias pesquisas têm investigado a mistura de fontes alimentares convencionais e não convencionais para elaboração de novos produtos alimentícios a fim de diversificar, ampliar o consumo de determinado alimento ou mesmo para melhorar o seu valor nutricional, funcional ou sensorial. A composição físico-química de um alimento corresponde à proporção dos grupos homogêneos de substâncias presentes em 100 g de amostra, fornecendo de forma geral o valor nutritivo aproximado, que é um dado importante para se calcular ou estimar uma dieta alimentar balanceada segundo as necessidades de cada organismo (Silva et al., 2007).

Quando se trabalha com resíduos de frutas, é imprescindível que seja realizada a sua caracterização, visto que estes resíduos podem funcionar como base de incremento de produtos alimentícios ou para o desenvolvimento de novos produtos, para que o produto obtido chegue ao consumidor apresentando ótima qualidade e maior vida útil.

Guimarães et al. (2010) avaliaram físico-quimicamente a farinha da entrecasca de melancia (*Cucurbita* spp):. A farinha da entrecasca de melancia representa 2,18% do fruto e contém elevado percentual de fibra alimentar insolúvel, apresentando satisfatório percentual de umidade, cinzas e proteínas para farinha à base de frutas.

Santos et al. (2010) avaliaram a composição centesimal da casca de abacaxi para utilização na alimentação humana. Foi determinada a umidade da casca, lipídeos, fração

proteica, fibras, resíduo mineral fixo (cinzas) e carboidratos. O valor médio do teor de umidade encontrado foi de 78,64%, lipídeos de 0,3%, proteína 1,08%, fibra 2,06% e cinzas de 0,79%.

Lima et al. (2013) caracterizaram o resíduo do caju (*Anacardium occidentale*) in natura para a produção de farinha, encontrando os seguintes valores: atividade de água de 0,978, umidade 80,6%, pH de 4,02, acidez total titulável 6,98% e vitamina C de 94 mg/100 g.

Nunes et al. (2015) objetivaram em seu estudo, a caracterização físico-química de farinha de resíduo de polpa de acerola (*Malpighia emarginata*), que apresentou baixos valores de teor de água e atividade de água e altas porcentagens de FDN, FDA e FB, sendo caracterizado como um material rico em fibras.

Silva (2013) caracterizou físico-quimicamente os parâmetros sólidos solúveis, atividade de água, umidade, acidez, pH, lipídeos, proteínas, cinzas, açúcares totais e redutores na casca de banana in natura para a produção de farinha, destinada à formulação de biscoitos. A farinha apresentou teores consideráveis dos parâmetros analisados.

Souza et al. (2015) avaliaram a composição centesimal e de minerais, resultantes da farinha mista de casca e albedo de maracujá (*Passiflora edulis*) e farinha de arroz obtidas pelo processo de extrusão termoplástica, concluindo que do ponto de vista da composição as farinhas possuem considerável valor nutricional, tanto para o teor de proteínas como para o perfil de minerais.

Oliveira et al. (2016) determinaram a composição centesimal da farinha, elaborada a partir do bagaço da indústria vitivinícola. Os resultados indicaram que a utilização do subproduto da vinificação é viável para o enriquecimento com qualidade nutricional na alimentação humana, em função da composição centesimal, sendo a farinha do bagaço da uva uma rica fonte de fibras.

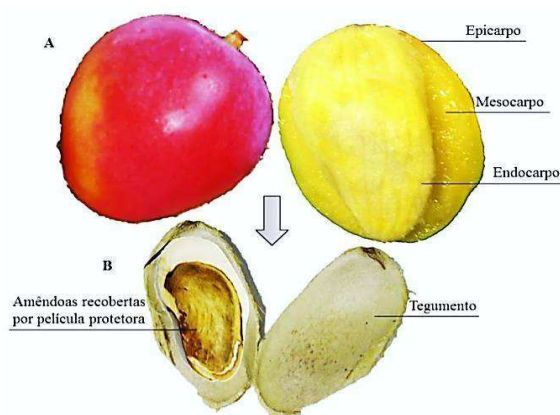
### **2.3. Manga**

A manga (*Mangifera indica* L.) teve origem na Ásia, possuindo inúmeros cultivares, é uma das mais importantes frutas tropicais e destaca-se entre as 10 frutíferas mais cultivadas no mundo. O Brasil ocupa a sétima posição no ranking com uma produção de 1,249 milhões de toneladas colhidas em 2011 (FAOSTAT, 2014).

Existe no Brasil, um elevado número de variedades conhecidas de mangas dentre elas a Kent, Palmer, Coitê, Espada, Keitt, Rubi, Rosa, Haden, Ubá e Tommy Atkins, dependendo da região de cultivo. No entanto, Gomes (1983) ressalta que algumas dessas

variedades são oriundas do velho mundo, outras de cruzamentos aleatórios nos campos, ou foram geneticamente induzidas, buscando a melhoria de variedades de alto valor agregado.

A manga se classifica como um fruto do tipo drupa, por ser um fruto carnoso e indeiscente (que não se abre) cuja região central contém uma semente dura, que consiste em um endocarpo pétreo envolvendo a semente. O fruto é constituído por duas partes principais: pericarpo e semente (Figura 2.1). O pericarpo compõe-se de três camadas: epicarpo (camada mais externa); mesocarpo (camada intermediária comestível) e endocarpo (camada que envolve a semente). A semente é constituída pelo tegumento (envoltório rígido) e as amêndoas, formada pelo embrião e o endosperma (Judd et al. 2009).



**Figura 2.1.** Componentes do fruto (A) e da semente da manga (B). Fonte: Cordeiro (2013)

De acordo com a variedade de manga, a semente representa de 10 a 25% do peso de toda fruta. A amêndoa (parte interna do caroço de manga) representa de 20% do peso do fruto inteiro, e dependendo da variedade, a amêndoa representa de 45 a 75% do caroço, (Mirghani et al., 2009; Abdullah et al., 2011). Medina et al. (1981) afirma que a casca lenhosa e fibrosa do caroço alcança cerca de 50% do seu peso total da manga e a película envolvendo a amêndoa cerca de 2%.

Florêncio et al. (2012) relatam que todas essas partes do fruto podem ser aproveitadas, no entanto é dada maior ênfase para a polpa comestível cuja utilização é bastante difundida. Estes componentes possuem grande importância tanto econômica quanto nutricional, apresentando também propriedades medicinais como laxativa, diurética e revigorante na substituição de polpa por cascas.

Dentre as variedades introduzidas no Brasil a partir da década de 60 que constituem a base da mangicultura brasileira para exportação, destaca-se a Tommy Atkins, esta



variedade juntamente com a variedade Rosa e Espada são as de maior produção e consumo na região Nordeste brasileira (Melo & Araújo, 2011).

### **2.3.1. Variedade Tommy Atkins**

Os frutos são de tamanhos médios a grande, chegando a pesar de 400 a 700 g, de cor amarela a vermelha-brilhante (Figura 2.2), com superfície lisa, casca grossa e resistente, a polpa é amarelo-escuro, de excelente sabor, doce (17% de açúcares) e pouca fibra. A semente é pequena e mono-embriônica. Precoce a meia-estação, produção regular e árvore vigorosa. Relativamente resistente à antracnose e ao transporte, mas bastante suscetível ao colapso-interno-do-fruto (Fonseca et al., 2011).



**Figura 2.2.** Manga variedade Tommy Atkins

A manga variedade Tommy Atkins é um fruto com características adequadas ao processamento e com boa aceitação no mercado nacional e internacional, sendo também uma variedade muito produtiva (Martim, 2006). A variedade Tommy Atkins é a mais produzida e a que possui a maior participação no volume comercializado no mundo, devido principalmente a sua coloração intensa, produções elevadas e resistência ao transporte a longas distâncias.

### **2.3.2. Variedade Espada**

Os frutos são médios, chegando a pesar 200 a 400 g. De cor verde intenso ou amarelo-esverdeado (Figura 2.3), alongado com base côncava com casca lisa e espessa. A polpa tem muita fibra, é de cor amarelada e representa 60% do peso do fruto. Possui bom sabor com sólidos solúveis variando de 17 a 21%. Tem lugar de destaque no mercado

interno, sendo muito utilizado como porta enxerto. A semente é poliembriônica, alongada, coberta com fibras e possui muitas nervuras (Fonseca et al., 2011).



**Figura 2.3.** Manga variedade Espada

Silva et al. (2014) destacam que no Nordeste do Brasil, a manga Espada é amplamente conhecida e consumida pela população local, é oriunda da pequena produção e a sua comercialização ocorre às margens das rodovias e feiras livres pelos produtores, consistindo em fonte de emprego e renda para as famílias locais. A polpa da manga Espada é rica em vitaminas A e C e contém uma quantidade razoável de niacina e tiamina, duas vitaminas do complexo B, além de sais minerais como fósforo. A manga Espada apresenta em média 59,8% de polpa, sendo o restante resíduo, 16,2% semente 23,9% casca (Silva et al., 2009b).

Por suas excelentes qualidades de sabor, aroma, cor, textura e considerável valor nutritivo, a manga é mais consumida na forma in natura, porém, sua industrialização é uma atividade em expansão no Brasil, visto ser, uma maneira de diminuir as perdas no período de safra e maximizar o aproveitamento de grande potencial da fruta. Na indústria alimentícia o maior emprego da manga se dá na forma de polpa, que constitui a matéria-prima para elaboração de diversos produtos alimentícios tais como: sucos, sorvetes, essências, balas e geleias.

#### **2.4. Aproveitamento dos resíduos da manga**

No Brasil, a população não possui o hábito de consumir outras partes das frutas além da polpa, descartando-as e não aproveitando grandes quantidades de nutrientes. Esse desconhecimento tem despertado a atenção dos pesquisadores no sentido da inclusão desses nutrientes advindos das partes não comestíveis das frutas, na alimentação humana

(Santos, 2013). A elaboração de alimentos utilizando-se proporções de subprodutos e resíduos agroindustriais vegetais, possibilita o estabelecimento de uma prática de promoção de alimentação saudável (Paiva, 2008).

Na industrialização da manga aproximadamente 40 a 60% do fruto são descartados como resíduos (casca e sementes), podendo possuir diferença de acordo com o tipo de processamento, dos quais 12 a 15% consistem em casca e 15 a 20% são amêndoa (Vieira et al., 2009).

Segundo Florêncio et al. (2012) a viabilização do aproveitamento do uso da manga, com o desenvolvimento de novos produtos, com utilização máxima dos seus componentes nutricionais, seria de suma importância para o Brasil, o qual se apresenta como grande produtor mundial. Sendo assim, estes resíduos podem funcionar como base de incremento de produtos alimentícios ou para o desenvolvimento de novos produtos, além de contribuir com a diminuição dos impactos ambientais causados pelos descartes deste resíduo em locais inadequados.

Com a tecnologia de preservação adequada, as sementes de manga podem ser utilizadas como pós alimentares e assim proporcionar soluções tecnológicas. A incorporação direta de sementes de manga em alimentos, representa um bom método para aumentar a ingestão de antioxidantes, proteínas e gorduras pelos consumidores. Devido às propriedades físicas e químicas, aos constituintes lipídicos e aos baixos custos, a gordura da semente de manga tem grande potencial para uso na indústria alimentar (Torres-Leon et al., 2016).

Tem-se aumentado consideravelmente a incorporação de resíduos de frutas em alimentos e a transformação da semente da manga em farinha pode ser um processo viabilizador e propulsor, uma vez que este resíduo mostrou-se adequado na indústria alimentícia, por apresentar componentes nutricionais importantes (Florêncio et al., 2012).

Um exemplo do aproveitamento de resíduos da manga, é a utilização do tegumento e da amêndoa sob a forma de farinha, testada como ingrediente na elaboração de produtos de panificação, como em biscoitos produzidos por Arogba (1999) e Lana et al. (2009); bolo, elaborado por Florêncio et al. (2012) e pizza, formulada por Costa et al. (2012a).

Na tentativa de elevar o consumo desses nutrientes, algumas alternativas vêm sendo propostas, dentre elas, a produção de novos alimentos com a incorporação de resíduos da manga nas formulações, visando agregar valor nutricional aos novos produtos.

Gasparetto (1999) estudou o aproveitamento do bagaço proveniente da fabricação de geleias de manga Espada, obtido por desidratação em um secador de leito de jorro para

formulação de farinhas enriquecidas. O produto apresentou para 100 g: 20 mg de ácido ascórbico, 60 g de açúcares e 4,5 g de fibras. Sendo aprovado como uma excelente fonte de fibras para alimentação humana.

Damiani et al. (2009) avaliaram a qualidade de geleias, formuladas com substituição da polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv. Haden) pela casca (cozidas a vapor e trituradas) nos tratamentos variando de 0 a 100% de substituição foram avaliados parâmetros como: cor, consistência, aceitabilidade sensorial (aparência, aroma e sabor), bem como características microbiológicas. Todas as amostras estiveram dentro dos padrões estabelecidos para os valores microbiológicos pela legislação brasileira e todos os atributos avaliados no teste de aceitabilidade, obtiveram resultados entre os termos “gostei moderadamente” (sete) e “gostei muito” (oito), resultando em uma boa aceitação por parte dos provadores.

Ajila et al. (2010a) estudaram o efeito da incorporação de farinha da casca de manga em diferentes níveis (2,5, 5,0, 7,5%) na produção de macarrão, relacionado às propriedades de cozimento, firmeza, características nutracêuticas e sensoriais. Os resultados sugeriram que a incorporação melhora a qualidade nutricional do macarrão sem afetar as propriedades de textura. A qualidade do macarrão foi caracterizado pelo aumento do conteúdo de fibra dietética, polifenóis e carotenoides.

Cavalcanti et al. (2011) qualificaram a amêndoa contida no endocarpo da manga para obtenção do amido, os resultados demonstraram que o amido extraído da amêndoa apresentou características desejáveis, podendo ser largamente utilizado como alternativa na indústria de alimentos.

Silva et al. (2013) utilizaram o amido da amêndoa do endocarpo da manga, variedade Tommy Atkins, provenientes dos resíduos agroindustriais de polpa de frutas congeladas, como espessante em bebidas lácteas. A bebida láctea fermentada, elaborada mostrou-se viável para comercialização por apresentar boas características sensoriais e físico-químicas, utilizando apenas 0,3% de amido da amêndoa da manga como espessante.

Mendes (2013) elaborou biscoitos “tipos cookies” com diferentes percentuais de farinha de casca de manga. Os biscoitos obtidos, apresentaram atributos sensoriais aceitáveis, possuindo assim, aplicação comercial.

Foi utilizada a farinha de casca da manga Tommy Atkins por Santos (2013) na elaboração de quatro formulações de pão de forma, onde foram adicionadas parcialmente a farinha de trigo por percentuais de farinha da casca da manga 2,5%, 5%, 7,5% e 10%. As amostras foram avaliadas quanto às características físico-químicas, reológicas, sensoriais e

de aceitabilidade. A aceitabilidade dos pães foi avaliada por 50 provadores, quanto à aparência do miolo, textura, cor, aroma e sabor através de escala hedônica. Os resultados de aceitabilidade dos consumidores indicaram que os mesmos apresentaram maior interesse nos pães com adição de 5%. A adição da farinha da casca da manga apresentou boa aceitabilidade pela maioria dos provadores.

Foram produzidas e caracterizadas físico-química e sensorialmente por Costa et al. (2014b), barras de cereais, utilizando como um dos ingredientes a farinha da casca da manga. Para a análise sensorial foi realizado o teste de aceitação e intenção de compra com 60 provadores não treinados. O produto elaborado apresentou 10,12% de umidade, 0,75% de cinzas, 7,73% de proteínas, 22,18% de açúcares redutores, 17,27% de açúcares não redutores e 7,09% de fibras. Na análise sensorial a barra obteve médias de respostas 4,60 para a aparência, 5,23 para textura, 5,08 para sabor e 5,18 para impressão global. Para intenção de compra 75,1% dos provadores indicaram que comprariam o produto se o mesmo estivesse disponível no mercado.

Padilha & Basso (2015) incorporaram a farinha do resíduo da manga na elaboração de biscoitos, verificando assim a aceitabilidade sensorial dos mesmos, realizado através de escala hedônica de 7 pontos com a participação de 90 julgadores não treinados que analisaram os atributos de cor, aroma, textura e sabor. Os biscoitos receberam notas acima de 5 em todos os atributos avaliados, indicando assim, boa aceitação, pois apresentou um índice de aceitabilidade superior a 70%.

Ramírez-Maganda et al. (2015) produziram muffins substituindo parte da farinha de trigo (50 e 75%) por farinha do resíduo do processamento de manga. Foram avaliados por análise sensorial, composição química e atividade antioxidante. A análise sensorial mostrou que muffins com 75% de substituição apresentou maior nota para aceitação. A análise centesimal revelou que os muffins com farinha dos resíduos de manga apresentaram significativamente ( $p < 0,05$ ) maior teor de água, conteúdo mineral e fibras e, apresentaram melhores potenciais antioxidantes para o ensaio de DPPH e FRAP do que a formulação controle (sem farinha de resíduo de manga). Logo subproduto (farinha dos resíduos) do processamento de manga pode ser utilizado como um ingrediente para a suplementação do novo produto, além de apresentar-se como uma maneira viável para sua utilização.

## 2.5. Características nutricionais dos resíduos da manga

A manga é um dos frutos com valor comercial elevado, sendo usado em grandes variedades de alimentos e produtos. Após o processamento industrial da manga, suas sementes e cascas são descartadas, representando cerca de até 60% do peso total da fruta e gerando grande quantidade de resíduos (Vieira et al., 2009).

Mendes (2011) afirma que dependendo da variedade, as amêndoas da semente da manga contém cerca de 6% de proteínas, 11% de lipídios, 77% de carboidratos, 2% de fibras e 2% de resíduo mineral fixo, baseado, em seu peso seco. Medina et al. (1981) destaca que a amêndoa contém aproximadamente de 6 a 15% de matéria graxa, 40 a 50% de amido e 12 a 18% de ácido tânico. A utilização da semente de manga como fonte de lipídios, antioxidante natural e amidos tem sido amplamente pesquisada (Arogba, 2002; Kaur et al., 2004). As amêndoas de manga têm sido consideradas como fonte potencial de amido (Cordeiro, 2013).

Alguns pesquisadores (Felipe et al., 2006; Damiani et al., 2009; Marques et al., 2010) vêm mostrando que a casca da manga pode ser mais rica em determinados nutrientes do que a própria polpa. Felipe et al. (2006); Marques et al. (2010) relataram que a casca é rica em cálcio, sódio, potássio, ferro, fósforo, magnésio e manganês, elementos fundamentais para o bom funcionamento do nosso organismo. Damiani et al. (2009), revelam que a casca possui mais fibras, vitamina C, proteínas, carboidratos e pectina que a polpa.

A amêndoa da semente da manga é um resíduo adequado ao reaproveitamento na indústria alimentícia; a farinha obtida a partir dela possui componentes nutricionais importantes para alimentação humana, como proteínas, lipídios e fibras (Costa et al. 2012a).

Conforme Florêncio et al. (2012), a farinha da semente da manga mostrou-se um resíduo adequado ao reaproveitamento na indústria alimentícia, podendo ser usada em diversos formulados alimentícios pois apresenta componentes nutricionais importantes e não é tóxica.

Azevedo et al. (2008) caracterizaram físico-quimicamente a farinha da casca da manga cv. Tommy Atkins, concluindo que a farinha da casca de manga contém teores significativos de fibras, proteínas e minerais, além de apresentar baixo valor de atividade de água.

Vieira et al. (2009) caracterizaram o resíduo agroindustrial de manga da variedade Ubá, os farelos da amêndoa, da semente e do resíduo total (cascas e sementes) foram analisados para determinação dos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, fibra bruta, lignina (somente do farelo da amêndoa), extrato etéreo, matéria mineral, cálcio, fósforo e carboidratos totais por diferença. Os resultados obtidos para o farelo da amêndoa foram: 88,36, 4,39, 29,65, 2,20, 1,90, 0,72, 12,18, 1,81%, 0,10, 0,05 e 69,98%. Para o resíduo total os resultados foram: 92,23, 3,87, 37,25, 21,84, 14,60, 4,36, 2,08, 0,18, 0,11 e 81,92%, respectivamente. Os resultados indicaram ser esta matéria-prima uma rica fonte de nutrientes, podendo ser incluído na alimentação humana.

Marques et al. (2010) determinaram a composição centesimal e de minerais da casca e polpa da manga da cultivar Tommy Atkins. Os resultados demonstraram que houve destaque para o teor de fibra alimentar total (FAT), que representou cerca 11% dessa quantidade. Já os teores de proteína e de cinzas apresentaram cerca de 2,5%, enquanto a fração lipídica foi inferior aos demais componentes. O perfil de minerais da casca revelou que as concentrações desses elementos foram superiores aos encontrados na polpa, exceto para zinco e ferro. A composição centesimal e perfil mineral da casca da manga demonstraram a sua importância nutricional e a possibilidade da utilização dessas frações, até então consideradas não comestíveis na dieta brasileira.

## **2.6. Resíduos da manga como fonte de compostos bioativos**

Compostos bioativos são nutrientes coadjuvantes naturais encontrados em pequenas quantidades em produtos vegetais ou alimentos ricos em lipídios. Batista Sobrinho (2014) relata que diversos estudos têm mostrado que a ingestão de frutas e vegetais está relacionada com a redução de doenças crônicas e cardiovasculares, ressaltando que além de agirem contra tais doenças, os compostos bioativos em geral, representados principalmente pela vitamina C e polifenóis, tais como antocianinas, ácidos fenólicos, flavonoides e taninos, são conhecidos como antioxidantes naturais e, quando estão presentes nos alimentos, podem conferir, aos mesmos, propriedades de saúde (Szajdek & Borowska, 2008).

Atualmente, são produzidas milhões de toneladas de resíduos provenientes do processamento agroindustrial. Muitos deles são ricos em compostos bioativos sendo potenciais fontes naturais dessas substâncias. Melo et al. (2011) ratifica que a busca de possibilidades, por meio dos pesquisadores, para a utilização e aplicação desses resíduos na

produção de alimentos no intuito desses serem incluídos na alimentação humana, pois alguns desses compostos são capazes de combater danos oxidativos causados por radicais livres, agindo como antioxidantes naturais dos alimentos substituindo assim a utilização de antioxidantes sintéticos.

Pesquisas demonstraram que o potencial antioxidante e o conteúdo total de fenólicos é maior nas sementes e nas cascas das frutas (Soong & Barlow, 2004; Shui & Leong, 2006), indicando assim que os resíduos das mesmas são mais ricos nessas substâncias e podem se tornar uma fonte alternativa de compostos bioativos.

Foi evidenciado por Soong & Barlow (2004) ao estudar a ação antioxidante das sementes e porção comestível de abacate, jaca, manga e tamarindo, que esses compostos estão muitas vezes presentes em maior quantidade nos resíduos (cascas e amêndoas) do que nas porções comestíveis das frutas.

Trabalhos demonstram que partes não aproveitadas da manga, como a semente e a casca, que se constituem dos resíduos da industrialização da fruta, são fontes de substâncias bioativas de interesse. Logo, estes resíduos podem constituir-se em matérias primas para a extração de substâncias que podem posteriormente ser incorporadas em alimentos ou usadas para a formulação de fitomedicamentos.

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

Sendo assim, o estudo da composição de bioativos em partes de diferentes variedades da manga possui interesse científico e pode ser de aplicação na área de alimentos e de produtos farmacêuticos (Silva, 2016).

Ajila et al. (2010b) estudaram compostos bioativos e o potencial antioxidante de extratos provenientes da casca de manga, relatando uma alta atividade antioxidante, segundo diferentes sistemas de medida. Eles sugeriram, em função desta importante propriedade, o uso de casca de manga como nutracêutico e para alimentos funcionais.

Cavalcanti et al. (2011) afirmam que o resíduo do processamento da manga é uma fonte potencial de antioxidantes para o uso na indústria de alimentos em substituição aos antioxidantes sintéticos e para a elaboração de alimentos funcionais ou de fitoterápicos.



Arbos et al. (2013) ao investigarem a atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga concluíram que os extratos provenientes dos resíduos do processamento industrial de frutos da manga (farinhas da casca e amêndoas) apresentaram teor importante de compostos fenólicos, atividade antioxidante e antimicrobiana, podendo ser explorados pelas indústrias de alimentos.

Granja et al. (2014) destacaram que a casca da manga (subproduto) é rica em vitaminas e flavonoides que funcionam como antioxidantes, evitando a deterioração do produto e aumentando a sua vida útil.

Observando o extenso volume de resíduos, produzidos após o processamento industrial da manga e a busca por novas fontes de substâncias bioativas naturais, alguns trabalhos foram desenvolvidos visando o aproveitamento dos compostos bioativos a partir de resíduos da manga, tais como dos extratos da casca e do caroço da variedade ubá (Ribeiro et al., 2007), cascas e sementes (Ashoushe Gadallah et al., 2011), bagaço de manga (Infante et al., 2013) casca e amêndoa (Arbos et al., 2013), casca e semente (Andrade et al., 2014) e casca (Souza, 2015).

## **2.7. Secagem**

Um dos objetivos da indústria de alimentos é encontrar formas de aproveitamento para os seus resíduos, transformando-os em benefícios financeiros e minimizando impactos ambientais (Ferreira & Pena, 2010). Conforme Akpınar (2006), um dos processos alternativos que pode ser utilizado para tal finalidade é a secagem, uma etapa importante em praticamente todos os tratamentos de conservação de produtos alimentícios.

A secagem é uma operação importante a ser realizada, tendo como principal intuito aumentar a vida útil destes resíduos para posterior utilização em aplicações industriais. Consiste na remoção de parte da água livre presente no alimento possibilitando-o ser armazenado à temperatura ambiente, técnica que permite que não haja perdas significativas de suas características organolépticas e nutricionais (Coelho & Azevedo, 2012).

Ferreira & Pena (2010) estudaram a secagem em estufa de bandeja, com recirculação de ar, a 60, 70 e 80 °C da casca de maracujá amarelo proveniente de resíduos da industrialização de suco. A secagem do resíduo a 60 °C requereu o maior tempo de processo, porém proporcionou o produto com melhor qualidade organoléptica, sendo a condição indicada para a secagem do mesmo.

Ao realizar secagem convectiva da casca da manga, utilizando as temperaturas de 40, 60, 80 e 100 ° C, Bard (2011) avaliou o efeito de cada temperatura visando minimizar a perda de compostos fenólicos. Concluindo que o processo realizado a 80 °C é a melhor opção para a secagem da casca da manga, devido a sua rápida remoção de água do produto e mínima degradação de compostos fenólicos em comparação com as outras temperaturas de secagem.

Cascas de mangas Tommy Atkins foram liofilizadas e caracterizadas por Araújo (2012) quanto a sua composição química e seu potencial oxidante. Os resultados demonstraram que as cascas liofilizadas, apresentaram em sua constituição, quantidades relevantes de carboidratos, de potássio, fósforo, cálcio e sódio, bem como polifenóis totais, ácido ascórbico e  $\beta$ -caroteno.

Coelho & Azevedo (2012) produziram uma farinha das cascas da manga cv. Tommy Atkins comparando dois métodos de secagem: fluxo de ar (FCM1) e secagem solar com o equipamento watercone (FCM2). A observação das curvas de secagem e análises de  $a_w$  e umidade das farinhas obtidas (FCM1 e FCM2) levaram à conclusão de que ambos os métodos empregados, possuem vantagens técnicas para processamento. A FCM1, obtida por secagem no secador watercone apresenta melhores características de cor e aroma, em relação à amostra FCM2. No entanto, esta última pode ser obtida em menor tempo e com menor valor de  $a_w$ , quando se utiliza a secagem artificial por fluxo de ar.

Dal'Toé & Fiorese (2012) realizaram o estudo da secagem da casca de soja (*Glycine max*) em estufa, convecção forçada e micro-ondas em três potências, e a análise visual do resíduo seco a diferentes temperaturas. Os resultados mostraram que a secagem da casca de soja não apresentou diferença significativa em relação à estufa, convecção forçada e micro-ondas à mínima potência, sendo diferente em potência média e máxima, e, por esse motivo, a secagem em diferentes temperaturas foi efetuada em estufa. O resíduo seco em diferentes temperaturas 70, 80 e 100°C, os resultados demonstraram que a temperatura de 80°C é a mais adequada em relação às características visuais cor e textura, a esta temperatura os resultados obtidos para as análises microbiológicas foram satisfatórios.

Dorta et al. (2012) estudaram o efeito de diferentes tratamentos de secagem sobre a atividade antioxidante de cascas de manga e sementes. A liofilização permitiu que a casca (quando a extração fosse realizada com etanol: água) e a semente fosse estabilizada sem diminuir a sua atividade antioxidante.

Morais et al. (2012) estudaram o aproveitamento de resíduos (cascas) de manga para a alimentação humana através de desidratação osmótica seguida de secagem. Definindo o efeito de diferentes tratamentos térmicos para aumento da maciez na aceitação e intensidade da textura. Os resultados mostraram que as amostras que passaram por tratamento térmico prévio à desidratação osmótica apresentaram maior aceitação da textura em relação à amostra controle (sem tratamento térmico), no entanto, a intensidade da textura de todas as amostras ainda foi considerada mais forte que o ideal e a atitude de consumo foi positiva apenas para a amostra tratada com fervura em panela de pressão durante 15 minutos. Os autores concluíram que o tratamento térmico de fervura, nas condições testadas, aumenta a aceitação sensorial da textura de cascas de manga desidratadas osmoticamente.

Nóbrega (2012) realizou um estudo para avaliar o processo de secagem do resíduo de acerola e o impacto sobre o produto final. O autor avaliou a secagem em secador convectivo de bandejas, sob condições controladas de temperatura (60, 70 e 80 °C), de velocidade do ar (4, 5 e 6,0 m/s) e de espessura do material (0,5, 0,62 e 0,75 cm) mediante a aplicação de planejamento experimental do tipo fatorial 2<sup>3</sup> com três pontos centrais. Houve uma diminuição dos compostos bioativos após a secagem nas condições estudadas, porém a concentração final desses compostos detectada no produto desidratado caracterizou o pó do resíduo de acerola como ingrediente com elevado potencial bioativo.

Silva (2014) realizou a secagem do resíduo de acerola (*Malpighia emarginata*) em secador roto-aerado e em um aparelho de secagem via radiação infravermelha, utilizando alguns pré-tratamentos do material com o objetivo de obter maior eficiência de secagem. Foi avaliado o teor de ácido cítrico, de ácido ascórbico, de fenólicos totais e de flavonoides totais antes e após a secagem nos dois equipamentos. As secagens em infravermelho permitiram observar o efeito benéfico do etanol pulverizado sobre a superfície das sementes de acerola. Este pré-tratamento favoreceu tanto a secagem quanto os teores de fenólicos e flavonoides após a secagem.

Sousa et al. (2015) secaram cascas de cajá (*Spondias mombin*) e de umbu-cajá em estufa com circulação forçada de ar ajustado para operar nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C. Concluindo que a secagem das cascas de cajá e de umbu-cajá em camada fina ocorreu em período de taxa decrescente, não sendo observado período de taxa constante.

## **2.8. Cinética de secagem**

A secagem pode ser avaliada a partir da cinética de secagem, onde se verifica o comportamento do material que está sendo seco, representado pelas curvas de secagem e a taxa de secagem.

O comportamento da curva de secagem de um sólido úmido mediante um fluxo de ar a uma determinada temperatura é sempre o mesmo. Já a curva da taxa de secagem é obtida derivando-se os dados de umidade em função do tempo de secagem (Moura et al., 2014).

Alexandre et al. (2013) relatam que as informações apresentadas nas curvas de secagem são essenciais para o desenvolvimento de processos e para o dimensionamento de equipamentos; através delas, pode-se estimar o tempo de secagem de certa quantidade de produtos e, com o tempo necessário para a produção, estima-se o gasto energético que refletirá no custo de processamento e influenciará no preço final do produto.

O estudo da cinética de secagem de vários produtos alimentícios, podem ser descrito por modelos matemáticos que são ferramentas importantes e muito utilizados na otimização destes processos.

### **2.8.1. Modelos matemáticos**

Os modelos matemáticos tem a finalidade de apresentar a diminuição da umidade durante a secagem dos produtos, sendo utilizados para representar a cinética de secagem através do estudo das variáveis envolvidas no processo e examinar o melhor ajuste aos dados experimentais.

Vários modelos matemáticos são utilizados para representação do comportamento da secagem de produtos agrícola, esses modelos podem ser classificados como: teóricos, empíricos e semi empíricos. A diferença entre eles, está no fato que os modelos teóricos, consideram apenas a resistência interna à transferência de calor e água entre o produto e o ar aquecido. Já os modelos semiteóricos e empíricos levam em consideração somente a resistência externa à temperatura e umidade relativa do ar de secagem (Midilli et al., 2002; Panchariya et al., 2002).

Dentre os modelos matemáticos, os mais utilizados para os resíduos agroindustriais são o modelo de Page, Lewis e Henderson & Pabis, pois descrevem com relativa exatidão o comportamento da cinética de secagem tendo sido testados por vários

autores a exemplo de: Alexandre et al. (2013) que utilizaram entre outros modelos o de Page para caracterizar e avaliar a cinética de secagem do resíduo (casca) de abacaxi (*Ananas comosus* L.) enriquecido utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* em leite estático, em camada fina de secagem, na temperatura (40 a 60 °C) e a velocidade do ar de secagem (0,8 a 1,3 m/s), concluindo que este modelo apresentou melhor ajuste aos dados experimentais de secagem, Bartolotti (2012) empregou a equação de Lewis na secagem em leite de jorro de mistura de resíduo de acerola e soja, obtendo obtendo R<sup>2</sup> igual a 0,9769 e Silva Filho et al (2016) utilizaram o modelo de Henderson e Pabis para descrever a secagem em camada de espuma da polpa de manga cv. Espada com adição de 1,5% de Emustab® e 1,5% de Super Liga Neutra®, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e espessura da camada de espuma (0,5 cm). O modelo de Henderson e Pabis descreveu, de forma mais satisfatória, os dados da secagem da espuma, apresentando o maior coeficiente de determinação e o menor desvio quadrático médio.

Inúmeros trabalhos já foram desenvolvidos para avaliar a secagem de diversos tipos de resíduos tais como:

Azoubel et al. (2008) estudaram a cinética de secagem da casca da manga Tommy Atkins. O processo foi conduzido em um secador de leite fixo com velocidade do ar de secagem de 3,0 m/s e em três temperaturas diferentes (50, 60 e 70 °C). Os dados experimentais foram ajustados aos modelos de Exponencial simples, Page, Henderson e Pabis, Logaritmo, Exponencial dois termos e Wang & Singh. O estudo da cinética de secagem mostrou que o aumento da temperatura favoreceu a transferência de massa, diminuindo a umidade de equilíbrio dinâmico e o tempo de secagem. O modelo de Page obteve melhor ajuste aos dados experimentais da secagem da casca de manga Tommy Atkins.

Fiorentin et al. (2010) realizaram um estudo da cinética de secagem do bagaço da laranja (*Citrus*), para a obtenção das curvas de secagem e de taxa de secagem. O bagaço foi seco em um secador convectivo, em uma faixa de temperatura de 33 a 92 °C com velocidade do ar constante de 1,3 m/s. Com base nos estudos realizados, a secagem convectiva do bagaço mostrou que quanto maior a temperatura de secagem, menor o tempo de secagem, justificado pela maior taxa de secagem. As curvas de taxa de secagem mostraram que a temperatura de secagem influencia tanto o período de taxa constante, como o de taxa decrescente.

Foram determinadas as cinéticas de secagem para a casca de banana (*Musa sapientum*) espécie nanica por Villa-Vélez et al. (2011) modelando as curvas de secagem

nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, utilizando o modelo teórico difusivo e os modelos empíricos de Peleg, Lewis e Henderson-Pabis. Dos quatro modelos empregados na avaliação das curvas de secagem para casca de banana nanica, só dois modelos (Henderson-Pabis e difusivo) descrevem o comportamento linear das constantes com o aumento da temperatura, permitindo possíveis cálculos termodinâmicos como, por exemplo, energia de ativação.

Venturini et al. (2012) analisaram a secagem em camada fina de sementes de mamão (*Carica papaya*) em duas temperaturas (60 e 70 °C) em estufa, avaliando qual modelo de secagem (Lewis, Page, Midilli, Henderson e Pabis) foi capaz de representar de forma satisfatória os dados experimentais. A partir dos resultados obtidos pode-se afirmar que a cinética de secagem obteve um comportamento típico com períodos de taxa constante e decrescentes bem definidos. Dos modelos matemáticos testados, o de Page foi o que se mostrou mais adequado para representar os dados experimentais.

Andrade et al. (2013) relataram que o modelo de Lewis obteve os melhores ajustes aos dados experimentais na cinética de secagem de sementes de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata mast.*) na temperatura de 70 °C, obtendo R<sup>2</sup> superior a 0,9998.

André et al. (2014) analisaram a comparação modelos matemáticos da cinética de secagem de cascas de manga Espada pré-tratadas osmoticamente nas concentrações de 45, 55 e 65 ° Brix, e secador de ar aquecido nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C. Foram utilizados os modelos de regressão não linear propostos por Henderson & Pabis, Lewis, Logaritmo e Page. Dentre os modelos de secagem estudados, o proposto por Lewis se ajustou satisfatoriamente às curvas de secagem obtidas experimentalmente, a temperatura de secagem é fortemente influenciada na cinética, com o menor tempo a uma temperatura de 70 °C e o maior a 50 °C.

Sousa et al. (2015) estudaram as cinéticas de secagem das cascas de cajá e umbu-cajá em estufa com circulação de ar sob diferentes condições de temperatura e aplicaram equações que melhor represente os ajustes dos dados experimentais. Os dados foram ajustados às equações de Page, Midilli e Wang & Sing. Com base nos resultados apresentados concluíram que para as condições utilizadas, a cinética de secagem das cascas de cajá e umbu-cajá ocorreu num período decrescente e a equação de Page foi a que melhor representou a secagem para as cascas de cajá, enquanto que para o umbu-cajá, a equação de Midilli apresentou os melhores resultado.

Cabral Filha et al. (2016) avaliaram o comportamento da secagem do resíduo da goiaba (*Psidium guajava* L.), tendo como variáveis a temperatura da estufa e a espessura da camada do resíduo, com a finalidade de ajustar os modelos matemáticos Henderson & Pabis, Lewis e Page aos dados experimentais. Mediante os resultados apresentados concluíram que os modelos matemáticos se ajustaram de maneira satisfatória as curvas obtidas em todos os ensaios, sendo que o modelo de Page foi o que melhor se adequou para descrever a cinética de secagem do resíduo da goiaba, possuindo valores de coeficientes de determinação e desvio médio quadrado desejados para o ajuste matemático.

Santos et al. (2016) utilizaram três métodos de secagem (liofilização, secagem em leito de jorro e secagem em estufa) para o estudo da cinética de secagem e o estudo da cinética da casca de jabuticaba (*Plinia cauliflora*). Com os resultados obtidos, notou-se que os três processos de desidratação estudados apresentaram um comportamento semelhante na cinética da capacidade antioxidante e que o processo em leito de jorro foi o método que apresentou um tempo menor de secagem.

## 2.9. Farinha

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, farinhas “são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos” (Brasil, 2005).

A elaboração de farinhas provenientes de resíduos de frutas é uma das formas de obtenção de subprodutos na indústria alimentícia e uma alternativa viável para o aproveitamento integral das frutas, sendo também uma estratégia para minimizar os problemas ambientais causados pelo descarte desses resíduos na natureza. Assim como uma alternativa eficiente para recuperar os compostos bioativos que estão presentes em grande quantidade nas cascas e sementes e são antioxidantes naturais (Oliveira et al., 2014).

Na Nigéria, a farinha de manga foi sugerida como ingrediente principal na dieta de lactentes e adultos para alavancar o conteúdo de nutrientes e antioxidantes (Abdalla et al., 2007). Ashoush & Gadallah (2011) propuseram que a incorporação de pó de sementes de manga na farinha de trigo para a preparação de biscoitos, aumentaria os teores de

gordura, proteínas e fenólicos. Os biscoitos com propriedades antioxidantes melhoradas e sabor aceitável foram preparados por adição de 40% de pó de sementes.

Vários estudos envolvendo o aproveitamento dos resíduos para a produção de farinhas tem recebido destaque tais como: farinha de resíduo de maracujá (Toledo et al., 2009), farinha de entrecasca de melancia (Guimarães et al., 2010), farinha de resíduo de caju (Alves et al., 2011), bagaço de uva (Balestro et al., 2011), farinha de casca de manga (Santos, 2013).

Ishimoto et al. (2007), elaboraram uma farinha a partir das cascas de maracujá para desenvolvimento de biscoitos. O produto apresentou 7,5 vezes mais fibras do que um biscoito similar. Além disso, observou-se que a formulação com menor quantidade de gordura e, conseqüentemente, maior teor de fibras, foi a mais aceita entre os provadores.

Um pão francês com a farinha de semente de abóbora elaborado por Lopes et al. (2008) apresentaram valores superiores de cinzas, lipídio, proteína e fibra se comparados com um pão francês tradicional com farinha de trigo.

A entrecasca de melancia foi desidratada e transformada em farinha para elaboração de um bolo simples por Guimarães et al. (2010). Os autores produziram três bolos: um controle (sem farinha de entrecasca de melancia), um com uma proporção de 7% e outro com uma proporção de 30%. Os provadores participantes da pesquisa relataram um índice de 82% de aceitabilidade para o aroma do bolo com 7% de farinha de entrecasca de melancia, que foi o mais bem aceito entre as três formulações.

Moura et al. (2010) utilizaram farinha de semente de abóbora de três formas distintas: para a formulação de um biscoito tipo cookie, um com farinha integral; um com farinha peneirada e outra formulação com farinha retida na peneira. Na análise centesimal, os autores constataram que a farinha integral possui o maior teor de fibras, proteínas e cinzas.

Thomaz et al. (2012) avaliaram a aceitabilidade sensorial de biscoito tipo cracker enriquecido com farinha da casca do limão siciliano (*Citrus limon* L. Burm.). Os resultados apontaram que a farinha de casca de limão siciliano pode ser considerada um potencial ingrediente com propriedades funcionais para a adição em biscoitos e produtos de panificação e similares, podendo ser oferecidos aos consumidores com altas expectativas de aceitação no mercado.

Marques (2013) estudou o aproveitamento do resíduo de acerola para a produção de farinhas de bagaço de acerola (FBA), de farinhas de sementes de acerola (FSA) e a



formulação de novos produtos como barras de cereais (BC). As sementes foram secas em estufa ventilada, à temperatura de aproximadamente 45 °C e o bagaço foi liofilizado. Foram preparadas barras de cereais com diferentes concentrações das farinhas de acerola e barras de controle com adição apenas de aveia. As barras de cereais com adição de 12,5% de FSA e 12,5% de aveia integral e as com adição de 12,5% de FBA e 12,5% de aveia integral foram consideradas com maior valor nutricional atendendo às exigências do mercado consumidor, com baixo valor energético e teores elevados de fibras alimentares.

Foi utilizada por Santana et al. (2011) a farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) e fécula de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na otimização das características nutricionais de um biscoito padrão sem farinha de casca de maracujá. O biscoito sem a farinha apresentava 0,17 g de fibra bruta, enquanto o biscoito enriquecido mostrou valores de fibras de 4,27 g.

Santos et al. (2014) utilizaram a farinha da casca de limão para elaboração de biscoitos com propriedades antioxidantes. Os autores concluíram que a adição da farinha de casca de limão aos biscoitos aumentou significativamente os teores de polifenóis e atividade antioxidante.

Porte et al. (2011) produziram farinhas a partir de sementes de mamão e de abóbora e determinou as suas propriedades funcionais tecnológicas. Os resultados encontrados no estudo demonstraram que as farinhas de semente de mamão e abóbora apresentam propriedades funcionais tecnológicas desejáveis, representando uma alternativa viável e de baixo custo para serem utilizadas como ingredientes em sistemas alimentares.

Foram elaborados dois bolos com co-produtos de abóbora; um deles com cascas e sementes cruas, e o outro a partir da farinha da semente por Silva & Silva (2012). No que diz respeito à aparência, o bolo com casca e sementes in natura obteve 92% de aceitação, em que 24% dos provadores classificaram como “gostei muitíssimo” e 44% “gostei muito”. Para o bolo com farinha de semente de abóbora, 26% dos provadores escolheram a nota “gostei muitíssimo”, enquanto 24% “gostei muito”.

Carvalho (2015) estudou o efeito da adição da farinha da casca de banana na elaboração de barras de cereais, concluindo que a adição da farinha é viável do ponto de vista sensorial e contribuiu para a incorporação de compostos bioativos, agregando valor ao produto e diminuindo as perdas industriais.

Bender et al. (2016) elaboraram e caracterizaram a farinha de casca de uva e sua utilização em snack extrusado. A farinha de casca de uva apresenta teores relevantes de fibra, carboidratos e cinzas em sua composição. A adição de farinha de casca de uva em

snacks extrusados torna-se viável no que diz respeito aos parâmetros tecnológicos avaliados.

Silva (2016) elaborou a farinha integral do caroço de manga, variedade Tommy Atkins através do processo de liofilização e posterior moagem dos caroços. Os resultados demonstraram que a farinha do caroço de manga pode ser utilizada na formulação de biscoitos, substituindo parcialmente a farinha de arroz.

## **2.10. Atividade de água**

Celestino (2010) destaca que a atividade de água é um dos fatores mais importantes na indústria de alimentos, ela nos mostra a quantidade de água disponível para o desenvolvimento de microrganismos e as reações promotoras de alterações dos alimentos, favorecendo uma prévia estabilidade dos mesmos.

Nos alimentos ricos em água, a atividade de água corresponde a valores acima de 0,90, os quais, nestas condições sofrem facilmente contaminação microbiológica, enquanto com a atividade de água próxima de 0,6, tem-se pequeno ou nenhum crescimento de microrganismos. Segundo Paiva (2008), a estabilidade física, sensorial e microbiológica das barras de cereais é garantida com atividade de água ( $a_w$ ) menor do que 0,6, sendo classificada em alimentos de baixa umidade, podendo ser estocadas a temperatura ambiente.

Fonseca (2009) mediu atividade de água em barras alimentícias a base de frutas desidratadas, as barras de frutas apresentaram valores de atividade de água na faixa de 0,54 a 0,55, o que significa que não existiu quantidade de água disponível suficiente para ocorrerem deteriorações tanto de origem físico-químicas quanto microbiológicas.

Silva et al. (2009c) executaram a avaliação higroscópica da barras de cereais adicionada de resíduo industrial de maracujá. Os resultados demonstraram que o emprego do resíduo industrial de maracujá na formulação das barras proporcionou boa estabilidade higroscópica.

Sampaio et al., (2010) determinaram a atividade de água em barras de cereais fortificadas com ferro, obtendo como resultados atividade de água na faixa de 0,363 a 0,405 nas nove formulações analisadas. Os valores obtidos, apesar de serem muito próximos, apresentam diferença estatisticamente significativa ao nível de 5%.

Natividade (2010) mediu a atividade de água das farinhas elaboradas com resíduos da produção de suco de uva (*Vitis vinifera* L.) das variedades Isabel, bordô e blend, obtendo valores de atividade de água na faixa de 0,35 a 0,39 para as variedades analisadas.

Srebernich et al. (2011) determinaram a atividade de água de barras de cereais diet por meio de agente ligante colágeno hidrolisado e goma acácia obtendo os seguintes resultados (0,520 - 0,594 para barras com colágeno hidrolisado e 0,542 - 0,590 para barras com goma acácia). Tais resultados demonstraram condições desfavoráveis ao desenvolvimento microorganismos nas barras de cereais analisadas.

Lima et al. (2012) determinaram a atividade de água de barras de cereais adicionadas de Quitosana e Ômega-3. Os valores de atividade de água encontrados foram menores do que 0,5, demonstrando que as barras de cereais elaboradas são produtos microbiologicamente seguros.

Lima et al. (2013) avaliaram a atividade de água do resíduo de caju in natura e das farinhas obtidas nas temperatura de 50 e 60 °C O resíduo de caju in natura apresentou valor de atividade de água igual a 0,978 atingindo menor valor de 0,4533 na farinha produzida pela secagem dos resíduos a 60 °C.

Oliveira et al. (2013) determinaram a atividade de água de barras de cereal enriquecida com a fibra do bagaço do caju. O valor da atividade de água encontrado foi de 0,59. Tal resultado assegura que a barra produzida pode ser considerada um produto microbiologicamente estável.

Freire et al. (2015) avaliaram a atividade de água em produto alimentar farináceo desenvolvido a partir da casca de maracujá azedo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). Os valores médios encontrados de atividade de água estiveram em torno de 0,332 para farinha obtida do albedo, 0,223 para a do flavedo e 0,333 para a farinha integral. Concluindo que as três formulações apresentaram valores de atividade de água satisfatório.

Nunes et al. (2015) averiguaram a atividade de água da farinha do resíduo da polpa de acerola, obtendo como resultado a atividade de água de 0,596.

Santos (2016) mediu a atividade de água de três formulações de barras de cereais utilizando biomassa de banana verde (F1 = padrão - 67,7% de banana e 0% de BBV; F2 = 33,8% de banana e 33,8% BBV e F3 = 0% de banana e 67,7% de BBV). Atividade de água ( $a_w$ ) 0,91, 0,91, 0,94, respectivamente. Tais resultados demonstraram que as formulações desenvolvidas propiciam uma instabilidade microbiológica, visto que, para serem microbiologicamente estáveis, necessitam apresentar atividade de água inferior a 0,6.

## **2.11. Isotermas de sorção de umidade**

As isotermas de sorção podem apresentar-se de duas formas: isotermas de adsorção e isotermas de dessorção e são obtidas a partir de dados de adsorção (ganho de umidade) e dessorção (perda de umidade).

É muito importante conhecer o comportamento higroscópico e construir as isotermas de adsorção para prever melhores condições de conservação, desenvolver embalagens adequadas, conhecer o teor de umidade de equilíbrio e conhecer as características físicas e físico-químicas dos produtos alimentícios (Bezerra et al., 2011). E ainda na caracterização de um produto, quando o mesmo é constituído por componentes de atividade de água diferentes.

As isotermas fornecem dados para determinação da umidade ótima para a estabilidade de um produto desidratado em relação à oxidação de lipídios, atividade enzimática, preservação de componentes do sabor e características estruturais. Assim, permite a determinação da umidade adequada a ser atingida em um processo de secagem, aliando segurança microbiológica e viabilidade econômica (Ambros, 2013).

Medeiros et al. (2006) afirmam que as características das isotermas de sorção, portanto, explana a capacidade de um produto de reter ou liberar água para o meio que o circunda, quando colocado em atmosferas de umidade relativa controlada a uma dada temperatura. Ambros (2013) destaca que a tendência de um material em adsorver água do ambiente onde se encontra define a sua higroscopicidade, que é parâmetro fundamental de qualidade de produtos alimentícios desidratados. A migração de umidade do ambiente para o pó pode representar alguns inconvenientes, como a formação de agregados de alta consistência. A situação reversa, migração de umidade do pó para o ambiente, também pode ser prejudicial, podendo influenciar características físicas como solubilidade e densidade (Ambros, 2013).

### **2.11.1. Modelos matemáticos de isotermas**

Com o intuito de prever o comportamento das isotermas de adsorção, diversos autores propuseram modelos matemáticos empíricos e teóricos para o ajuste das curvas de umidade de equilíbrio de vários produtos, em função da atividade de água e também da temperatura do ar (Bezerra et al., 2011).

Existem na literatura vários modelos matemáticos propostos para descrever isotermas de adsorção de alimentos. No entanto, Moreira et al. (2013) afirmam que a maioria dos diferentes modelos, empíricos, semi-empíricos ou teóricos, apenas são precisos num limitado intervalo de atividade de água ou para alguns tipos de alimento. Não há uma equação geral para todas as isotermas dos alimentos, pois a atividade de água depende bastante da sua composição e da interação dos diferentes constituintes com a água em condições de equilíbrio termodinâmico. Dentre os modelos mais comuns e por sua relativa precisão e generalidade de uso, podem ser citados o de GAB, Peleg e Oswin.

Mazali (2014) estudou o comportamento das isotermas de sorção de farinhas de resíduos de amoras-pretas (*Rubus sp. e Rubus sellowi*) nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C, utilizando diferentes tipos de sais, de modo a correlacionar atividade de água e umidade. As isotermas obtidas foram analisadas através dos modelos matemáticos GAB, Oswin, Peleg, BET, Langmuir e Halsey. O melhor ajuste aos dados experimentais, em relação às duas amostras e diferentes temperaturas, foi obtido pelo modelo de GAB, porém os modelos de Oswin e Peleg também se mostraram adequados, dependendo da amostra e das condições experimentais.

Silva et al. (2015) que determinaram as isotermas de adsorção de água da farinha das fibras residuais secas de manga nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C e ajustou os modelos de GAB, Peleg e Oswin aos dados experimentais. O modelo de Peleg foi o que melhor representou a higroscopicidade da farinha de fibras residuais secas de manga, quando comparado aos modelos de GAB e Oswin utilizados para descrição deste fenômeno. As isotermas de adsorção de água foram classificadas como sendo do Tipo II (40 °C) e III (20 e 30 °C).

Brachet et al. (2015) determinaram as isotermas de equilíbrio para a farinha de sementes de uva (*Vitis vinifera* L) das variedades Cabernet Sauvignon e Bordô, As isotermas de equilíbrio foram determinadas nas temperaturas de 25, 35 e 50 °C utilizando o método estático. Foram ajustados aos dados experimentais os modelos de Henderson, Henderson Modificado, Motta Lima, BET, Sabbah e Oswin, Os modelos analisados apresentaram bons ajustes aos dados experimentais (com coeficientes de determinação maiores que 0,9), exceto para o modelo de BET que obteve os valores mais baixos do R<sup>2</sup> e Teste F e os maiores valores do RM para todas as condições estudadas.

Muitos autores utilizaram equações para prever os modelos de isotermas de sorção de diferentes resíduos de frutas, a exemplos de: bagaço de laranja (Fiorentin et al.,

2010), resíduos de banana (Villa-Vélez et al., 2012), bagaço da jabuticaba (Ambros, 2013), bagaço de mandioca (Betiol, 2016).

## **2.12. Barras de cereais**

A demanda por alimentos nutritivos e seguros está aumentando mundialmente, e a ingestão de alimentos balanceados é a maneira correta de evitar ou mesmo corrigir problemas de saúde, como: obesidade, diabetes, desnutrição, cardiopatias, entre outros que têm origem, em grande parte, nos erros alimentares (Marques, 2013); entretanto, a procura cada vez mais crescente por alimentos naturais, nutritivos e saudáveis levou ao desenvolvimento das chamadas barras de cereais. Segundo Lobato et al. (2012) as barras de cereais são definidas como alimento nutritivo composto por vários ingredientes, que incluem cereais, frutas, nozes e açúcar.

O crescimento constante do consumo desse tipo de alimento se deve principalmente à sua praticidade, que, com a mudança no estilo de vida da população, se tornou uma das características mais importantes para a escolha de um alimento. Essas barras são fáceis de encontrar, transportar e apresentam-se como uma forma rápida de repor a energia, ou seja, um meio prático e conveniente de ingerir nutrientes. Segundo Becker & Kruger (2010) as barras podem fornecer importante suplementação de calorias e elementos nutritivos como lipídios, fibras, proteínas, minerais e vitaminas.

É importante salientar que o produto barra, geralmente, recebe comercialmente o nome de barras de cereais, mas a denominação “barras alimentícias” também é empregada segundo Baú et al. (2010) e Furtado (2011), pois existe uma diversificação de componentes utilizados na sua formulação.

Os atributos sensoriais somados à procura por benefícios à saúde têm possibilitado o desenvolvimento de barras de cereais com novos ingredientes alimentícios, nutritivos e funcionais (Silva et al., 2009c).

Atualmente, percebe-se uma grande variedade nas composições das barras de cereais, podendo se identificar uma nova tendência no processo de fabricação desses produtos que é a utilização de resíduos em sua composição, pois além de agregar qualidade nutricional ao produto, pode contribuir para a preservação ambiental ao reduzir o acúmulo e o descarte de substâncias no meio (Uchôa Caminha, 2015).

Marques (2013) afirma que várias pesquisas científicas vêm explorando a utilização de subprodutos e resíduos das agroindústrias, em substituição total ou parcial de matéria

prima no desenvolvimento de barras de cereais caracterizando-as e analisando-as tecnológicas, química, físico-químicas e sensorialmente entre outras (Rodrigues Júnior et al., 2011; Costa et al., 2014a).

A barra de cereal preparada por Silva et al. (2009c) exibiu excelentes notas, que variaram entre 6,0 a 6,8 para o atributo textura, nas quatro formulações elaboradas, com proporções 10, 20, 30 e 40% de casca de maracujá. Para Souza et al. (2012) os atributos de textura, sabor e propriedades físicas são definidos pela combinação adequada dos ingredientes, que devem se completar mutuamente, de modo a revelar um sabor adocicado e agradável.

Gomes et al. (2010) avaliaram a aceitação sensorial de barras de cereais adicionadas de quatro diferentes concentrações de farinha do albedo (0, 4, 8 e 12%). Os autores verificaram que todos os tratamentos obtiveram aceitação satisfatória além de apresentarem maior estabilidade higroscópica, teor de polifenóis, proteínas, lipídeos e fibras alimentares quando comparados à formulação original do produto.

Fonseca et al. (2011) realizaram alguns testes para verificar qual a melhor maneira de incluir casca de abacaxi proveniente de resíduos domésticos na elaboração de uma barra de cereal. Eles verificaram que a casca na forma de geleia acentuava a palatabilidade do produto, que obteve um nível de aceitação em torno de 91,9% em relação ao sabor.

Leitão et al. (2013) elaboraram e avaliaram nutricionalmente a barra de cereal enriquecida com sementes e farinha das cascas do maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata*). Comprovando-se, ao final, que o maracujá-do-mato apresenta-se como alternativa para otimização do aproveitamento na elaboração da barra de cereal com grande potencial de produção e utilização, agregando valor sobre este fruto em especial e ainda pouco explorado pelas industriais envolvidas neste setor.

Foi elaborado por Cristo et al. (2015) barras de cereais com adição de farinha de casca de chuchu. Foi avaliado a sua aceitabilidade sensorial entre crianças, bem como sua composição físico-química do produto padrão e daquele com maior teor de farinha de casca de chuchu comparado ao produto padrão. A elaboração dos produtos permitiu comprovar que um nível de adição de até 20,25% de farinha de casca de chuchu em barras de cereais foi bem aceito pelos provadores, obtendo-se aceitação sensorial semelhante ao produto padrão.

Guimarães & Sumere (2015) desenvolveram três formulações de barras de cereais a partir da borra resultante da fabricação do suco de amora, atualmente descartada nas indústrias. Os resultados apontam que o resíduo de amora é um ingrediente de boa

qualidade para compor barras de cereal. As três formulações de barra de cereal com resíduos de suco de amora clarificado apresentaram atributos sensoriais, índice de aceitabilidade e intenção de compra bem avaliada e agradável, similar as barras de cereais industrializadas.

Roberto et al. (2015) avaliaram a utilização de resíduo de goiaba (casca e semente) na formulação de barras de cereais com qualidade nutricional, fonte de fibras e boa aceitabilidade sensorial. Os resultados obtidos permitiram concluir que os percentuais de resíduo da industrialização da goiaba (casca e semente) utilizados aliam viabilidade tecnológica e nutricional às formulações de barra de cereal, apresentando incremento no teor de fibra alimentar, baixo valor lipídico e calórico, características sensoriais satisfatórias de modo que garantiram boa aceitação pelos provadores. Permite-se concluir também que o maior teor de casca e sementes nas barras de cereais não afetam a preferência dos consumidores.

Com o propósito de aproveitamento e o uso de diferentes matérias-primas, ou mesmo os resíduos do beneficiamento destas, na elaboração de barras de cereais pode-se mencionar: Bueno (2005) fez a incorporação de farinha de sementes de nêspersas nas formulações das barras; Matsuura (2005) que elaborou uma barra adicionada do resíduo do maracujá; Carvalho (2008) fez a incorporação da casca de abacaxi na forma de pó em barra de cereais contendo diferentes tipos de amêndoas e complementadas com casca de abacaxi; Torres (2009) utilizou sementes cozidas de jaca na formulação de uma barra; Piovesana (2011) desenvolveu barras de cereais com bagaço de uva; Silva (2012) elaborou barras de cereais com farinha de sementes de abóboras; Arevalo-Pinedo et al. (2013) desenvolveram barras de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu; Tombine (2013) utilizou semente de chia (*Salvia hispanica* L.) na formulação de barras alimentícia.

Pode-se afirmar que o desenvolvimento de formulação de barras de cereais utilizando estes ingredientes, mostrou-se viável de acordo com os resultados obtidos por meio do teste de aceitação, demonstrando assim, que o desenvolvimento de barras de cereais possibilita o reaproveitamento de resíduos atualmente subutilizados, agregando valor nutricional e econômico ao produto. Por apresentar tecnologia de baixo custo e aproveitamento de resíduos, reduz o custo final do produto a ser comercializado atendendo a uma grande parcela da população.



### **2.13. Cor**

O aspecto e a cor da superfície dos alimentos são os primeiros parâmetros indicadores de qualidade observados pelos consumidores, e por consequência, são características muito importantes para a aceitabilidade de um produto, antes mesmo de sua degustação.

A aparência de um alimento concorre muito para a sua aceitabilidade, razão pela qual a cor, talvez, seja a propriedade mais importante dos alimentos, tanto dos naturais como dos processados. A cor em alimentos resulta da presença de compostos coloridos já existentes no produto natural (pigmentos naturais) ou da adição de corantes sintéticos (Bobbio & Bobbio, 1992).

Para Alexandre (2005) a cor é um importante fator para avaliar a qualidade de um alimento, a qual é frequentemente correlacionada com o estado de maturação, presença de impurezas, avaliação do processamento, condições de armazenamento, alteração por microrganismos, entre outros.

Gomes (2002) afirma que a manutenção da cor original no produto processado ou armazenado é, muitas vezes, difícil, pelas possibilidades de reação que os vários tipos de pigmentos naturais têm.

Simas (2008) destaca que a determinação de cor pode ocorrer através da inspeção visual humana ou pela utilização de um instrumento de medida de cor. A inspeção visual realizada por humanos consiste em uma prática mais rústica e subjetiva, que implica elevada variação nos resultados por conta da presença de alterações na iluminação, além das variações extremas entre um observador e outro.

A análise instrumental de cor é um método objetivo, no qual padrões de cor são utilizados como referência, facilitando a comparação entre as amostras. Devido a essas características é recomendável a determinação de cor através da utilização de um instrumento de medida (León et al., 2006).

Na indústria alimentícia, para verificação da cor utiliza-se a colorimetria de triestímulos e as determinações são comumente feitas com instrumentos simples, chamados calorímetros triestímulos ou comparadores de cor (Gomes, 2002).

De acordo com Alexandre (2005) existem vários métodos para a determinação da cor, sendo que uma das formas de expressar a cor empregada numa grande quantidade de colorímetros é por meio das coordenadas L, a e b, desenvolvidas por Hunter. L mede os tons que variam do branco ao preto. A coordenada a nos indica a tendência ao vermelho

em seu valor mais positivo e ao verde no mais negativo. A cor mais amarela é +b e o mais azul -b. Também são de grande utilidade as coordenadas CIEL  $a^*$   $b^*$  (Commission Internationale de l'Éclairage) de uso geral em espectrofotômetros de reflexão.

Muitos trabalhos que utilizaram resíduos e desenvolveram barras de cereais determinaram os parâmetros de cor dos produtos, com o objetivo de identificar variações em função da adição de ingrediente:

Paiva (2008) elaborou barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais e registrou valores de ( $L^*$ ) entre 43,93 e 56,35. Haddad (2013) que utilizou o amido, a goma acácia e o colágeno como agente ligante em barra de cereal encontrou parâmetros de ( $L^*$ ) variando entre 25,25 e 28,57, ficando 81 estabelecido que os produtos apresentaram uma baixa luminosidade, e portanto, uma coloração mais escura do que as barras do presente estudo.

Sun-Waterhouse et al. (2010) desenvolveram uma barra de cereais funcional com adição de extrato de maçã rico em polifenóis, à medida que aumentaram o teor desse extrato obtiveram uma diminuição de  $L^*$ , porém isso não afetou a aceitabilidade do produto.

Borges et al. (2011) avaliaram parâmetros colorimétricos de produtos integrais e atribuíram uma maior variação de cor a esses produtos, ou seja, quanto maior a quantidade de partes integrais dos cereais maior a variação de cor no produto e menor o índice  $L^*$ .

Cordova (2012) analisou a cor das barras de cereais contendo grãos de trigo fermentado com *Agaricus brasiliensis* minerais, nesse trabalho, as barras com menores índices de luminosidade, e conseqüentemente de  $\Delta E$ , são aquelas com trigo fermentado com *A. brasiliensis* e minerais.

Lemos et al. (2013) determinaram a cor da casca e da fibra da manga cv. Haden resultante do processamento do fruto. Foi observado que os valores de luminosidade ( $L^*$ ) foram estatisticamente diferentes entre as médias, com o maior valor para a as fibras (60,88), significando tratar-se da amostra mais clara, e o menor valor para as cascas (37,78), amostra mais escura. A escala do parâmetro  $a^*$  varia do índice de saturação verde (-) ao vermelho (+), então se verificou que as fibras e cascas estavam dentro da escala da intensidade de vermelho ( $+a^*$ ).

Munhoz (2013) analisou os parâmetros da análise de cor das barras de cereais formuladas com bocaiuva. Os valores relataram que houve aumento no valor de  $L$  e predominância da cor amarela  $b^*$  em decorrência da adição da polpa de bocaiuva.

Tramuja (2015) avaliou a cor das barras salgadas adicionada de *Salvia hispânica* utilizando diferentes agentes ligantes. Os resultados obtidos na ANOVA para a variável luminosidade ( $L^*$ ) mostraram que as barras de cereais elaboradas com *Psyllium* apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos demais agentes ligantes. O mesmo ocorreu com a utilização de colágeno como agente ligante que difere estatisticamente das demais amostras. Apenas as barras de cereais formuladas com a goma xantana e guar tiveram comportamento semelhante quanto a luminosidade não apresentando diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre elas.

## 2.14. Textura

Determinar a textura de um alimento é fundamental para a indústria alimentícia, visto que através deste parâmetro é possível classificar o produto como condizente ou não com as características de qualidade exigidas.

A textura é um dos principais atributos de qualidade de barras de cereais e está associada à estrutura e propriedades mecânicas. A estrutura é influenciada pelo tipo e concentração dos ingredientes, além do tamanho e da granulometria destes; que quanto menores, resultarão em maior compactação das barras e conseqüentemente, em maior força necessária ao corte (Rodrigues, 2013).

Os parâmetros de textura são importantes atributos percebidos pelos consumidores. Para Andrade et al. (2007) os métodos instrumentais de análise de textura avaliam propriedades mecânicas a partir de forças aplicadas ao alimento tais como: compressão, cisalhamento, corte e tensão.

Herrero et al. (2007) afirmam que muitos métodos instrumentais têm sido desenvolvidos para determinação das propriedades de textura de alimentos, sendo o mais comumente utilizado o método de análise do perfil de textura (TPA). Dessa forma, a análise do perfil de textura é realizada tanto em indústrias de alimentos frescos, quanto em indústrias de alimentos processados (Konopacka & Plochanski, 2004).

### 2.14.1. Análise do perfil de textura

A análise do perfil de textura (Texture profile analysis – TPA) é uma metodologia que visa promover o monitoramento e registro das propriedades de textura da amostra através da determinação de curvas características (Chen & Opara, 2013).

Dentre os parâmetros avaliados no TPA encontram-se dureza, elasticidade, coesividade, adesividade, fraturabilidade, gomosidade e mastigabilidade.

A dureza pode ser classificada como a força máxima registrada no primeiro ciclo de compressão da amostra.

A elasticidade refere-se à tendência que a amostra tem de recuperação do seu formato original após ser submetida a uma deformação. A coesividade descreve a razão entre o trabalho realizado no segundo ciclo em relação ao trabalho realizado no primeiro ciclo. A adesividade corresponde a uma força negativa devido ao trabalho necessário para superar a força de atração entre o alimento e a sonda.

A fraturabilidade é registrada quando dois picos de força são identificados no primeiro ciclo de análise, sendo que a fratura corresponde ao primeiro.

A gomosidade relaciona-se com a força necessária para desintegrar uma amostra semissólida, enquanto que a mastigabilidade é o trabalho necessário para mastigar uma amostra sólida. A gomosidade relaciona a dureza e a coesividade, enquanto que a mastigabilidade relaciona a gomosidade e a elasticidade (Oliveira, 2016).

Vários autores avaliaram as características de textura em barras de cereais dos quais podemos citar Rocha (2011) que realizou o teste de análise do perfil de textura das barras de cereais incorporadas de fibra de milho. A dureza das barras variou entre 66,8 a 210,2 N, coesividade entre 0,1 e 0,3, elasticidade entre 0,3 e 0,7 e a mastigabilidade entre 12,5 e 49,2 N. Duarte et al. (2013) analisaram a textura instrumental das barras de cereais elaboradas com farinhas de castanha do Brasil e de banana verde, observando que o aumento da adição da farinha de banana verde houve tendência de aumento na dureza das barras. Damasceno (2016) analisou a textura instrumental das barras de cereais enriquecida com biomassa de *Arthospira platensis* através do teste de cisalhamento e análise do perfil de textura (TPA). Os dados obtidos para força máxima medida em Newton (N) indicam que para a amostra com 6% de *A. platensis*, o enriquecimento foi responsável pelo aumento da força máxima aplicada às amostras. Já a análise do perfil de textura (TPA) não apontou diferenças para os parâmetros dureza, elasticidade, mastigabilidade, coesividade.

### 2.15. Avaliação microbiológica

A avaliação microbiológica constitui-se em um dos parâmetros mais importantes para se determinar a qualidade e a sanidade dos alimentos, e é igualmente

importante para verificar se padrões e especificações microbiológicas nacionais e internacionais estão sendo atendidas adequadamente.

Os microrganismos podem causar alterações químicas prejudiciais nos alimentos, resultando na “deterioração microbiana” conseqüente da atividade metabólica natural dos mesmos. Além disso, os microrganismos patogênicos podem representar riscos a saúde do homem. Tais patógenos podem chegar aos alimentos através de diversos meios, como o solo, a água, plantas, manipuladores de alimentos e o trato intestinal.

Segundo Srebernichet et al. (2011) por apresentarem reduzida atividade de água as barras de cereais atendem as especificações sanitárias, com alta estabilidade de armazenamento; entretanto, as matérias-primas utilizadas na sua produção, principalmente, os cereais em grãos, são portadores de microrganismos. Mesmo que os cuidados higiênico-sanitários sejam tomados na sua produção, existe a possibilidade de ocorrer contaminação do produto. Neste sentido, a legislação brasileira estabelece para a barra de cereais, como referencia de qualidade microbiológica a análise de coliformes a 35 e 45 °C, *Bacillus cereus* e *Salmonella* sp seguindo as diretrizes gerais da Resolução – RDC nº 12 de 02/01/2001 da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, não sendo estabelecido nenhum controle obrigatório para bolores e leveduras.

Paiva et al. (2012) avaliaram microbiologicamente barras de cereais elaboradas com pipoca de sorgo. As análises de *Bacillus cereus*, coliformes a 45 °C e *Salmonella* mostraram que não houve crescimento destes microrganismos nas barras elaboradas e armazenadas a 30 e a 40 °C, ao longo de 90 dias, indicando adequada qualidade microbiológica para consumo.

Carvalho et al. (2013) verificaram a estabilidade microbiológica de barras de cereais com amêndoas de chicha, sapucaia e castanha-do-gurgueia, complementadas com casca de abacaxi, durante 120 dias. As condições de armazenamento adotadas foram efetivas para manter estáveis as características microbiológicas das barras de cereais, ao longo de 120 dias.

Batista et al. (2014) avaliaram o perfil microbiológico de barras de cereais elaboradas com resíduos de caju e acerola, realizando a determinação do número mais provável (NMP/g) de Coliformes totais, detecção de *Salmonella* sp. em 25 g, contagem em placa de aeróbios mesófilos (UFC/g) e bolores e leveduras (UFC/g). Os resultados obtidos nas análises microbiológicas das quatro formulações encontraram-se dentro dos padrões

microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente, apresentando-se portanto, seguras do ponto de vista microbiológico.

Reinoso (2017) avaliou microbiologicamente as barras produzidas em sua pesquisa, os resultados apresentaram contagem de microrganismos inferiores ao limite estabelecido pela legislação em vigor. Apresentando-se, portanto segurança do ponto de vista microbiológico, sendo então próprias para o consumo.

### **2.16. Avaliação sensorial**

Conforme Sampaio (2009) um alimento deve produzir satisfação e ser agradável ao consumidor. Isto é resultante da interação de diferentes parâmetros de qualidade sensorial. No desenvolvimento de novos produtos é imprescindível otimizar parâmetros, como forma, cor, aparência, odor, sabor, textura, consistência e a interação dos diferentes componentes, com a finalidade de alcançar um equilíbrio integral que se traduza em uma qualidade excelente e que seja de boa aceitabilidade.

No setor de alimentos, a análise sensorial é de grande importância por avaliar a aceitabilidade mercadológica e qualidade do produto. Através da análise sensorial pode-se determinar a aceitabilidade e qualidade dos alimentos, com o auxílio dos órgãos dos sentidos. Os testes sensoriais podem ser realizados nas etapas de desenvolvimento de novos produtos, escolha da matéria-prima, processamento e avaliação do produto final (Gularte, 2009).

Os métodos de análises sensoriais são classificados em analíticos, que necessitam de equipe treinada para realizar a avaliação objetiva; e afetivos, onde os avaliadores não precisam de treinamento e podem expressar suas opiniões pessoais ou preferências (Maronêz & Oliveira, 2011).

No desenvolvimento de novos produtos geralmente usa-se o método afetivos, aplicando o teste de aceitação que determinam a provável aceitação do alimento pelo consumidor nas fases iniciais de desenvolvimento, como também determinam a aceitação quando se promovem alteração e/ou inclusão de ingredientes. Neste método utiliza-se da escala hedônica que expressa o gostar ou desgostar do produto.

A escala hedônica consiste em escalas do tipo numérica, verbal ou facial. No método de escala facial, as expressões faciais descrevem o grau de prazer ou desprazer experimentado por um julgador, enquanto no método numérico os níveis de qualidade são determinados por uma série de números. Nas escalas do tipo verbal, utilizam-se palavras

ou frases que identificam os intervalos na escala. São empregadas expressões como: gostei extremamente/desgostei extremamente; excelente/péssimo. Com a finalidade de análise estatística, os pontos da escala são associados a valores numéricos, o que possibilita a análise de variância ou o uso de outras técnicas (Munhoz, 2013)

Fonseca et al. (2011) elaboraram barra de cereais com a incorporação 13,5% de geléia de casca de abacaxi na formulação. A barra produzida foi avaliada sensorialmente e apresentou média de aceitação global de 8,3 em escala hedônica de nove pontos, 91% de índice de aceitabilidade e 67% de intenção de compra.

Souza et al. (2012) verificaram a aceitabilidade sensorial de barras de cereais de geleias de casca de abacaxi com adição de sementes de gergelim. Os resultados comprovaram que todas as amostras foram bem aceitas com escores próximos de sete para todos os atributos avaliados.

Klajn & Piovesana (2013) submeteram à análise sensorial barras de cereais com bagaço de uva por 60 avaliadores não-treinados a fim de avaliar os atributos aparência, sabor, textura e qualidade global, bem como sua intenção de compra. Os resultados da análise sensorial demonstraram que as formulações A (barra padrão) e B (50% de bagaço de uva) foram igualmente aceitas pelos avaliadores, quanto às características de aparência, sabor, textura e qualidade global. A barra de cereal da formulação B apresentou um percentual maior de intenção de compra ( $\approx 78\%$ ), indicando a viabilidade da utilização do bagaço de uva como matéria-prima alternativa para o aproveitamento desse subproduto na elaboração de barras de cereais.

Leite (2013) submeteu a um teste sensorial de aceitabilidade a fim de avaliar as características organolépticas e intenção de compra das barras de cereais com farinha da casca de banana. Os resultados demonstraram que a adição da farinha de casca de banana não interferiu no sabor do aroma desenvolvido e apresentou boa aceitação quanto aos atributos aroma, doçura, adstringência e impressão global.

Silveira et al. (2014) estudaram a aceitação sensorial das barras de cereal com farinha de casca de berinjela. As amostras apresentaram boa aceitação sensorial, variando de gostei ligeiramente a gostei moderadamente.

Zanelato et al. (2016) analisaram a aceitabilidade sensorial de barras de cereais elaborada com farinha da casca de pequi. As amostras de barras de cereais elaboradas com a farinha da casca de pequi e a outra sem a farinha da casca de pequi foram submetidas ao teste de aceitação e avaliadas por 54 provadores não treinados. Realizaram-se testes hedônicos para os atributos: textura, sabor, aparência e aceitação global, com escala

hedônica verbal de 9 pontos, variando de gostei muitíssimo à desgostei muitíssimo. A barra de cereal elaborada com farinha da casca de pequi obteve elevado índice de aceitação, superior a 70% que é o considerado um bom índice pela literatura.



### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Matéria-prima**

Os frutos de manga variedade Espada e Tommy Atkins foram adquiridos na EMPASA (Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas) do município de Campina Grande, PB. Os demais ingredientes para a formulação das barras de cereais (farelo de aveia, farelo de trigo e flocos de arroz, e xarope de glicose) foram adquiridos em supermercados locais e o mel foi oriundo de apiário localizado no alto sertão paraibano.

#### **3.2. Processamento do tegumento e da amêndoa das manga**

Foram previamente selecionados frutos maduros em função da consistência da polpa e coloração da casca; posteriormente os frutos foram lavados em água corrente para retirada de sujidades, em seguida sanitizados com água clorada, por 15 min e lavados com água potável. Na sequência, os frutos foram despolpados manualmente, e a partir do resíduo gerado por este processamento, foram obtidas as sementes, as quais foram cortadas para a retirada do tegumento e da amêndoa, utilizando utensílios de aço inox.

#### **3.3. Determinação das características químicas e físico-químicas do tegumento e da amêndoa in natura de mangas variedades Espada e Tommy Atkins**

Amostras do tegumento e da amêndoa in natura de mangas das duas variedades foram analisadas quanto ao teor de umidade, proteínas, lipídios, cinzas, fibra alimentar total, carboidratos e valor energético. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos, UFPB - Campus I, e as análises de atividade de água, pH e cor, no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, UFCG – Campus I. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

##### **3.3.1. Umidade**

A umidade foi determinada segundo a metodologia descrita pelo IAL (2005). Os resultados foram expressos em percentagem (p/p).

### 3.3.2. Proteínas

O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl, também descrito pelo IAL (2005) e os resultados expressos em porcentagem (p/p).

### 3.3.3. Lipídeos

A quantidade de lipídeos foi determinada por extração pelo Método de Soxhlet, descrito por IAL (2005).

### 3.3.4. Cinzas

As cinzas foram determinadas segundo o método da IAL (2005) e os resultados expressos em porcentagem (p/p).

### 3.3.5. Fibra alimentar

O teor de fibra alimentar foi determinado seguindo a metodologia proposta por Guerra et al. (2004), e os resultados foram expressos em porcentagem (p/p).

### 3.3.6. Carboidratos

O teor de carboidratos foi estimado por diferença, subtraindo-se de cem o somatório dos valores obtidos para umidade, proteínas, cinzas, lipídios e fibra alimentar total.

### 3.3.7. Estimativa do valor energético (calórico)

O valor energético total das barras de cereais foi estimado considerando os fatores de conversão de Atwater: 4 kcal/g de proteína, 4 kcal/g de carboidrato e 9 kcal/g de lipídios, conforme Equação 3.1:

$$\text{Energia} = 4 \times \text{carboidratos} + 9 \times \text{lipídios} + 4 \times \text{proteínas} \quad (3.1)$$

### 3.3.8. pH

O pH foi determinado através do método potenciométrico, com um pHmetro, previamente calibrado com soluções de pH 7,00 e 4,00.

### 3.3.9. Atividade de água

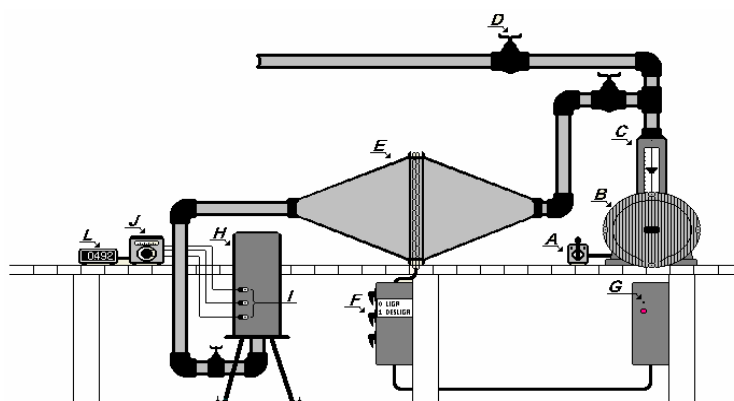
Para determinação da atividade de água utilizou-se o equipamento medidor de atividade de água Aqualab digital, modelo 3TE-B.

### 3.3.10. Cor

A determinação deste parâmetro deu-se com o auxílio de um colorímetro (Minolta modelo CR400) que utiliza sistema de coordenadas retangulares que definem a cor em termos do valor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , em que a coordenada  $L^*$  representa quão claro ou escuro é o material em estudo, com valores entre 0 (totalmente preto) e 100 (totalmente branco). A Coordenada  $a^*$  pode assumir valores entre -60 a +60, cujos extremos correspondem, respectivamente, ao verde e ao vermelho. A coordenada  $b^*$  pode variar de -60 a +60, cujos extremos correspondem, respectivamente, ao azul e ao amarelo.

## 3.4. Estudo da cinética de secagem do tegumento e da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins

Para os ensaios de secagem foi utilizado um secador convectivo de leito fixo (Figura 3.1) situado no Laboratório de Transferência de Calor e Massa da Unidade Acadêmica de Engenharia Química, UFCG - Campus I, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e velocidade do ar de secagem 1,0, 1,5 e 2,0 m/s.



A. Chave do ventilador; B. Ventilador radial; C. Medidor de vazão (rotâmetro); D. Válvula reguladora; E. Aquecedor elétrico; F. Chave das resistências; G. Chave do sistema de controle; H. Câmara de secagem; I. Termopares; J. Controlador de temperatura; L. Milivoltímetro digital.

**Figura 3.1.** Esquema do secador convectivo de leito fixo (Fonte: Alexandre et al., 2013)

O secador é composto de um compressor radial que impulsiona o ar no interior da linha de alimentação do leito, rotâmetro, que mede a vazão do ar de secagem, resistências

elétricas que aquecem o ar de secagem, válvulas para especificar a vazão na linha de alimentação, dois termopares do tipo Chromel-alumel, controlador de temperatura, chaves seletoras, milivoltímetro digital e câmara de secagem. A câmara de secagem é composta por uma coluna cilíndrica de 17,80 cm de diâmetro e 60 cm de altura. Possui uma seção inferior tronco-cônica que funciona como um distribuidor de ar, contendo esferas de vidro, empilhadas aleatoriamente, permitindo a uniformidade do ar de secagem em todo o leito. A câmara é isolada termicamente nas laterais com uma camada de amianto de 1,5 cm de espessura. Nas suas laterais existem furos, onde são colocados termopares para a medição da temperatura do ar de secagem. Existe também outro termopar que é inserido no fundo da seção cônica, que serve para enviar sinal ao controlador de temperatura.

Durante a secagem foi feito o acompanhamento da perda de massa pesando-se o conjunto (amostra + cesta) em balança digital com precisão de  $\pm 0,01$  g em intervalos de tempo de 5, 10, 30 e 60 minutos, até atingir peso constante. Em seguida, as amostras foram levadas a estufa a uma temperatura de 105 °C por 24 h para determinação de matéria seca. Os dados experimentais foram expressos na forma de razão de umidade (RU) descrito pela Equação 3.2:

$$RU = \frac{X - X_e}{X_0 - X_e} \quad (3.2)$$

Em que:

X - umidade absoluta, base seca, bs;

$X_e$  - umidade de equilíbrio, bs; e,

$X_0$  - Umidade inicial, bs.

Os dados experimentais obtidos com a secagem foram ajustados pelos modelos matemáticos de Page, Henderson & Pabis e de Lewis (Tabela 3.1), utilizando-se o programa computacional Statistica versão 7.0.

**Tabela 3. 1.** Modelos matemáticos para a cinética de secagem

Modelo	Equação	Referências
Page	$Ru = \exp(-k.t^n)$	Diógenes et al. (2013)
Henderson e Pabis	$Ru = a \exp(-kt)$	Azoubel et al. (2008)
Lewis	$Ru = \exp(-kt)$	André et al. (2014)

Ru - Razão de umidade (b.s.); t - Tempo (min); a, K, e n - Parâmetros dos modelos

Os critérios usados para determinação do melhor ajuste dos modelos aos dados experimentais foram: o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o desvio quadrático médio (DQM) calculado conforme a Equação 3.3.

$$DQM = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (RU_{pre} - RU_{exp})^2} \quad (3.3)$$

Onde:

DQM - Desvio quadrático médio;

$RU_{pre}$  - Razão de umidade predito;

$RU_{exp}$  - Razão de umidade experimental; e,

N - Número de dados experimentais.

### 3.5. Processamento das farinhas do tegumento e das amêndoas das mangas variedades Espada e Tommy Atkins

A secagem, para fins de produzir farinha, dos tegumentos e das amêndoas de manga, das variedades Espada e Tommy Atkins foram realizados no secador convectivo de leito fixo (Figura 3.1) na temperatura de 60 °C e velocidade do ar de secagem 1,5 m/s, fazendo-se o acompanhamento da perda de massa pesando-se o conjunto (amostra + cesta) em balança digital com precisão de  $\pm 0,01$  g até atingir peso constante. Após a secagem, os tegumentos e as amêndoas da manga foram triturados em um moinho de facas da marca Tecnal para obtenção da farinha. O acondicionamento das farinhas do tegumento e da farinha da amêndoa de manga das duas variedades, foi realizado em sacos de polietileno e as amostras armazenadas em recipiente de vidro hermético contendo sílica gel e revestido com papel alumínio, para redução da incidência de luz, e com filme de PVC, para reduzir a absorção de umidade.

As farinhas elaboradas foram denominadas da seguinte forma: FTE - Farinha do tegumento da manga variedade Espada, FTT - Farinha do tegumento da manga variedade Tommy Atkins, FAE - Farinha da amêndoa da manga variedade Espada, FAT - Farinha da amêndoa da manga variedade Tommy Atkins.

### **3.6. Determinação das características químicas, físicas e físico-químicas das farinhas do tegumento da manga e da farinha da amêndoa da manga variedades Espada e Tommy Atkins**

As farinha do tegumento e da amêndoa da manga das duas variedades foram analisadas quanto ao teor umidade, proteínas, lipídios, cinzas, fibra alimentar total, carboidratos, valor energético, atividade de água, pH e cor, conforme metodologias descritas no item 3.3, e amido, descrita a seguir.

#### **3.6.1. Amido**

O teor de amido total foi determinado por espectrofotometria a 620 nm do composto colorido formado pela reação entre a antrona e a glicose proveniente da hidrólise do amido (Stevens & Chapman, 1955). Os resultados foram expressos em gramas de amido/gramas da amostra.

### **3.7. Caracterização da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga das em relação aos compostos bioativos: flavonoides totais, compostos fenólicos totais, carotenoides totais, taninos totais e ácido ascórbico.**

Estas análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Grãos e Cereais da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, CCTA da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal de acordo com as metodologias descritas a seguir:

#### **3.7.1. Flavonoides totais**

Para as determinações dos flavonoides tomou-se a metodologia de Francis (1982), utilizando etanol-HCL 1,5 mol/L como padrão. As leituras foram realizadas no comprimento de onda de 374 nm. Os resultados foram expressos em mg por 100 gramas da amostra.

#### **3.7.2. Compostos fenólicos totais**

A quantificação de compostos fenólicos totais foi determinada a partir do método de Folin-Ciocalteu descrito por Waterhouse (2006), utilizando ácido gálico como padrão.

As leituras realizadas em espectrofotômetro a 765 nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico por 100 g de amostra.

### 3.7.3. Carotenoides totais

A determinação de carotenoides totais foi realizada de acordo com (Lichtenthaler, 1987), com modificações, utilizando acetona a 80% como padrão. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g/g}$ .

### 3.7.4. Taninos totais

Determinação de taninos foi feita utilizando ácido tânico como padrão, sendo determinado em espectrofotômetro digital (Biopectro SP-220) a 765 nm (Goldstein & Swain, 1963). Os resultados foram expressos em mg de ácido tânico por 100 g de amostra.

### 3.7.5. Ácido ascórbico

Foi determinado por método titulométrico, utilizando 2,6 diclofenol indofenol (AOAC, 1990) e os resultados expressos em mg por 100g.

## 3.8. Caracterização física da farinha do tegumento e da amêndoa da manga

### 3.8.1. Densidade aparente

A densidade aparente foi determinada a partir do método descrito por Politi (2009), em que uma proveta de 10mL foi previamente pesada e preenchida com a amostra ( $\pm 5$  g); a densidade aparente foi determinada com os dados de volume e massa (Equação 3.4).

$$\rho_{\text{ap}} = \frac{M_{\text{pc}} - M_{\text{pv}}}{V_{\text{p}}} \quad (3.4)$$

Onde:

$\rho_{\text{ap}}$  - Densidade aparente ( $\text{g/cm}^3$ );

$M_{\text{pc}}$  - Massa da proveta cheia (g);

$M_{\text{pv}}$  - Massa da proveta vazia (g); e,

$V_{\text{p}}$  - Volume da proveta ( $\text{cm}^3$ )

### 3.8.2. Densidade compactada

A densidade compactada ( $\rho_c$ ) foi determinada a partir do método descrito por Tonon (2009), em que  $\pm 5$  g da amostra foram transferidos para uma proveta de 10 ml e compactado através do batimento da proveta (50 vezes sobre a bancada) de uma altura de aproximadamente 5cm, sendo calculada como a relação entre a massa e o volume das amostras compactadas, conforme a Equação 3.5:

$$\rho_c = \frac{m}{v} \quad (3.5)$$

Onde:

$\rho_c$  - Densidade compactada ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

m - Massa (g); e,

v - volume ( $\text{cm}^3$ ).

### 3.8.3. Tempo de escoamento e ângulo de repouso

Nessas determinações foi utilizado um funil, cuja abertura de saída foi vedada e enchida com aproximadamente 100g amostra. O sistema de escoamento foi adaptado a um tripé de ferro, para a sustentação do funil. Depois de cheio, o funil teve sua vedação retirada e iniciada a contagem de tempo com um cronômetro, até que todo o material escoasse, sendo considerado como tempo de escoamento. Na pilha de pó formada na placa de recolhimento, foram medidos o diâmetro (D) da pilha e sua altura (h) obtendo-se o ângulo de repouso ( $\Theta$ ) de acordo com a Equação 3.6.

$$\Theta = \frac{\arctg 2h}{D} \quad (3.6)$$

### 3.8.4. Taxa de Molhabilidade

A taxa de molhabilidade foi determinada pelo método de Schubert, pesando-se cerca de 1g da amostra e verteu-se em becker de 250 com 100 mL de água à temperatura ambiente. O tempo necessário para o completo desaparecimento do pó da superfície do líquido em repouso foi cronometrado. O cálculo da taxa de molhabilidade foi feito por meio da Equação 3.7.



$$\text{Taxa de molhabilidade} = \frac{N}{t} \quad (3.7)$$

Sendo:

N - Número de gramas da amostra; e,

t - tempo, min.

### 3.9. Isotermas de adsorção de umidade das farinhas do tegumento e da farinha da amêndoa variedades Espada e Tommy Atkins

Para obtenção dos dados de adsorção, amostras dos produtos, com aproximadamente 1 g do material, foram pesadas em cápsulas plásticas, próprias do equipamento, em balança analítica. As amostras foram acondicionadas em dessecador com sílica-gel, sob vácuo, durante 72 h, à temperatura ambiente (25 °C), para redução da umidade residual. Em seguida, as amostras foram dispostas em dessecador com água na base, o qual foi levado para uma câmara do tipo B.O.D, nas temperaturas de trabalho (20, 30 e 40 °C), com variação de  $\pm 1$  °C. Foram feitas pesagens periódicas em uma balança analítica, para verificar se as amostras tinham atingido o equilíbrio higroscópico, ou seja, até que variações de massa entre pesagens se tornassem insignificantes.

#### 3.9.1. Umidade de equilíbrio

Posteriormente à determinação desses pontos, as amostras foram levadas à estufa sem circulação de ar, a 105 °C por 24 h para determinação da massa seca e posteriormente a umidade de equilíbrio (Equação 3.8).

$$X_{eq} = \frac{m_{eq} - m_s}{m_s} \quad (3.8)$$

Onde:

$X_{eq}$  - Umidade de equilíbrio em base seca, % base seca;

$m_{eq}$  - Massa da amostra quando atingido o equilíbrio, g; e,

$m_s$  - Massa seca da amostra, g.

Para o ajuste matemático dos dados experimentais das isotermas de adsorção das farinhas do tegumento e farinha da amêndoa das mangas das duas variedades, foram

utilizados os modelos matemáticos de Peleg, GAB e Oswin (Tabela 3.2) utilizando-se o programa computacional Statistica versão 7.0.

**Tabela 3.2.** Modelos de ajuste das isotermas de adsorção de umidade

Modelos	Equação
Peleg	$X_{eq} = k_1 a_w^{n_1} + k_2 a_w^{n_2}$
GAB	$X_{eq} = \frac{x_m C k a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + C k a_w)}$
OSWIN	$X_{eq} = a \left( \frac{a_w}{(1 - a_w)} \right)^b$

$X_{eq}$  - Umidade de equilíbrio, (% base seca);  $a_w$  - Atividade de água, adimensional;  $X_m$  - Umidade na monocamada molecular; C e K - Parâmetros que dependem da temperatura e natureza do produto; a e b - Parâmetros do ajuste do modelo;  $n_1$  e  $n_2$  - Constantes do modelo.

Os critérios usados para determinação do melhor ajuste dos modelos aos dados experimentais foram: o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o desvio percentual médio (P), calculado pela Equação 3.9.

$$P = \frac{100}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_{eq(exp)} - X_{eq(teor)}}{X_{eq(exp)}} \right| \tag{3.9}$$

Onde:

$X_{eq (exp)}$  – Umidade de equilíbrio experimental, % base seca;

$X_{eq (teor)}$  - Umidade de equilíbrio predito pelo modelo, % base seca;

P - Desvio percentual médio, %; e,

n - Número de dados experimentais.

### 3.10. Formulação das barras de cereais

Foram realizados testes preliminares para definir o percentual de incorporação das farinhas na composição das barras, a fim de obter um produto com características sensoriais aceitáveis.

Para a elaboração das barras de cereais utilizou-se uma formulação base (Tabela 3.3), utilizando 50% de ingredientes secos e 50% ingredientes aglutinantes, com farelo de aveia, flocos de arroz, xarope de glicose e mel, conforme Torres (2009), com a seguinte

modificação: adição de farelo de trigo, além das farinhas do tegumento e das amêndoas da manga das duas variedades.

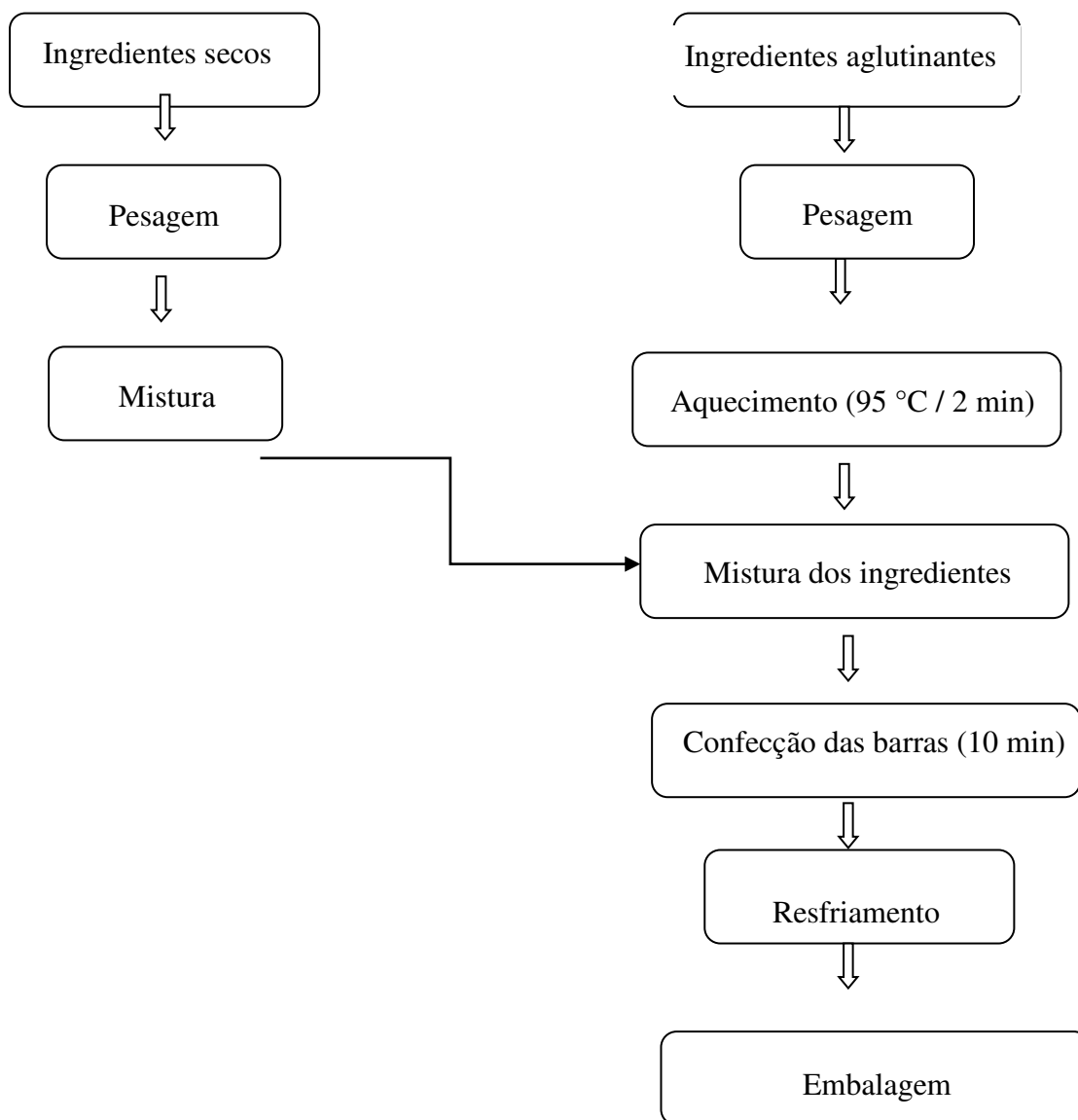
**Tabela 3. 3.** Ingredientes da formulação base da barra de cereais

<b>Ingredientes secos (g/100 g)</b>	<b>Ingredientes aglutinantes (g/100 g)</b>
Farelo de aveia 30	Xarope de glicose 25
Farelo de trigo 10	Mel 25
Flocos de arroz 10	

Foram desenvolvidas cinco tipos de barras de cereais, sendo: duas com adição de 50% da farinha do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins, respectivamente; duas com adição de 50% da farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins, respectivamente, em substituição ao farelo de trigo da formulação base e uma barra padrão (formulação base).

### 3.11. Processamento das barras de cereais

Primeiramente, todos os ingredientes foram pesados, em seguida foram homogeneizados separadamente, os ingredientes secos e os ingredientes aglutinantes. Estes últimos, foram concentrados em temperatura de aproximadamente 95 °C por 2 min, em seguida foram misturados aos ingredientes secos. Após esta etapa, a mistura foi colocada em maquina de confeccionar barra de cereal da marca Mallory por cerca de 10 min. Em seguida, resfriada e com o auxílio de uma espátula, as barras de cereais foram removidas e acondicionadas em embalagens laminadas e depositadas em lugar seco e arejado a temperatura ambiente de acordo com as etapas apresentadas no fluxograma da Figura 3.2.



**Figura 3.2** - Fluxograma das etapas do processamento das barras de cereais

As barras elaboradas foram denominadas da seguinte forma: BTE - incorporação de 50% de farinha do tegumento da manga variedade Espada, BTT - incorporação de 50% de farinha do tegumento da manga variedade Tommy Atkins, BAE - incorporação de 50% de farinha da amêndoa da manga variedade Espada, BAT - incorporação de 50% de farinha da amêndoa da manga variedade Tommy Atkins e BPP - sem adição da farinha de manga (padrão). As barras de cereais elaboradas apresentaram as seguintes dimensões: 3 cm de largura por 7,5 cm de comprimento, pesando aproximadamente 20 g cada, como mostradas na Figura 3.3.



**Figura 3.3.** Barras de cereais elaboradas

### **3.12. Determinação das características físico-químicas e físicas das barras de cereais**

As barras de cereais obtidas foram analisadas quanto a umidade, pH, atividade de água e cor, descritos nos subitens 3.3.1., 3.3.8., 3.3.9. e 3.3.10, respectivamente.

### **3.13. Determinação da textura instrumental das barras de cereais**

#### **3.13.1. Análise do perfil de textura (TPA) das barras de cereais**

As barras de cereais foram submetidas à análise do perfil textura (TPA) em texturômetro TATX plus – Stable Micro Systems nas seguintes condições: velocidade de pré-teste 2,0 mm/s, velocidade de teste 5,00 mm/s, velocidade pós-teste 5,0 mm/s e distância de retorno 40 mm, com o probe P/36R. Os atributos analisados foram: dureza, elasticidade, mastigabilidade e coesividade. Cada amostra foi analisada separadamente em triplicata.

#### **3.13.2. Teste de cisalhamento das barras de cereais**

O teste de cisalhamento foi executado em texturômetro TATX plus – Stable Micro Systems nas seguintes condições: velocidade de pré-teste 10,0 mm/s, velocidade de teste 1,0 mm/s, velocidade pós-teste 10,0 mm/s, uma deformação de 100% e distância de

retorno 40 mm, com o probe HDP/BSW para os testes de cisalhamento. Cada amostra foi analisada separadamente em triplicata.

### **3.14. Análises microbiológicas das barras de cereais**

Foram realizadas após 24 horas da elaboração das barras, de acordo com a solicitação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)/UFCG. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos, UFPB – Campus I, João Pessoa, PB

As barras de cereais foram submetidas às análises de coliformes a 35 e 45 °C, *Bacillus cereus* e *Salmonella* sp. conforme Brasil (2001). E os resultados foram expressos da seguinte forma: análises de Coliformes a 35 °C (NMP/g), Coliformes a 45 °C (NMP/g), *Salmonella* sp. (ausência/presença em 25 g) e *Bacillus cereus* (UFC /g).

### **3.15. Análise sensorial das barras de cereais**

O projeto de elaboração da barra de cereais em questão foi submetido à avaliação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFCG, sendo aprovado sob número do parecer 1.973.636 (Apêndice). A avaliação sensorial das cinco amostras de barras de cereais elaboradas foi realizada na academia de ginástica da UFCG, localizada no Campus I na cidade de Campina Grande, PB. Foram recrutados 60 julgadores não treinados, na faixa etária de 18 a 55 anos, de ambos os sexos, de preferência que tinham o hábito de consumir barras de cereais convencionais. Cada julgador recebeu uma porção de cada amostra (aproximadamente 10 g) apresentada em copos plásticos brancos codificados com números aleatórios de três algarismos, junto com as amostras foram fornecidos água à temperatura ambiente e um biscoito tipo água e sal a fim de eliminar a interferência de sabor residual na avaliação entre as amostras (Figura 3.4).



**Figura 3.4.** Apresentação das amostras aos julgadores

Foi entregue a cada julgador a ficha de avaliação do produto e uma via do “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” (TCLE) aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Federal de Campina Grande, o qual apresenta ao julgador o objetivo da análise e solicita o consentimento de sua participação, sendo apresentada em duas vias, uma para o provador e outra para o controle da pesquisa. Uma cópia da ficha de avaliação e do TCLE constam no Apêndice.

### **3.15.1 Teste de aceitação sensorial**

Para a avaliação do índice de aceitação (Apêndice), foram avaliados os atributos: cor, aroma, aparência, textura, sabor e aceitação global. Foi utilizada como instrumento de avaliação uma escala hedônica estruturada de nove pontos, onde o 1 equivale a “desgostei muitíssimo” e 9 a “gostei muitíssimo” (Dutcosky, 2013).

### **3.15.2. Teste de intenção de compra**

Para a avaliação de intenção de compra (Apêndice) foi utilizada como instrumento de avaliação uma escala hedônica estruturada de 5 pontos, onde o 1 equivale a opção “certamente compraria” e 5 a “certamente não compraria” (Dutcosky, 2013).

### 3.15.3. Índice de aceitabilidade (IA) das barras de cereais

Para o cálculo de índice de aceitabilidade (IA) do produto para cada atributo, foi adotada a Equação 3.10. O IA com boa aceitação será considerado  $\geq 70\%$  conforme Peuckert et al. (2010).

$$IA (\%) = \frac{A \times 100}{B} \quad (3.10)$$

em que:

A - Nota média obtida para o produto; e,

B - Nota máxima dada ao produto.

### 3.16. Análise estatística

Os resultados das análises físicas, químicas e físico-químicas dos tegumentos in natura, amêndoas in natura e das farinhas do tegumento e da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins e os dados obtidos das análises físico-químicas, textura, análise microbiológica e da análise sensorial das barras de cereais elaboradas foram submetidas à análise de variância e teste de Tukey ( $p < 0,005$ ) com comparação de médias, utilizando-se o programa estatístico Assistat versão 7.7 (Silva & Azevedo, 2016).



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Caracterização química, física e físico-química do tegumento in natura da variedade Espada e Tommy Atkins

Estão apresentados na Tabela 4.1 os resultados médios da caracterização química, física e físico-química do tegumento in natura da manga variedade Espada e Tommy Atkins.

**Tabela 4.1.** Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos dos tegumentos in natura da manga variedades Espada e Tommy Atkins.

Parâmetros	Tegumento variedade	Tegumento variedade
	Espada	Tommy Atkins
Umidade (%)	57,570b	63,266a
Cinzas (%)	0,713a	0,573b
Proteínas (%)	0,870b	1,030a
Lipídeos (%)	0,536b	0,986a
Carboidratos (%)	39,775a	32,905b
Valor energético (Kcal/100 g)	166,030a	142,846b
Fibra alimentar (%)	0,536b	1,240a
a <sub>w</sub> (25 °C)	0,728a	0,702a
pH	5,626	5,143
Luminosidade (L)	49,196a	33,256b
Intensidade de vermelho (+a)	1,403a	0,353b
Intensidade de Amarelo (+b)	10,600a	0,8633b

Médias acompanhadas de letras iguais nas linhas, não diferem entre si ao nível de 0,05

Observa-se na Tabela 4.1 que o valor médio da umidade do tegumento in natura da manga variedade Espada e Tommy Atkins foram superiores ao valor determinado por Lana et al. (2009) de 45,56% ao analisar o caroço da manga variedade Espada e inferior ao resíduo in natura da manga variedade Tommy Atkins que foi de 83,27% quantificados por França (2014).

O teor de cinzas no tegumento in natura da manga variedade Tommy Atkins exibiu um valor superior em relação a variedade Espada estes resultados divergem dos dados obtidos por Lana et al. (2009) que foi 1,36% de cinzas no caroço da manga Espada enquanto Lemos et al. (2013) encontraram 0,65% de cinzas na casca de manga in natura da variedade Haden resultados próximos aos determinados neste estudo.

O teor de proteína determinado no tegumento in natura da variedade Tommy Atkins foi superior ao da variedade Espada, ambos os resultados foram inferiores ao encontrado por Reinoso (2017) que foi 2,55% em casca de manga in natura variedade Espada.

O teor médio de lipídios dos tegumentos in natura variedade Espada e Tommy Atkins encontrado no presente trabalho foi bem inferiores aos quantificados por Lana et al (2009) que foi de 10,28% nos caroços da manga variedade Espada.

Os resultados revelaram um alto percentual de carboidratos totais para os tegumentos in natura da manga variedades Espada e Tommy Atkins, se observando diferenças significativas entre as duas variedades analisadas.

O valor energético do tegumento da manga variedade Espada foi superior ao da variedade Tommy Atkins, valores superiores ao relatado por Storck et al. (2013) que foi de 62,5Kcal nas cascas de manga.

Observando a quantidade de fibra alimentar, houve diferença significativa entre as amostras in natura das mangas nas duas variedades analisadas, a variedade Tommy Atkins apresentou um teor superior em relação a variedade Espada. Quantidades inferiores ao relatado por Marques et al. (2010) que foi de 11,02% de fibra alimentar total em casca de manga Tommy Atkins.

Para a atividade de água foi encontrado valores médio de 0,967 e 0,999 para o tegumento in natura das variedades Espada e Tommy Atkins respectivamente, estes valores são próximos ao reportados por Agibert et al. (2016) que obtiveram um valor de 0,968 para a  $a_w$  para o bagaço da manga variedade Tommy Atkins.

Os valores do pH do tegumento in natura das duas variedades foram inferiores verificado por França (2014) que obteve 4,98 para o resíduo da manga in natura .

Na análise de cor o valor  $L^*$  expressa a luminosidade da amostra e varia de 0 a 100 sendo que quanto mais próximo de 100 mais clara é a amostra e quanto mais distante, mais escura. Analisando o parâmetro de cor luminosidade ( $L^*$ ) para o tegumento in natura das variedades Espada e Tommy Atkins observou-se os valores  $L^* = 49,196$  e  $L^* = 33,256$  respectivamente, pôde-se afirmar que o tegumento in natura da manga da variedade Espada foi mais claro que o tegumento in natura da manga da variedade Tommy Atkins. A escala do parâmetro  $a^*$  varia do índice de saturação verde (-) ao vermelho (+), então se verificou que os tegumentos in natura das duas variedades analisadas estavam dentro da escala da intensidade de vermelho ( $+a^*$ ). Com relação ao parâmetro  $b^*$ , todos os valores foram positivos, indicando que estavam dentro da escala da intensidade de amarelo ( $+b^*$ ). O

tegumento in natura variedade Tommy Atkins apresentou o menor valor de +b\*, indicando que foi a amostra com menor intensidade de amarelo. Esses resultados estão de acordo com o de Lemos et al (2013) ao avaliarem a coloração das cascas e fibras in natura da manga variedade Haden.

#### 4.2. Caracterização química, física e físico-química da amêndoa in natura da variedade Espada e Tommy Atkins

Estão apresentados na Tabela 4.2 os resultados médios da caracterização química e físico-químicas da amêndoa in natura da manga variedade Espada e Tommy Atkins.

**Tabela 4.2.** Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos da amêndoa in natura da manga variedades Espada e Tommy Atkins.

Parâmetros	Amêndoa variedade	
	Espada	Tommy Atkins
Umidade (%)	54,313a	52,690b
Cinzas (%)	0,803a	0,776b
Proteínas (%)	3,146a	3,008a
Lipídeos (%)	2,550a	2,520a
Carboidratos (%)	38,785b	40,533a
Valor energético (Kcal/100 g)	198,603a	194,020b
Fibra alimentar (%)	0,403a	0,473a
aw (25 °C)	0,825a	0,833a
pH	6,250	6,113
Luminosidade (L)	57,333a	58,743a
Intensidade de vermelho (+a)	1,226b	1,556a
Intensidade de Amarelo (+b)	20,600a	20,236a

Médias acompanhadas de letras iguais nas linhas, não diferem entre si ao nível de 0,05

A amêndoa da manga in natura da variedade Espada e Tommy Atkins (Tabela 4.2.) apresentaram teores de umidade superiores ao da amêndoa da manga jasmim, com teor de 43,2% observados por Sousa et al. (2015).

O teor de minerais presentes nas amêndoas in natura das duas variedades analisadas foram inferiores aos encontrados por Onias & Cavalcanti et al. (2014) em amêndoa da manga variedade Tommy Atkins apresentando 1,16% de cinzas.

O conteúdo de proteína da amêndoa in natura da variedade Espada e Tommy Atkins foi bem inferior ao observado por Gettens et al. (2016) que encontraram 26,10% em amêndoa do caroço do pêssego.

A quantidade de lipídios das amêndoas in natura variedade Espada e Tommy Atkins foram inferiores aos quantificados por Cavalcanti et al. (2011) e Onias & Cavalcanti et al. (2014) que foi de 4,04 e 4,17% em amêndoas das mangas variedade Espada e Tommy Atkins respectivamente. Não foram verificadas diferenças significativas a 5% de probabilidade para este parâmetro entre as amêndoas in natura das duas variedades demonstrando semelhança de composição nas variedades estudadas.

A amêndoa da manga in natura da variedade Espada e Tommy Atkins apresentou percentual de carboidratos superiores ao relatados por Silva et al. (2013) que apresentou conteúdo de carboidratos de 26,16% em amêndoa da manga variedade Tommy Atkins.

No parâmetro valor energético os valores calculados para as amêndoas in natura da variedade Espada e Tommy Atkins foram inferiores aos determinados por Nozaki (2012) em amêndoa de guarirova que foi 605,48Kcal/100g.

Em relação a quantidade de fibra alimentar, não houve diferença significativa entre as amostras in natura das amêndoa das duas variedades analisadas. Resultados inferiores ao observado por Fernandes (2011) que obteve 11,70% de fibra alimentar na amêndoa de baru.

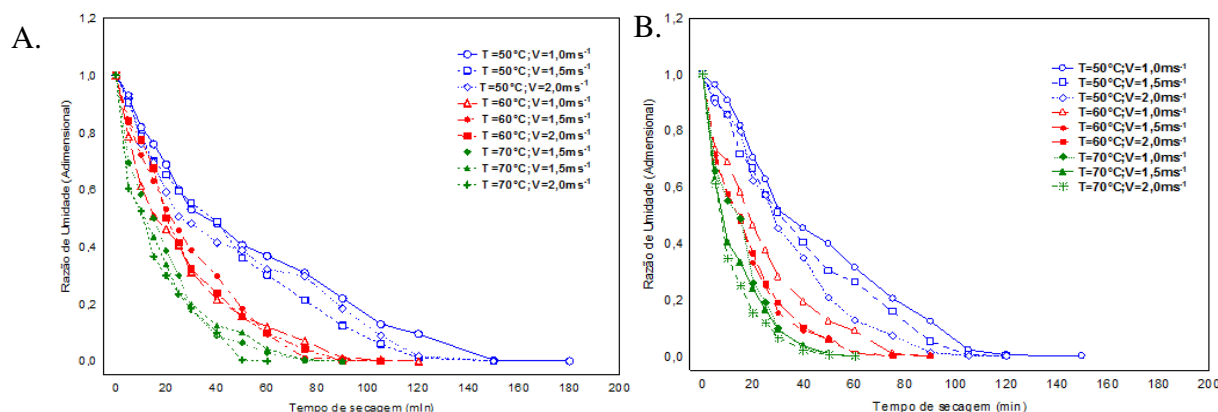
Quanto a atividade de água foi encontrado um valor médio de 0,8 para as amêndoas in natura das variedades Espada e Tommy Atkins não se observando diferenças significativas entre as amostras. Sousa et al. (2015) caracterizou a amêndoa de manga variedade jasmim, reportando atividade de água de 0,983.

Com relação ao pH da amêndoa da manga in natura Espada e Tommy Atkins situando-se na faixa de 6,0. Resultados próximos aos determinados por Cavalcanti et al. (2011) e Silva et al (2013) ao caracterizarem as amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins o resultado do pH foi de 5,63 e 5,61 respectivamente.

Na análise das cores das amêndoas in natura da manga variedade Espada e Tommy Atkins as amostras apresentaram uma tendência de cor mais clara. Quanto os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  observou-se predominância da cor amarela ( $b^* = 20,266$  e  $b^* = 20,236$ ) sobre a cor vermelha ( $a^* = 1,226$  e  $a^* = 1,556$ ). Os resultados obtidos a partir da análise de cor entre as amostras in natura da amêndoa das variedades Espada e Tommy Atkins para todos os parâmetros avaliados ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) não diferiram significativamente.

### 4.3. Cinética de secagem do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins

Na Figura 4.1 A e B estão representadas as cinéticas de secagem do tegumento da manga da variedade Espada e Tommy Atkins nas temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 °C e velocidade do ar 1,0, 1,5 e 2,0 m/s cujos dados estão apresentados na forma do adimensional de razão de umidade em função do tempo de secagem.



**Figura 4.1.** Cinética de secagem do tegumento da manga da variedade Espada (A) e do tegumento da manga variedade Tommy Atkins (B) nas temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 °C e velocidade do ar 1,0, 1,5 e 2,0 m/s

Por meio da cinética de secagem apresentadas na Figura.4.1 A e B visualiza-se a distinção entre as curvas, sendo possível verificar a influência da velocidade do fluxo de ar e da temperatura na secagem. Nota-se que o máximo tempo para a estabilização da razão de umidade dos tegumentos da manga das variedades Espada e Tommy Atkins para a temperatura de 50, 60 e 70 °C e velocidade do ar igual a 1,0 m/s foi de 180 e 150 min, 120 e 90 min e 90 e 60 min, respectivamente, demonstrando a influência que a temperatura e a velocidade do ar tiveram na secagem do tegumento das duas variedades. Para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C e velocidade do ar igual a 1,5 m/s foi de 120 e 150 min, 105 e 90 min, 105 e 90 min, e para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C e velocidade do ar igual a 2 m/s foi 90 e 60 min, 90 e 60 min e 60 e 60 min, respectivamente, demonstrando que a velocidade do ar exerceu pouca influência sobre o tempo de estabilização da razão de umidade, pois com velocidades diferentes, o tempo de secagem do tegumento foi praticamente o mesmo. Tal resultado também foi verificado por Lima et al. (2016) ao estudarem a cinética de secagem em leito fixo e camada fina do bagaço de laranja e sementes de mamão papaia com mucilagem, com fluxo ascendente de ar, variando-se três

níveis de temperatura (30, 60 e 80 °C) e dois níveis de velocidades do ar (7,0 e 9,0 m/s) onde verificaram que a influência da temperatura foi mais significativa que a velocidade do ar de secagem na operação, tanto para o bagaço de laranja como para as sementes de mamão papaia com mucilagem. Menezes et al. (2013) ao analisarem a secagem convectiva em leito fixo, operando em quatro temperaturas (35, 45, 55 e 65 °C) e três velocidades do ar (0,8, 1,0 e 1,3 m/s) do bagaço do maracujá-amarelo, constataram que a temperatura exerceu grande influência na secagem do bagaço.

Estão apresentados na Tabela 4.3. os valores dos parâmetros dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis, ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem do tegumento da manga variedade Espada, com os correspondentes coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios quadráticos médios (DQM) para as três temperaturas e três velocidades do ar de secagem.

Verifica-se na Tabela. 4.3 que os modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis mostraram ótimo ajuste aos dados experimentais das secagens, com  $R^2$  superior a 0,987 e valores de DQM inferiores a 0,047, indicando uma representação satisfatória do fenômeno em estudo, porém, o modelo de Page apresentou os maiores valores de  $R^2$ , acima de 0,993, e os menores desvios quadráticos médios para todas as temperaturas e velocidades do ar utilizadas, demonstrando uma melhor representação dos dados experimentais para predizer a cinética de secagem do tegumento da manga variedade Espada.

Valores satisfatórios para esse modelo também foram encontrados por Hass (2015) ao examinar o ajuste de modelos no seu estudo sobre o resíduo da uva bordô, com  $R^2$  superiores 0,99 e DQM inferiores a 0,0016. Avaliando o modelo de Page, verificou-se que parâmetro k, constante da taxa de secagem, aumentou com a elevação da temperatura enquanto o parâmetro n diminuiu entre as temperaturas de 60 e 70 °C, nas três velocidades do ar utilizadas. Comportamento similar quanto ao aumento do parâmetro k também foi observado por André et al. (2014) ao analisarem e compararem os modelos matemáticos na secagem do resíduo de manga Tommy Atkins.

**Tabela 4.3.** Parâmetros de ajuste dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis das cinéticas de secagem do tegumento da manga variedade Espada, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e velocidades do ar de 1,0, 1,5 e 2,0 m/s

Modelo	T (°C)	V ar (m/s)	Parâmetros		R <sup>2</sup>	DQM
			k (1/s)	n		
Page	50	1,0	0,0196	0,9882	0,995	0,029
	50	1,5	0,0171	1,0594	0,995	0,031
	50	2,0	0,0317	0,9048	0,995	0,035
	60	1,0	0,0568	1,8895	0,997	0,020
	60	1,5	0,0242	1,2030	0,996	0,026
	60	2,0	0,0177	1,0030	0,997	0,022
	70	1,0	0,0577	0,9688	0,994	0,033
	70	1,5	0,1140	0,8019	0,995	0,027
	70	2,0	0,1148	0,7730	0,993	0,033
Modelo	T (°C)	V ar (m/s)	Parâmetros		R <sup>2</sup>	DQM
			k (1/s)	a		
Henderson & Pabis	50	1,0	0,0186	0,9947	0,995	0,029
	50	1,5	0,0215	1,0003	0,994	0,032
	50	2,0	0,0214	0,9750	0,997	0,047
	60	1,0	0,0383	0,9650	0,996	0,023
	60	1,5	0,0331	1,0077	0,995	0,030
	60	2,0	0,0361	1,0363	0,994	0,033
	70	1,0	0,0511	0,9767	0,994	0,032
	70	1,5	0,0539	0,9338	0,990	0,029
	70	2,0	0,0609	0,9463	0,988	0,040
Modelo	T (°C)	V ar (m.s <sup>-1</sup> )	Parâmetros		R <sup>2</sup>	DQM
			a			
Lewis	50	1,0	0,0187		0,995	0,029
	50	1,5	0,0214		0,994	0,032
	50	2,0	0,0222		0,987	0,044
	60	1,0	0,0401		0,996	0,026
	60	1,5	0,0328		0,995	0,030
	60	2,0	0,0346		0,993	0,036
	70	1,0	0,0524		0,994	0,033
	70	1,5	0,0584		0,997	0,046
	70	2,0	0,0648		0,996	0,047

Estão apresentados na Tabela. 4.4, os valores dos parâmetros dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem do tegumento da manga variedade Tommy Atkins com os correspondentes coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e desvios quadráticos médios (DQM) para as três temperaturas e três velocidades do ar de secagem.

**Tabela 4.4.** Parâmetros de ajuste dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis das cinéticas de secagem do tegumento da manga variedade Tommy Atkins, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e velocidades do ar de 1,0, 1,5 e 2,0 m/s

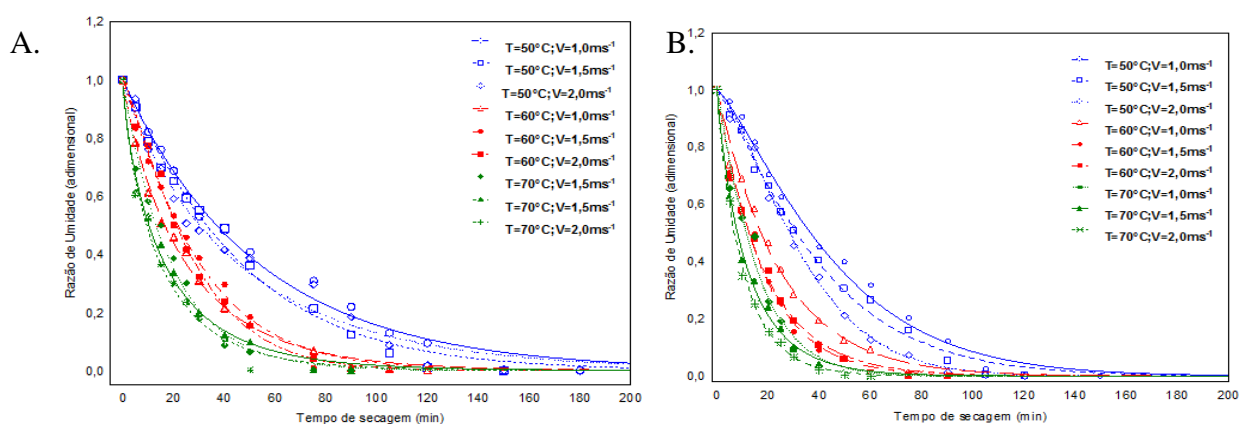
Modelo	T (°C)	V ar (m.s <sup>-1</sup> )	Parâmetros		R <sup>2</sup>	DQM
			k (s <sup>-1</sup> )	n		
Page	50	1,0	0,0064	1,4604	0,995	0,032
	50	1,5	0,0089	1,2932	0,997	0,024
	50	2,0	0,0114	1,1158	0,998	0,021
	60	1,0	0,0387	1,0185	0,995	0,030
	60	1,5	0,0528	1,0136	0,996	0,026
	60	2,0	0,0598	0,9680	0,995	0,027
	70	1,0	0,0535	1,0641	0,998	0,037
	70	1,5	0,1122	0,9772	0,999	0,020
	70	2,0	0,1142	0,8315	0,997	0,012
Modelo	T (°C)	V ar (m.s <sup>-1</sup> )	Parâmetros		R <sup>2</sup>	DQM
			k (s <sup>-1</sup> )	a		
Henderson & Pabis	50	1,0	0,0220	1,0742	0,992	0,043
	50	1,5	0,0248	1,0462	0,994	0,035
	50	2,0	0,0294	1,0809	0,998	0,052
	60	1,0	0,0398	0,9846	0,995	0,030
	60	1,5	0,0554	0,9924	0,996	0,026
	60	2,0	0,0530	0,9782	0,996	0,255
	70	1,0	0,0640	0,9934	0,998	0,047
	70	1,5	0,0780	0,9735	0,996	0,026
	70	2,0	0,0950	0,9917	0,998	0,015
Modelo	T (°C)	V ar (m.s <sup>-1</sup> )	Parâmetros		R <sup>2</sup>	DQM
			a			
Lewis	50	1,0	0,0201		0,987	0,053
	50	1,5	0,0234		0,992	0,040
	50	2,0	0,0267		0,984	0,061
	60	1,0	0,0406		0,994	0,030
	60	1,5	0,0558		0,996	0,026
	60	2,0	0,0543		0,995	0,027
	70	1,0	0,0645		0,988	0,047
	70	1,5	0,0802		0,995	0,027
	70	2,0	0,0958		0,998	0,015

Observa-se na Tabela. 4.4 que os modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis mostraram ajuste satisfatório aos dados experimentais das secagens, porém o modelo de Page apresentou os maiores valores de R<sup>2</sup>, acima de 0,995, e os menores desvios quadráticos médios para a maioria das temperaturas e velocidades do ar utilizadas, demonstrando uma melhor representação dos dados experimentais para prever a cinética de secagem do tegumento da manga variedade Tommy Atkins. Vieira (2014) ao realizar a secagem do resíduo da goiaba em secador convectivo de bandejas avaliou o processo através dos modelos de Fick, Page e Lewis obtendo R<sup>2</sup> superiores a 0,95. Constata-se que os valores do parâmetro k no modelo de Page aumentou com a elevação da temperatura à medida que a velocidade do ar aumentou, enquanto o parâmetro n diminuiu, constatando-



se que a temperatura e a velocidade do ar teve efeito significativo sobre os parâmetros  $k$  e  $n$  no modelo de Page, fato também verificado por Alexandre et al. (2013), avaliando o comportamento da cinética de secagem do resíduo (casca) de abacaxi (*Ananas comosus*) enriquecido nas temperaturas de 40, 50, 60 °C em secador convectivo.

Na Figura 4.2 A e B, encontram-se representadas graficamente as cinéticas de secagem do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins para as três temperaturas e três velocidades de ar utilizadas, ajustadas para o modelo de Page, considerando o melhor modelo entre os testados.



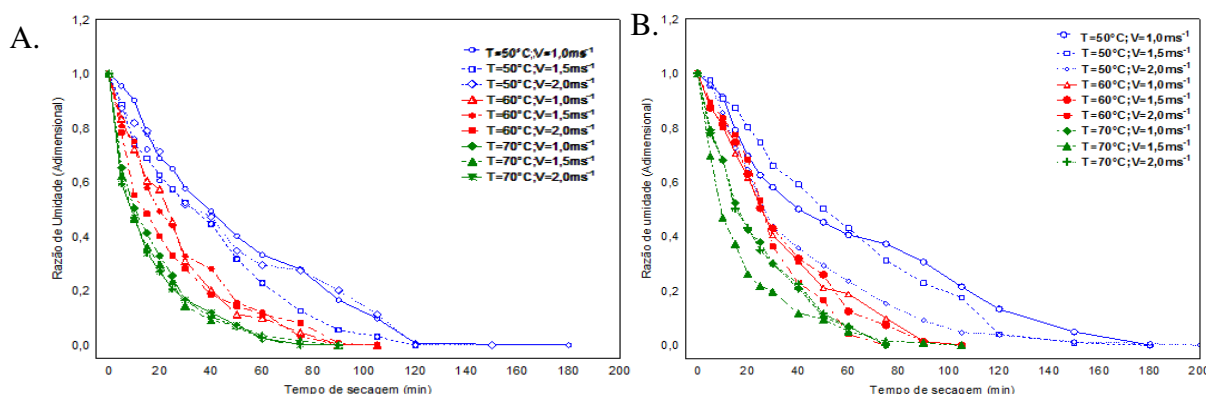
**Figura 4.2.** Cinética de secagem do tegumento da manga variedade Espada (A) e tegumento da manga variedade Tommy Atkins (B) nas temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 °C e velocidade do ar 1,0, 1,5 e 2,0 m/s com ajuste pelo modelo de Page

Observa-se na Figura. 4.2 A e B que a cinética de secagem ajustada a partir do modelo de Page, estão bem próximas aos pontos experimentais, indicando o bom ajuste do modelo. Cabral Filha et al. (2016) avaliaram o comportamento da secagem do resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava* L.), tendo como variáveis a temperatura de secagem e a espessura da camada do resíduo, com a finalidade de verificar o ajuste de modelos matemáticos aos dados experimentais. Conforme os autores, o modelo de Page foi o que melhor se adequou para descrever a cinética de secagem das amostras.

#### 4.4. Cinética de secagem da amêndoa das mangas variedade Espada e Tommy Atkins

Na Figura 4.3 A e B estão apresentadas as cinéticas de secagem da amêndoa da manga da variedade Espada e Tommy Atkins apresentadas na forma adimensional da razão

de umidade (RU) em função do tempo (t) para as temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 °C e velocidade do ar 1,0, 1,5 e 2,0 m/s.



**Figura 4.3.** Cinética de secagem da amêndoa da manga variedade Espada (A) e amêndoa da manga variedade Tommy Atkins (B) nas temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 °C e velocidade do ar 1,0, 1,5 e 2,0 m/s

Avaliando-se a Figura 4.3 A e B tendo como parâmetros variáveis a temperatura e velocidade do ar, pode-se observar que a cinética de secagem nas três temperaturas e nas três velocidades do ar utilizadas o tempo necessário para estabilizar a amêndoa das duas variedades foi mais longo na temperatura de 50 °C. Na temperatura de 70 °C foi mais curto que em 60 °C apenas em tempos intermediários, igualando-se a esta ao final da secagem. Estes resultados se encontram respaldados na prática de secagem, onde os autores consideram a temperatura como o parâmetro que exerce maior influência na cinética de secagem de alimentos, dentre eles, Zuniga et al. (2015) avaliando a modelagem matemática da cinética de secagem da amêndoa do baru (*Dipteryx alata*) e Almeida et al. (2013) na secagem da casca de macadâmia (*Macadamia integrifolia*) em camada fina.

Estão apresentados na Tabela.4.5, os valores dos parâmetros dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem da amêndoa da manga variedade Espada com os correspondentes coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios quadráticos médios (DQM) para as três temperaturas e três velocidades do ar de secagem.

**Tabela 4.5.** Parâmetros de ajuste dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis da cinética de secagem da amêndoa da manga variedade Espada, nas temperatura de 50, 60 e 70 °C e velocidades do ar de 1,0, 1,5 e 2,0 m/s

Modelo	T (°C)	V ar (m.s <sup>-1</sup> )	Parâmetros		R <sup>2</sup>	DQM
			k (s <sup>-1</sup> )	n		
Page	50	1,0	0,0096	1,1695	0,996	0,028
	50	1,5	0,0181	1,0774	0,993	0,035
	50	2,0	0,0199	1,0571	0,993	0,036
	60	1,0	0,0200	1,1726	0,996	0,028
	60	1,5	0,0297	1,0512	0,996	0,026
	60	2,0	0,0750	0,8387	0,997	0,020
	70	1,0	0,0965	0,8443	0,997	0,021
	70	1,5	0,1261	0,7804	0,998	0,016
	70	2,0	0,1435	0,7459	0,998	0,016
Modelo	T (°C)	V ar (m.s <sup>-1</sup> )	Parâmetros		R <sup>2</sup>	DQM
Henderson & Pabis	50	1,0	0,0199	1,0489	0,994	0,035
	50	1,5	0,0242	1,0026	0,992	0,037
	50	2,0	0,0200	1,0061	0,992	0,037
	60	1,0	0,0368	1,0260	0,993	0,036
	60	1,5	0,0354	1,0030	0,996	0,027
	60	2,0	0,0428	0,9596	0,994	0,031
	70	1,0	0,0577	0,9543	0,995	0,027
	70	1,5	0,0628	0,9457	0,993	0,032
	70	2,0	0,0646	0,9379	0,991	0,037
Modelo	T (°C)	V ar (m.s <sup>-1</sup> )	Parâmetros		R <sup>2</sup>	DQM
Lewis	50	1,0	a		0,992	0,040
	50	1,5	0,0187		0,992	0,037
	50	2,0	0,0240		0,992	0,037
	60	1,0	0,0198		0,993	0,037
	60	1,5	0,0357		0,996	0,027
	60	2,0	0,0353		0,993	0,034
	70	1,0	0,0451		0,994	0,031
	70	1,5	0,0608		0,991	0,037
	70	2,0	0,0671		0,988	0,042

Os resultados obtidos na Tabela 4.5. demonstraram que os modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis descrevem satisfatoriamente o comportamento cinético do processo de secagem da amêndoa da manga variedade Espada. Resultado semelhante foi observado por Moura et al. (2014) ao estudarem a secagem do resíduo de maracujá em secador rotatório nas temperaturas de 75 e 95 °C com aplicação de modelos semiempíricos. Os autores concluíram que todos os modelos avaliados (Lewis, Page, Page Modificado e Henderson & Pabis) mostraram ótimo ajuste aos dados experimentais. Analisando os valores do DQM verifica-se que o modelo Page foi o que melhor se ajustou aos dados de secagem da amêndoa da manga variedade Espada, visto que menores DQM indicam melhor representação pelo modelo.

Jabs (2013) secou resíduo de soja (*okara*) utilizando um secador convectivo de túnel de vento com velocidade de fluxo de ar de 1,0 m/s e temperatura de 70, 80, 90 e 100 °C. Nos ajustes matemáticos o modelo de Page foi o que melhor representou a cinética, com coeficiente de correlação igual a 0,9996. Bacurau et al. (2014) estudaram a cinética de secagem da entrecasca da melancia sob as condições operacionais de massa de 100, 300 e 500 g e temperatura do ar de 50, 60 e 70 °C, concluindo que o modelo que melhor representou os dados experimentais foi o de Page. Constata-se novamente a influência da temperatura e da velocidade do ar sobre os parâmetros  $k$  e  $n$  do modelo de Page, porque os valores do parâmetro  $k$  aumentaram com a elevação da temperatura enquanto que os parâmetros  $n$  diminuíram. Com o aumento da velocidade do ar verificou-se o mesmo efeito, na maioria dos casos, com aumentos de  $k$  e reduções de  $n$ .

Estão apresentados na Tabela 4.6, os valores dos parâmetros dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem da amêndoa da manga variedade Tommy Atkins, com os correspondentes coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios quadráticos médios (DQM) para as três temperaturas e três velocidades do ar de secagem.

Os resultados apresentados na Tabela 4.6 demonstram que os modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis descrevem satisfatoriamente o comportamento cinético do processo de secagem da amêndoa da manga variedade Tommy Atkins. O coeficiente de regressão médio,  $R^2$ , para todos os experimentos foi maior que 0,98, e valores de DQM inferiores a 0,057 para os todos os modelos testados.

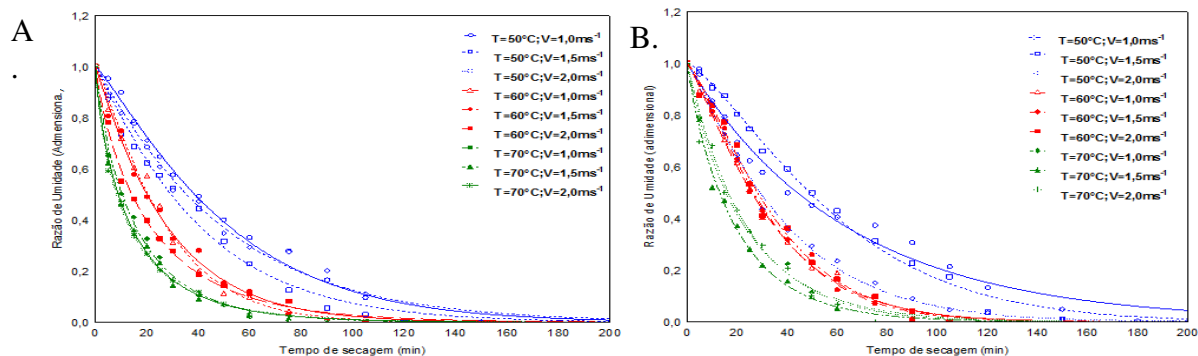
O modelo de Page apresentou  $R^2$  superiores a 0,99 para todas as secagens realizadas, confirmando ser o melhor modelo para estimar a cinética de secagem da amêndoa da manga. Engelhardt & Arrieche (2016) analisaram a secagem artificial das amêndoas de cacau (*Theobroma cacao*), por convecção natural e forçada, utilizando quatro variedades de cacau, fermentadas durante dois tempos diferentes, 5 dias e 7 dias. Os autores obtiveram  $R^2$  para o modelo de Page superior a 0,996 para todas as condições operacionais estudadas.

**Tabela 4.6.** Parâmetros de ajuste dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis das cinéticas de secagem da amêndoa da manga variedade Tommy Atkins, nas temperatura de 50, 60 e 70 °C e velocidades do ar de 1,0, 1,5 e 2,0 m/s

Modelo	T (°C)	V ar (m.s <sup>-1</sup> )	Parâmetros		R <sup>2</sup>	DQM
			k (s <sup>-1</sup> )	n		
Page	50	1,0	0,0161	0,9942	0,991	0,0380
	50	1,5	0,0038	1,3315	0,997	0,0244
	50	2,0	0,0146	1,1419	0,997	0,0231
	60	1,0	0,0139	1,2014	0,998	0,0197
	60	1,5	0,0106	1,2716	0,997	0,0329
	60	2,0	0,0091	1,2967	0,995	0,0539
	70	1,0	0,0426	0,9952	0,997	0,0224
	70	1,5	0,0651	0,9231	0,996	0,0273
	70	2,0	0,0548	0,9259	0,992	0,0372
Modelo	T (°C)	V ar (m.s <sup>-1</sup> )	Parâmetros		R <sup>2</sup>	DQM
			k (s <sup>-1</sup> )	a		
Henderson & Pabis	50	1,0	0,0160	1,0111	0,990	0,0417
	50	1,5	0,0165	1,0745	0,990	0,0467
	50	2,0	0,0170	1,0871	0,997	0,0453
	60	1,0	0,0298	1,0469	0,995	0,0322
	60	1,5	0,0296	1,0533	0,991	0,0424
	60	2,0	0,0281	1,0579	0,999	0,0483
	70	1,0	0,0417	0,9943	0,997	0,0223
	70	1,5	0,0505	0,9840	0,996	0,0267
	70	2,0	0,0591	0,9772	0,993	0,0215
Modelo	T (°C)	V ar (m.s <sup>-1</sup> )	Parâmetros		R <sup>2</sup>	DQM
			a			
Lewis	50	1,0	0,0150		0,990	0,042
	50	1,5	0,0150		0,985	0,057
	50	2,0	0,0149		0,990	0,055
	60	1,0	0,0282		0,993	0,037
	60	1,5	0,0278		0,989	0,047
	60	2,0	0,0264		0,986	0,053
	70	1,0	0,0420		0,997	0,022
	70	1,5	0,0515		0,995	0,027
	70	2,0	0,0617		0,993	0,022

Constatou-se, ainda, na Tabela 4.6, que os valores do parâmetro k e n do modelo de Page não apresentaram uma tendência definida em função do aumento da temperatura e da velocidade do ar de secagem. Tal resultado também foi evidenciado por Silva et al. (2009) ao estudar cinética de secagem em leito fixo da banana maçã, fatiada em rodela com espessuras de 5 a 10 mm e nas temperaturas de 50 a 70 °C.

Na Figura 4.4 A e B encontram-se representadas graficamente as cinéticas de secagem da amêndoa da manga variedades Espada e Tommy Atkins para as três temperaturas e três velocidades de ar utilizadas, ajustadas com o modelo de Page, considerado o melhor modelo dentre os testados.



**Figura 4. 4.** Cinética de secagem da amêndoa da manga variedade Espada (A) e amêndoa da manga variedade Tommy Atkins (B) nas temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 ° C e velocidade do ar 1,0, 1,5 e 2,0 m/s com ajuste pelo modelo de Page

Observou-se na Figura. 4.4 A e B que as curvas geradas a partir do modelo matemático de Page aproximaram-se bem aos pontos experimentais. O modelo de Page também representou a melhor descrição nos trabalhos de Tsuda et al. (2013) quando analisaram a secagem convectiva de fatias de berinjela (*Theobroma cacao*) e Oliveira et al. (2014) ao estudar o comportamento da cinética de secagem da casca de abacaxi (*Ananas comosus*).

#### 4.5. Caracterização química, física e físico-química das farinhas do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins

Estão apresentados na Tabela 4.7 os resultados médios da caracterização química e físico-químicas das farinhas do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins.

**Tabela 4.7.** Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos das farinhas dos tegumentos da manga variedades Espada e Tommy Atkins

Parâmetros	FTE	FTT
Umidade (%)	8,425 a	8,333 a
Cinzas (%)	1,205 a	1,173 b
Proteínas (%)	1,706 a	1,773 a
Lipídeos (%)	1,230 a	1,023 b
Carboidratos (%)	86,404 a	85,192 b
Valor energético (Kcal/100 g)	388,886 a	369,116 b
Fibra alimentar (%)	1,030 b	2,506 a
aw (25°C)	0,510 a	0,589 b
pH	5,233	5,060
Amido (g/100g)	1,883 a	0,966 b
Luminosidade (L)	70,693 a	64,253 b
Intensidade de vermelho (+a)	2,046 b	2,503 a
Intensidade de amarelo (+b)	21,173 a	19,130 b

FTE - Farinha do tegumento da manga Espada; FTT - Farinha do tegumento da manga Tommy Atkins; Médias acompanhadas de letras iguais nas linhas, não diferem entre si ao nível de 0,05

O valor médio de umidade da farinha do tegumento da manga variedade Espada (FTT) e da farinha do tegumento da manga variedade Tommy Atkins (FTE) foram inferiores aos relatados na literatura para farinha do caroço da manga Espada de 11,23% por Florêncio et al. (2012) e de 17,10% para a farinha do caroço da manga variedade Ubá determinados por Huber et al. (2012). As farinhas do tegumento da manga das variedades Espada e Tommy Atkins apresentaram teores de umidade conforme previsto na legislação brasileira para farinhas, amido de cereais e farelos, onde o teor máximo de umidade de 15,00% (g/100 g) (Brasil, 2005). Não foram verificadas diferenças significativas a 5% de probabilidade para o parâmetro umidade nas farinhas do tegumento das variedades Espada e Tommy Atkins, demonstrando semelhanças nos resultados obtidos para as duas variedades estudadas.

A farinha do tegumento variedade Espada e Tommy Atkins apresentaram teores de cinzas inferiores aos relatados por Moreno (2016) de 3,42% na farinha da casca da manga Tommy Atkins e por Araújo (2012) que determinou 2,96% de cinzas na farinha da casca liofilizada de manga Tommy Atkins proveniente de cultivo orgânico. Estas divergências no teor podem ser justificadas pelo fato do processo de liofilização ter promovido uma maior concentração dos constituintes. Além disso, as mangas cujas cascas foram liofilizadas vieram de cultivo orgânico, fato que também pode ter influenciado o teor dos constituintes.

O percentual de proteína presente na farinha do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins foram inferiores aos observados por Okpala et al. (2013) nas farinhas da semente de manga variedade Índia e Indochinese que foi de 6,00 e 4,95%, respectivamente, demonstrando que o teor de proteína varia com a variedade de manga.

Pode-se observar que o percentual lipídico, das farinhas do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins foram superiores ao relatado por Santos (2013) que encontrou percentual de lipídeos de 0,48% ao analisar amostra de farinha da casca de manga variedade Tommy Atkins.

Nas farinhas do tegumento das variedades Espada e Tommy Atkins os valores encontrados para os carboidratos foram superiores aos relatados por Florêncio et al (2012) para a farinha do tegumento da manga Espada que foi de 74,86%. Não foram verificadas diferenças significativas a 5% de probabilidade para este parâmetro entre as farinhas do tegumento das duas variedades.

Todas as farinhas apresentaram expressivo valor energético, sugerindo que sua adição em formulados alimentícios refletiria em aumento importante no valor calórico. Os valores encontrados foram inferiores aos obtidos por Okpala et al. (2013) para as farinhas da semente de manga variedades Índia e Indochinese que obtiveram 420,64 e 411,72 (kcal/100 g) de energia, respectivamente.

Observando a quantidade de fibra alimentar, houve diferença significativa entre as farinhas do tegumento das mangas nas duas variedades analisadas. Quantidades inferiores ao relatado por Azevedo et al. (2008) que foi de 8,28% de fibra alimentar em farinha de casca de manga Tommy Atkins.

Foi verificada diferenças significativas para as farinhas dos tegumentos das variedades Espada e Tommy Atkins para a atividade de água, apresentando resultados superiores ao verificado por Mendes (2013) que obteve um valor de atividade de água de 0,333 para a farinha da casca de manga variedade Tommy Atkins. Os valores do pH das farinhas das duas variedades foi superior medido por França (2014) que obteve 4,26 para a farinha do resíduo da manga variedade Tommy Atkins.

Para o teor de amido determinado nas farinhas dos tegumentos da manga variedade Espada e Tommy Atkins os valores apresentaram diferenças estatísticas entre as duas variedades analisadas. Marques et al. (2010) encontraram o teor de amido de 0,19% na casca da manga variedade Tommy Atkins resultado inferior ao determinado neste estudo. Provavelmente, o acúmulo de amido nas sementes está relacionado as diferenças de genótipo de cada variedade, fatores climático e de solo as quais cada uma são submetidas.



Nas farinhas das variedades Espada e Tommy Atkins o resultado do parâmetro ( $L^*$ ) semelhante aos determinados por Salec et al. (2016) que observaram valor de  $L$  na faixa de 63,81 69,87 nas farinhas de casca de manga das variedades Palmer e Tommy Atkins obtidas por diferentes condições de secagem. Não houve diferenças significativas neste parâmetro, porém nota-se que a farinha do tegumento da variedade Espada é um pouco mais clara que a farinha do tegumento da variedade Tommy Atkins. Se observou diferenças significativas para as farinhas do tegumento da variedade Espada e Tommy Atkins com relação aos parâmetros ( $+a^*$ ) e ( $+b^*$ ), demonstrando que comportamento dos parâmetros analisados foram semelhante aos encontrados nos tegumentos in natura das duas variedades analisadas.

#### 4.6. Caracterização química, física e físico-química das farinhas da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins

Estão apresentados na Tabela 4.8 os resultados médios da caracterização química, física e físico-químicas das farinhas da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins.

**Tabela 4.8.** Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos das farinhas das amêndoas da manga variedades Espada e Tommy Atkins

Parâmetros	FAE	FAT
Umidade (%)	7,580 b	8,913 a
Cinzas (%)	2,236 a	2,336 a
Proteínas (%)	5,053 a	5,373 a
Lipídeos (%)	8,766 b	9,013 a
Carboidratos (%)	75,272 a	73,239 b
Valor energético (Kcal/100 g)	404,373 a	366,450 b
Fibra alimentar (%)	1,093 a	1,126 a
aw (25°C)	0,444 a	0,446 a
pH	6,166	6,133
Amido (g/100 g)	38,533 b	42,133 a
Luminosidade (L)	61,600 b	62,336 a
Intensidade de vermelho (+a)	2,463 a	2,536 a
Intensidade de amarelo (+b)	17,430 a	17,416 a

FTE - Farinha da amêndoa da manga Espada; FTT - Farinha da amêndoa da manga Tommy Atkins; Médias acompanhadas de letras iguais nas linhas, não diferem entre si ao nível de 0,05

O conteúdo de umidade foram superiores ao relatado por Ferraz et al. (2014) para a farinha da amêndoa da manga variedade Ubá que foi de 4,26% de umidade.

Os teores de cinzas foram maiores que os descritos por Costa et al. (2012) em farinha de amêndoas da manga variedade Espada de 1,00% e por Silva (2016) que foi de 1,04% de cinza na farinha de caroço de manga variedade Tommy Atkins. Não foram verificadas diferenças significativas a 5% de probabilidade para este parâmetro entre as farinhas da amêndoa das duas variedades demonstrando semelhança de composição nas variedades estudadas.

O teor proteico presente na farinha da amêndoa das duas variedades estudadas foram inferiores ao encontrado por Siqueira (2013) ao analisar a farinha da amêndoa de baru apresentando 27,83% de proteínas.

O percentual lipídico apresentou valores médios menores que o descrito por Costa et al. (2012b) que encontraram percentual de lipídeos de 21,32% ao analisar amostra de farinha de amêndoa da manga variedade Espada e próximos ao determinados por Silva (2016) farinha de caroço de manga variedade Tommy Atkins que foi de 6,87% de lipídio.

Foram verificadas diferenças significativas nas farinhas das amêndoas da manga variedade Espada e Tommy Atkins com valores superiores ao determinado por Andrade (2015) para a amêndoa da manga variedade Ubá que foi de 45,95%. Com a secagem das amêndoas para a obtenção das farinhas, ocorreu uma elevação no teor de carboidratos causada pela redução no teor de água livre.

O valor energético encontrado nas farinhas do tegumento variedade Espada e Tommy Atkins foram superiores aos relatados por Silva (2016) o qual obteve um valor energético de 300,53 Kcal/100 g para farinha de caroço da manga variedade Tommy Atkins.

Em relação a quantidade de fibra alimentar, não houve diferença significativa entre as farinhas das amêndoas das duas variedades analisadas. Teores inferiores ao determinado por Vieira et al. (2009) que foi 1,90% de fibra bruta no farelo da amêndoa da manga variedade Ubá. Reinoso (2017) afirmou que estas variações no conteúdo de fibras podem ser inerentes a diversos fatores, como cultivar analisado, representatividade das amostras, condições de cultivo, método analítico entre outras.

Não se observou diferenças significativas entre as farinhas das amêndoas das duas variedades para a atividade de água, que foi de 0,444. Valor semelhante foi verificado por Azevedo et al. (2008) para a farinha da casca de manga variedade Tommy Atkins.

O pH encontrado para as farinhas das amêndoas da manga variedades Espada e Tommy Atkins foram superiores ao determinado por Alcântara et al. (2012) que foi de 4,15 e 3,77 para a farinha do pedúnculo do caju e para a farinha da casca de maracujá respectivamente.

O teor de amido determinado nas farinhas da amêndoa variedade Espada e Tommy Atkins foi abaixo dos relatados por Mendes et al. (2012) e Cordeiro (2013) que encontraram cerca de 71,00 e 56,70 % de amido em amostras de farinha da amêndoa e na amêndoa da manga variedade Tommy Atkins respectivamente. Observando-se diferenças estatísticas entre as duas variedades analisadas.

Para o parâmetro luminosidade ( $L^* = 61,600$  e  $L^* = 62,336$ ) observa-se que a farinha da amêndoa da manga Espada é um pouco mais escura do que a farinha da variedade Tommy Atkins, fato atribuído ao valor inferior do parâmetro  $L^*$ . Nas farinhas das amêndoas da manga das duas variedades notou-se predominância na intensidade da cor amarela ( $b^*$ ) sobre a cor vermelha ( $a^*$ ). Coloração semelhante foi verificado por Reinoso (2017) nas farinhas das cascas de manga variedade Tommy Atkins desidratadas a 60 e 70 °C.

#### 4.7. Caracterização dos compostos bioativos das farinhas do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins.

Os valores médios para os compostos bioativos da farinha do tegumento da manga Espada e farinha do tegumento da manga Tommy Atkins estão apresentados na Tabela 4.9.

**Tabela 4.9.** Caracterização dos biocompostos nas farinhas do tegumento de manga das variedades Espada e Tommy Atkins

Determinação	FTE	FTT
Compostos fenólicos totais (mg de EAG*/100 g)	437,472±0,091	54,597±0,61
Taninos totais (mg de EAT**/100 g)	733,973± 0,231	102,443± 0,12
Carotenóides (µg/g)	2,545±0,236	0,781±0,55
Flavonóides (mg/100 g)	6,281±0,09	2,968±0,02
Ácido Ascórbico (mg/100 g)	1,78±0,07	2,21±0,257

\*EAG - Equivalente ácido gálico; \*\*EAT - Equivalente ácido tânico; Cada valor representa a média e o desvio padrão de três repetições; FTE - Farinha do tegumento da manga Espada; FTT - Farinha do tegumento da manga Tommy Atkins

O teor de compostos fenólicos totais da farinha do tegumento variedade Tommy Atkins foi bem inferior ao da farinha do tegumento da variedade Espada, esses resultados foram superiores aos encontrados por Ribeiro et al. (2013) em farelo do caroço de manga variedade Ubá que foi de 6,56 mg de EAGg<sup>-1</sup> de farelo e inferior aos teores dos compostos fenólicos determinados por Guerra et al. (2016) que variou de 1765,96 a 2125,31 mg de EAG.100g<sup>-1</sup> nas cascas de manga variedade Tommy Atkins ao analisaram o efeito das variáveis concentração de etanol, temperatura e tempo no processo de extração assistido por ultrassom e ao obtido por Sogi et al. (2013) que variou de 2.032 a 3.185 mg/100 g por meio de extração à base de ácidos no pó da casca das mangas obtido por diferentes métodos de secagem. Percebe-se que, tanto a parte do fruto, variedade e a forma de extração alteram consideravelmente a quantificação de compostos fenólicos, como evidenciado neste estudo.

Os teores de taninos totais obtidos nas farinhas FTE e FTT, foram superiores aos determinados por Abdalla et al. (2007), que foi de 20,7 mg EAT/100 g na semente de manga e por Sampaio et al. (2005) de 57,03 mg EAT/100 g em extratos de sementes de manga. As farinhas do tegumento da manga apresentaram reduzido teor de taninos totais, especialmente na FTT.

O teor de carotenoides totais encontrados para as farinhas do tegumento da mangas das duas variedades analisadas foram inferiores aos determinado por Gomes et al. (2016) que obtiveram 651,3 µg/100 g para as cascas de manga in natura e Salec et al. (2016) que obtiveram 20,06 e 28,05 mg/100 g para as farinhas cascas de manga da variedade Palmer e Tommy Atkins em ensaios realizados a 65° C. Esta diferença pode ser atribuída ao processamento térmico dos tegumentos para a obtenção das farinhas, onde ocorre à degradação dos carotenoides.

Os teores de flavonoides determinados nas farinhas foram inferiores quando comparado ao obtido na farinha das cascas da manga Tommy Atkins, que foi de 120,73 mg/100 g de amostra, quantificado por Moreno (2016).

No que se refere ao ácido ascórbico da farinha do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins os valores são inferiores ao encontrado por Melo & Araújo (2011), que foi de 127,36 mg/100 g para o resíduo desidratado da manga Espada e 99,94 mg/100 g para o resíduo desidratado da manga Tommy Atkins.

#### 4.8. Caracterização dos compostos bioativos das farinhas das amêndoas da manga variedade Espada e Tommy Atkins

Estão apresentados na Tabela 4.10 os compostos fenólicos, taninos totais, flavonoides totais, carotenoides totais e ácido ascórbico encontrados nas farinhas das amêndoas de manga das variedades Espada e Tommy Atkins.

**Tabela 4.10.** Caracterização dos biocompostos nas farinhas das amêndoas de manga das variedades Espada e Tommy Atkins

Determinação	FAE	FAT
Compostos fenólicos totais (mg de EAG*/100 g)	4097,02±0,032	3453,98±0,03
Taninos totais (mg de EAT**/100 g)	8228,36± 0,06	7867,98±0,02
Carotenóides (µg/g)	1,304±0,08	1,459±0,05
Flavonóides (mg/100 g)	41,771±0,05	35,9898±0,03
Ácido Ascórbico (mg/100 g)	1,60±0,21	1,82±0,18

\*EAG - Equivalente ácido gálico; \*\*EAT - Equivalente ácido tânico; Cada valor representa a média e o desvio padrão de três repetições; FAE - Farinha da amêndoa da manga Espada; FAT - Farinha da amêndoa da manga Tommy Atkins

As farinhas das amêndoas da manga variedade Espada e Tommy Atkins apresentaram elevados teores de compostos fenólicos totais. O valor obtido na farinha da amêndoa variedade Espada foi superior aos quantificados por Arbos et al. (2013) que foi de 3.123,13 mg/100 g no extrato da farinha da amêndoa da manga da variedade Tommy Atkins, enquanto que para a farinha da amêndoa variedade Tommy Atkins apresentou resultado próximo ao obtido pelo referido autor, por se tratar da mesma variedade estudada.

Para os teores de taninos totais encontrados nas farinhas da amêndoa da manga das duas variedades analisadas foram superiores ao relatado no estudo realizado por Siqueira (2013) quando avaliou a farinha da amêndoa de baru observando teores de taninos totais de 992,51 mg/100 g.

Os teores de carotenoides totais encontrados foram inferiores ao determinado por Silva & Silva (2015) na farinha do resíduo da manga que foi de 721,45 µg/100g e também ao relatado por Azevedo et al. (2008) quando analisaram farinha da casca de

manga Tommy Atkins, obtendo 32,80 µg/100 g. A diferença nos valores obtidos pode estar relacionada com a matéria prima uma vez que os autores quantificaram estas moléculas apenas nas cascas, devendo também ser considerada as condições edafoclimáticas em que a matéria prima foi obtida.

O teor de flavonoides observado nas farinhas da amêndoa da manga da variedade Espada e Tommy Atkins foram superiores ao encontrado por Silva et al. (2014), que detectaram um teor de 27,64 mg/100 g em amêndoa de monguba (*Pachira aquatica aublet*).

No que se refere ao ácido ascórbico os valores determinados foram inferiores aos relatados por Andrade et al. (2015) na amêndoa da manga variedade Ubá, de 41,32 mg/100 g e por Gomes et al. (2016) para a casca da manga, que foi de 108,19 mg/100 g, determinado por espectrofotometria. Vale ressaltar que alguns fatores podem alterar o valor do ácido ascórbico do produto, como por exemplo, diferenças na variedade estudada, métodos analíticos utilizados para a quantificação e o processamento, este último principalmente, uma vez que essa vitamina é bastante termossensível.

#### 4.9. Caracterização física das farinhas do tegumento e das farinhas da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins

Estão apresentados na Tabela 4.11 os resultados médios da caracterização física das farinhas do tegumento da manga das variedades estudadas.

**Tabela 4.11.** Caracterização física da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga das variedades Espada e Tommy Atkins

Determinação	FTE	FTT	FAE	FAT
Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	0,090c	0,085d	0,266a	0,250b
Densidade compactada (g/cm <sup>3</sup> )	0,294c	0,306c	0,976a	0,869b
Ângulo de repouso (θ)	34,403a	29,539b	26,713d	27,418c
Tempo de escoamento (s)	60,363c	120,276b	240,360a	240,780a
Molhabilidade (g/s)	1,275b	3,151a	0,165c	0,137c

FTE - Farinha do tegumento da manga Espada; FTT - Farinha do tegumento da manga Tommy Atkins; FAE - Farinha da amêndoa da manga Espada; FAT - Farinha da amêndoa da manga Tommy Atkins; Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente (p > 0,05)

Observa-se diferenças significativas no valor de densidade aparente entre as farinhas a 5% de probabilidade. O menor resultado verificado foi para a densidade aparente da farinha FTT. Alcântara et al. (2012) obtiveram para a densidade aparente das farinhas do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale*) e da farinha da casca de maracujá 0,630 e 0,345 g/ml, respectivamente.

Para os valores da densidade compactada, não houve diferenças significativas nas farinhas FTE e FTT. Observa-se, como esperado, que os valores da densidade compactada foram superiores aos da densidade aparente em razão da menor quantidade de espaços vazios. Medeiros & Lannes (2010) avaliaram a densidade compactada e os resultados variaram de 0,49 a 0,69 g/cm<sup>3</sup> para amostras de farinha tostada de alfarroba (*Ceratonia siliqua*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em pó, composto da semente de cacau e aromas

A medida do ângulo de repouso foi utilizada para caracterizar o comportamento da farinha durante o escoamento e o valor encontrado nesta pesquisa mostrou-se inferior a 35° para todas as amostras, revelando ser um produto de bom escoamento, segundo Astolfi Filho et al. (2005). De acordo com esses autores os pós ou farinhas que exibem ângulos de repouso menores que 45° geralmente apresentam a propriedade de escoamento livre, enquanto ângulos acima de 50° indicam coesividade ou problemas de escoamento. Tais resultados foram semelhantes ao determinado por Viana Júnior (2010), que foi de 30,332° para a farinha de banana madura. Foram observadas diferenças significativas entre as farinhas analisadas a 5% de probabilidade.

Quanto ao tempo de escoamento foi observada diferença significativa entre as farinhas FTE e FTT, podendo-se afirmar que o tempo de escoamento de FTT duplicou em relação a FTE. O tempo de escoamento para as farinhas FAE e FAT foi cerca de 240 s, não se observando diferenças significativas entre as amostras. Esses resultados são superiores ao observado por Lima (2006) para a farinha do facheiro, que foi de aproximadamente 44 s. Foram verificadas diferenças significativas entre as farinhas FTE e FTT a 5% de probabilidade para os valores obtidos para taxa de molhabilidade. Nas farinhas FAE e FAT, não se observou diferenças significativas entre as amostras para este parâmetro, resultado inferior ao determinado por Salec et al. (2016) que variou de 7 a 26s nas farinhas de casca de manga das variedades Palmer e Tommy Atkins obtidas por diferentes condições de secagem.

#### 4.10. Isotermas de adsorção de umidade das farinhas do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins

Na Tabela 4.12 tem-se os valores dos parâmetros estimados, obtidos por regressão não linear, dos modelos de Gab, Peleg e Oswin para o ajuste das isotermas de adsorção da farinha do tegumento de manga da variedade Espada para cada temperatura estudada, assim como os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os desvios percentuais médios (P).

**Tabela 4.12.** Parâmetros de ajuste dos modelos testados da isoterma de adsorção de umidade da farinha do tegumento de manga da variedade Espada, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C

Modelos	T(°C)	Parâmetros			$R^2$	P (%)	
		$X_m$	C	K			
GAB	20	19,7732	1,6794	0,5172	0,935	5,86	
	30	6,0522	14,5468	0,7983	0,998	1,14	
	40	5,5581	24,5063	0,8030	0,997	1,61	
Parâmetros							
	T (°C)	$K_1$	$n_1$	$K_2$	$n_2$		
Peleg	20	0,1125	-3,4148	25,8857	1,6062	0,917	6,26
	30	11,6788	0,4804	15,8655	4,7106	0,9980	1,27
	40	9,6903	0,3201	16,1996	4,2502	0,9980	1,92
Parâmetros							
	T(°C)	a		b			
Oswin	20	11,4439		0,3048		0,886	9,42
	30	9,4802		0,3607		0,992	2,39
	40	9,1474		0,3622		0,991	3,10

Verificou-se na Tabela 4.12 que todos os modelos apresentaram desvio percentual médio dentro da faixa descrita por Lomauro et al. (1985), inferior a 10%. Considerando somente os coeficientes de determinação ( $R^2$ ), observa-se que todos os modelos ajustaram-se bem aos dados experimentais nas temperaturas de 30 e 40 °C, enquanto na temperatura de 20 °C apresentaram-se inferiores a 0,935.

Constata-se que os valores dos parâmetros do modelo de GAB,  $X_m$ , a umidade na monocamada molecular, na temperatura de 40 °C foi menor do que na de 20 e 30 °C. Ascheri et al. (2006) afirmam que quanto menor o valor de  $X_m$ , maior será a estabilidade do produto, determinando o teor de água para uma armazenagem segura. Com relação ao parâmetro C do modelo de GAB, calor total de sorção da primeira camada constata-se que houve um aumento deste parâmetro com a elevação da temperatura.

Ao analisar os parâmetros  $K_1$  e  $n_1$  do modelo de Peleg nota-se que estes não obedeceram a uma tendência definida em relação as temperaturas estudadas, fato também

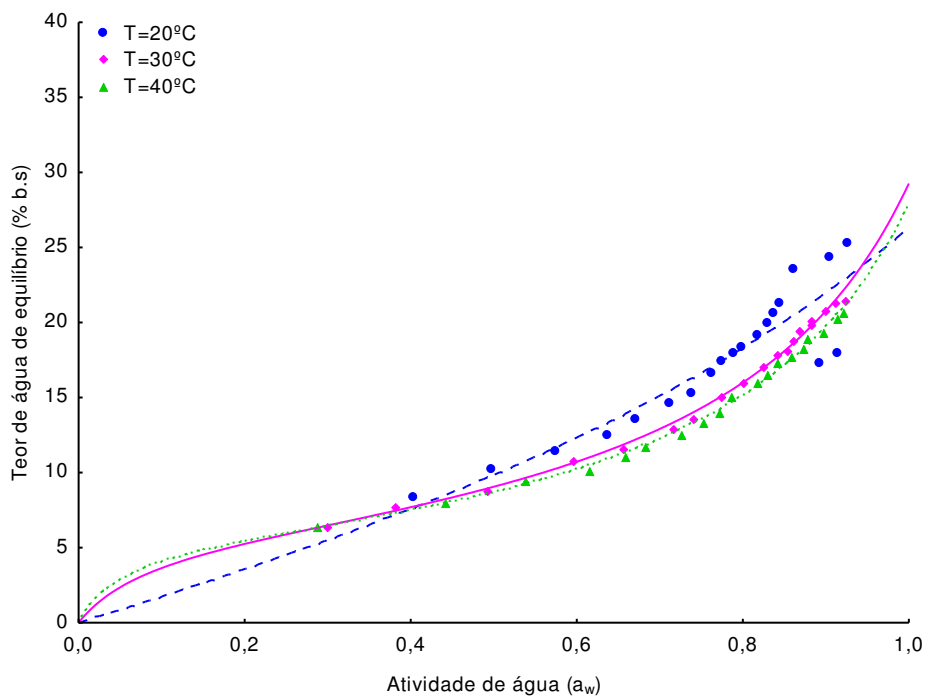


verificado por Lemos et al. (2015) ao estudarem as isotermas de adsorção de água da farinha de casca de manga variedade Haden, enquanto que  $K_2$  e  $n_2$  diminuíram com o aumento da temperatura, em conformidade com resultados de Silva et al. (2015) ao determinarem as isotermas de adsorção de água das farinhas das fibras residuais secas de manga variedade Haden.

Verifica-se que o parâmetro “a” do modelo de Oswin diminuiu com o aumento da temperatura, enquanto que o parâmetro “b” aumentou. Resultado inverso foi encontrado por Silva et al. (2015) ao determinarem as isotermas de adsorção de água das farinhas das fibras residuais secas de manga variedade Haden, onde o parâmetro “a” foi de 7,78, 9,75 e 11,27 e “b”, 0,885, 0,782 e 0,714 para as temperaturas de 20, 30 e 40 °C, respectivamente.

O modelo de GAB foi utilizado para ajustar as isotermas de adsorção de umidade da farinha do tegumento da manga variedade Espada, considerado o melhor dentre os testados e por ter representado os melhores ajustes segundo vários pesquisadores, a exemplos de Feitosa et al. (2013) ao determinarem as isotermas de adsorção de umidade da farinha da casca da manga nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C e Souza (2015) ao analisar as isotermas de adsorção de umidade da casca de manga secas nas temperaturas de 20, 30, 40, 50, 60 e 70 °C.

As isotermas de adsorção de umidade da farinha do tegumento de manga da variedade Espada para as três temperaturas estudadas, ajustadas pelo modelo de GAB, estão representadas na Figura 4.5.



**Figura 4.5.** Isotermas de adsorção da farinha do tegumento de manga da variedade Espada, ajustada pelo modelo de GAB

Analisando a Figura 4.5 observa-se que a atividade de água até 0,4 as isotermas na condição de 30 e 40 °C estão sobrepostas e a curva a 20 °C mais afastada, apresentando os menores teores de água de equilíbrio. Acima da atividade de água 0,4 as curvas a 30 e 40 °C estão muito próximas enquanto a 20 °C permanece mais afastada. Percebe-se que a isoterma de adsorção de umidade da farinha do tegumento da manga variedade Espada a 20 °C é do Tipo III e as isotermas nas temperaturas de 30 e 40 °C são classificadas como do tipo II exibindo um formato sigmoide segundo a classificação de Brunauer et al. (1938). Constata-se, também, que os conteúdos de umidade de equilíbrio aumentam com o aumento da atividade de água e que esta diminui com o aumento da temperatura.

Os valores dos parâmetros estimados, obtidos por regressão não linear, dos modelos de Peleg, Gab e Oswin para o ajuste das isotermas de adsorção na farinha do tegumento de manga da variedade Tommy Atkins para cada temperatura estudada, assim como os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os desvios percentuais médios (P) encontram-se na Tabela 4.13.

De acordo com os resultados obtidos dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e dos desvios percentuais médios (P), mostrados na Tabela 4.13, pode-se afirmar que todos os modelos podem ser utilizados para representar as isotermas de adsorção de umidade da

farinha do tegumento de manga da variedade Tommy Atkins, em razão de  $R^2 > 0,96$  e  $P < 12\%$ .

Os valores dos parâmetros  $X_m$  do modelo de GAB, não apresentaram tendência definida em relação às temperaturas estudadas, em conformidade com os resultados encontrados por Mazalli (2014) ao determinarem as isotermas de sorção da farinha de resíduo industrial de amora-preta. Enquanto o parâmetro C aumentou com o aumento da temperatura.

**Tabela 4.13.** Parâmetros de ajuste dos modelos testados da isoterma de adsorção umidade da farinha do tegumento de manga da variedade Tommy Atkins, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 20, 30 e 40 ° C

Modelos	T(°C)	Parâmetros			R <sup>2</sup>	P (%)
		X <sub>m</sub>	C	K		
GAB	20	6,1208	1,124	0,7962	0,998	3,80
	30	3,5194	4,397	0,9221	0,996	3,57
	40	4,5387	17,515	0,8214	0,993	3,59

	T (°C)	Parâmetros				R <sup>2</sup>	P (%)
		K <sub>1</sub>	n <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	n <sub>2</sub>		
Peleg	20	14,8967	1,7775	10,1926	9,9471	0,999	0,28
	30	15,0491	1,1038	32,6030	14,7651	0,999	2,84
	40	14,8135	1,0007	18,5278	15,1885	0,998	2,76

	T(°C)	Parâmetros		R <sup>2</sup>	P (%)
		a	b		
Oswin	20	5,0548	0,5109	0,989	11,54
	30	6,7008	0,5040	0,998	1,59
	40	7,3157	0,3862	0,995	3,69

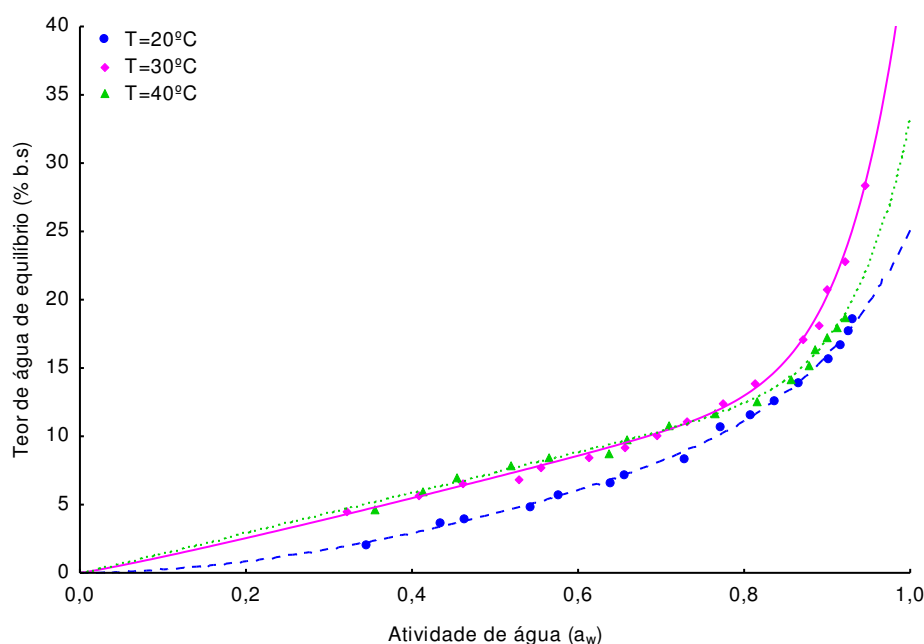
Quanto ao parâmetro K, na Tabela 4.13, que é o fator de correção das propriedades das moléculas na multicamada com relação ao volume do líquido, verifica-se valores menores que 1, variando entre 0,7962 e 0,9221. Tem-se uma elevação deste parâmetro com o aumento da temperatura para a faixa de temperatura entre 20 e 40 °C. Lemos et al. (2015) ao estudarem as isotermas de adsorção de água da farinha de casca de manga variedade Haden encontraram valores de K menores que 1 e superiores ao determinados neste estudo.

Observa-se que o parâmetro “a” do modelo de Oswin aumentou com o aumento da temperatura, enquanto que o parâmetro “b” diminuiu com a elevação da temperatura, resultado semelhante foi encontrado por Silva et al. (2015) ao determinarem as isotermas de adsorção de água das farinhas das fibras residuais secas de manga variedade Haden.

Dentre os modelos utilizados o que melhor se adequou aos dados experimentais das isotermas de adsorção de umidade da farinha do tegumento de manga da variedade Tommy Atkins foi o de Peleg em todas as temperaturas estudadas, apresentando coeficientes de

determinação ( $R^2$ ) acima de 99% e todos os desvios médios relativos (P) menores que 3%, podendo ser utilizado satisfatoriamente para representar os dados da farinha do tegumento da manga variedade Tommy Atkins. Lemos et al. (2016) encontraram valores de  $R^2$  acima de 0,99 para o modelo de Peleg ao ajustar as isotermas de adsorção das farinhas da semente de noni.

As isotermas de adsorção de umidade da farinha do tegumento de manga da variedade Tommy Atkins para as três temperaturas estudadas, ajustadas pelo modelo de Peleg estão representadas na Figura 4.6.



**Figura 4.6.** Isotermas de adsorção da farinha do tegumento de manga da variedade Tommy Atkins, ajustada pelo modelo de Peleg

Analisando a Figura 4.6 percebe-se que as isotermas de adsorção de umidade da farinha do tegumento da manga variedade Tommy Atkins nas três temperaturas estudadas são do tipo III, segundo a classificação de Brunauer et al. (1938), também foram encontrados por Moreira et al. (2013) para pó de manga liofilizada isoterma do tipo III, sendo características de alimentos ricos em compostos solúveis. Observa-se que à medida que a atividade de água aumenta e nas temperaturas de 20 e 30 °C, maior o teor de água de equilíbrio, demonstrando a esperada dependência da umidade de equilíbrio em relação a atividade de água e temperatura.

#### 4.11. Isotermas de adsorção de umidade das farinhas da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins

As isotermas de adsorção de umidade da farinha da amêndoa de manga das variedades Espada e Tommy Atkins foram discutidos separadamente em relação aos modelos matemáticos utilizados, para verificar em qual deles cada farinha se ajustam satisfatoriamente.

Os valores dos parâmetros estimados, obtidos por regressão não-linear, dos modelos de Peleg, GAB e Oswin para o ajuste das isotermas de adsorção da farinha da amêndoa de manga da variedade Espada para cada temperatura estudada, assim como os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os desvios percentuais médios (P) encontram-se na Tabela 4.14.

**Tabela 4.14.** Parâmetros de ajuste dos modelos testados da isoterma de adsorção de umidade da farinha da amêndoa de manga da variedade Espada, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C

Modelos	T(°C)	Parâmetros			$R^2$	P (%)	
		$X_m$	C	K			
GAB	20	5,3300	101201	0,8550	0,977	6,56	
	30	5,8141	882179	0,8528	0,988	4,46	
	40	6,4571	127899	0,7925	0,992	2,97	
	T (°C)	Parâmetros				$R^2$	P (%)
		$K_1$	$n_1$	$K_2$	$n_2$		
Peleg	20	14,6775	0,3369	27,342	11,2142	0,998	1,50
	30	15,9377	0,4476	27,937	10,0165	0,998	1,05
	40	14,0516	0,3314	18,079	6,5907	0,996	1,57
	T(°C)	Parâmetros		$R^2$	P (%)		
		a	b				
Oswin	20	10,2029	0,3592	0,988	4,51		
	30	10,8234	0,3741	0,994	3,00		
	40	11,1839	0,3153	0,994	2,54		

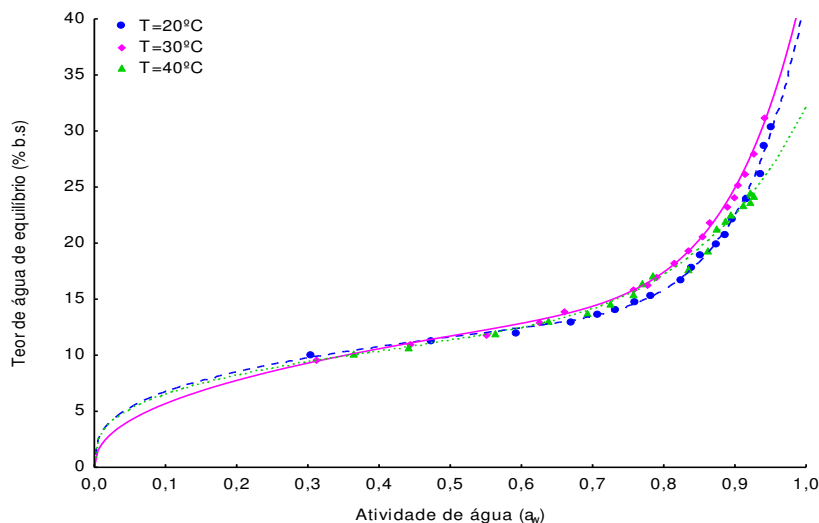
Verificando a Tabela 4.14. observa-se que os valores de  $X_m$  obtidos com o modelo de GAB aumentou com a elevação da temperatura. Comportamento inverso foi reportado por Reis et al. (2016) na determinação de isotermas de adsorção da amêndoa fermentada de cupuaçu. As farinhas mesmo com pequenas variações no parâmetro  $X_m$  de acordo com o modelo de GAB, apresentaram teor de umidade seguro para armazenagem, principalmente na temperatura de 20 °C, que de acordo com Ascheri et al. (2006) maior será a estabilidade

do produto ao apresentar menor valor de  $X_m$ . O parâmetro C não seguiu uma tendência definida em relação as temperaturas estudadas.

Todos os parâmetros mencionados para o modelo de Oswin encontram-se dentro do esperado pois conforme Blahovec (2004), este modelo deve possuir valores de a maiores que zero e b com variação entre 1 e 0. De acordo com Alcântara et al. (2009) estes parâmetros dentro desses intervalos indica que não há ponto de inflexão na curva e, sendo assim, não há mudanças na concavidade das funções; logo, esses parâmetros possuem consistência matemática e física.

O modelo de Peleg foi utilizado para ajustar as isotermas de adsorção de umidade da farinha da amêndoa da manga variedade Espada, apresentou maiores valores de  $R^2$  e os menores valores de P, indicando melhor estimativa das isotermas estudadas. Ramos et al. (2017) utilizaram o modelo matemáticos de Peleg para ajustar os dados experimentais para as isotermas de adsorção de água do amido de quinoa .

As isotermas de adsorção de umidade da farinha da amêndoa de manga da variedade Espada para as três temperaturas estudadas, ajustadas pelo modelo de Peleg estão mostradas na Figura 4.7.



**Figura 4.7.** Isotermas de adsorção da farinha da amêndoa de manga da variedade Espada, ajustada pelo modelo de Peleg

Observa-se na Figura 4.7 aumento da umidade de equilíbrio com o aumento da atividade de água. As três curvas apresentadas estão muito próximas, em alguns pontos sobrepostas não se observando diferenças consideráveis entre as temperaturas estudadas. O

comportamento é típico de isotermas do tipo II, de acordo com classificação de Brunauer et al. (1938), também foi evidenciado por Paglarine et al. (2013) em isotermas de adsorção da polpa de manga variedade Manteiga nas temperaturas de 20,30 40 e 50° C, curvas com formato sigmoidal, características do tipo II.

Os valores dos parâmetros estimados, obtidos por regressão não linear, dos modelos de Peleg, Gab e Oswin para o ajuste das isotermas de adsorção da farinha de manga da amêndoa variedade Tommy Atkins para cada temperatura estudada, assim como os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os desvios percentuais médios (P) estão apresentados na Tabela 4.15.

**Tabela 4.15.** Parâmetros de ajuste dos modelos testados da isoterma de adsorção de umidade da farinha da amêndoa de manga da variedade Tommy Atkins, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C

Modelos	T(°C)	Parâmetros			$R^2$	P (%)	
		$X_m$	C	K			
GAB	20	6,4930	741184	0,8239	0,966	6,68	
	30	11,3460	156371	0,7424	0,979	3,94	
	40	15,2480	12,6503	0,6348	0,966	5,32	
	T (°C)	Parâmetros				$R^2$	P (%)
		$K_1$	$n_1$	$K_2$	$n_2$		
Peleg	20	33,0961	15,689	18,427	0,4504	0,995	2,60
	30	24,3973	15,312	26,709	8,6957	0,998	0,71
	40	17,2901	15,204	32,241	0,7119	0,974	4,45
	T(°C)	Parâmetros		$R^2$	P (%)		
		a	b				
Oswin	20	11,905	0,3285	0,984	4,42		
	30	19,033	0,2619	0,992	2,28		
	40	19,911	0,2374	0,963	5,25		

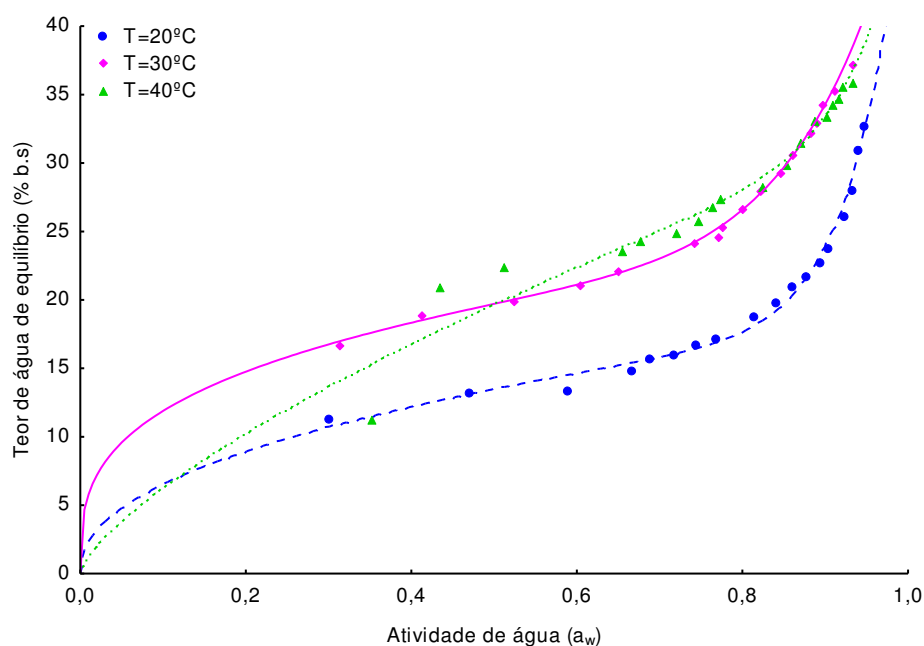
Analisando a Tabela 4.15 verifica-se que o parâmetro  $X_m$  do modelo de GAB aumentou com a elevação da temperatura, fato também verificado por Moreira et al. (2010) para isotermas de adsorção de farinha de castanha.

Dos parâmetros C e K do modelo de GAB constata-se que em todas as temperaturas  $k < 1$  e  $C > 2$ , o que, de acordo com Blahovec (2004) para estes valores, as isotermas são do Tipo II, podendo ser verificado visualmente na Figura 4.8.

Observa-se para a farinha diminuição dos valores  $K_1$  e  $n_1$  à medida que a temperatura aumenta. Comportamento inverso foi verificado por Hayoglu & Gamli (2007) para os parâmetros  $K_1$ ,  $n_1$ ,  $K_2$  e  $n_2$  ao utilizar o modelo de Peleg em estudo sobre amêndoas de pistache (*Pistacia vera*) nas temperaturas de 4 e 20 °C.

O modelo de Peleg foi utilizado para ajustar as isotermas de adsorção de umidade da farinha amêndoa da manga variedade Tommy Atkins apresentando maiores valores de  $R^2$  e os menores valores de P, indicando melhor estimativa das isotermas estudadas. Donato (2015) verificou que o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais das isotermas de adsorção da spirulina (*Spirulina platensis*), a 20, 30 e 40 °C foi o de Peleg.

As isotermas de adsorção de umidade da farinha da amêndoa de manga da variedade Espada para as três temperaturas estudadas, ajustadas pelo modelo de Peleg, estão mostradas na Figura 4.8.



**Figura 4.8** Isotermas de adsorção da farinha da amêndoa de manga da variedade Tommy Atkins, ajustada pelo modelo de Peleg

Observou-se na Figura 4.8. que não existe grande influência da temperatura sobre as umidades de equilíbrio para as atividades de água inferiores a 0,4. A partir da atividade de água de 0,5 a curva referente a temperatura de 40 °C ocupando uma posição superior em relação as demais temperaturas, todavia, a curva na temperatura de 20 °C encontrou-se em posição inferior às temperaturas de 30 e 40 °C em toda a faixa de atividade de água estudada.

#### 4.12. Caracterização físico-química e física das barras de cereais

Na Tabela 4.16 observam-se os resultados das análises físico-químicas e físicas das barras de cereais elaboradas



**Tabela 4.16.** Análises físico-químicas e físicas das barras de cereais elaboradas

Parâmetros	Barras de cereais elaboradas				
	BTE	BTT	BAE	BAT	BPP
Umidade (%)	13,348a	13,169a	13,155a	13,230a	13,276a
Aw (25 °C)	0,591b	0,592b	0,605a	0,605a	0,567b
pH	5,84	6,05	6,06	6,03	6,27
Luminosidade (L*)	45,170c	45,310c	47,493b	47,690b	49,566a
Intensidade de vermelho (+a*)	11,023a	9,060c	8,656d	7,773e	9,406b
Intensidade de amarelo (+b*)	28,856a	24,773c	25,640b	25,683b	28,548a

BTE - Barra com adição de 50% de farinha do tegumento da manga Espada; BTT - Barra com adição de 50% farinha do tegumento da manga Tommy Atkins; BAE - Barra com adição de 50% de farinha da amêndoa da manga Espada; BAT: Barra com adição de 50% farinha da amêndoa da manga Tommy Atkins; BPP - Barra padrão sem adição de farinha de manga; Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ( $p > 0,05$ )

Observou-se na Tabela 4.16. que os valores médios de umidade foram inferiores ao obtido por Costa et al. (2016b) em barras de cereais com farinha de casca de maracujá, cujos valores encontrados foram 18,34, 16,66 e 15,30% para formulação A (controle), formulação B (substituição de 30%) e formulação C (substituição de 40%), respectivamente e superiores ao determinado por Leite (2013) nas barras de cereais adicionadas de farinha de casca de banana, cujos valores variaram de 11,41 a 12,89%. Não se observou diferenças significativas entre elas a 5% de probabilidade, indicando que a adição da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins não influenciou na umidade das barras, estes teores de umidade estão de acordo com a Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005, que estabelece limite de 15% de umidade para produtos à base de cereais (Brasil, 2005), tendo em vista que teores mais baixos de umidades são importantes para manutenção da qualidade, aumentando assim a vida útil do produto, dificultando o desenvolvimento de microrganismos. Além disso, Takeuchi et al.(2005) afirmam que baixos teores de umidade conservam o efeito crocante das barras de cereais por mais tempo, o que é uma característica desejável dos consumidores.

A atividade de água (aw) das barras BTE, BTT e BPP apresentaram os valores próximos ao determinado por Silva et al. (2015) ao medir atividade de água nas três formulações de barras de cereais de resíduos de extrato de soja com adição de pó de casca

de noz-pecã obtendo os valores de 0,566, 0,570, e 0,576 na formulação 1, formulação 2 e formulação 3, respectivamente. Não se observou diferenças significativas entre estas amostras. Enquanto as barras BAE e BAT apresentaram valores em torno de 0,6 indicando que as barras de cereais desenvolvidas neste trabalho podem ser consideradas um produto microbiologicamente seguro. Estes resultados corroboram com os resultados obtidos na avaliação microbiológica, onde as amostras apresentaram-se próprias para consumo, não sendo identificada a presença de *Salmonella* e de *Bacillus cereus*. Sampaio (2009) relata que para qualquer tipo de bactéria, o valor mínimo de atividade de água requerido para seu crescimento é de 0,75 (bactérias halófilas), enquanto que as leveduras osmófilas e fungos xerófilos são capazes de se desenvolver em atividade de água entre 0,61 e 0,65. A atividade de água também influencia sobre a vida útil das barras de cereais e, segundo Paiva (2008), valores acima de 0,6 diminuem a estabilidade química, física e microbiológicas.

Os valores de pH das barras elaboradas apresentaram-se levemente ácido, situando-se na faixa de 6,0, indicando um produto susceptível ao ataque microbiológico, diminuindo assim a sua vida de prateleira e indicando a necessidade de uma embalagem apropriada para barras de cereais, com exceção da BTE, que apresentou pH de 5,84 resultado próximo ao determinado por Arévalo-Pinedo et al. (2013) que encontraram valores médios de pH próximos a 5,37, quando elaboraram barra de cereal a base de farinha de amêndoa de babaçu.

Assim, na Tabela 4.14 estão os resultados obtidos na análise de cor das barras de cereais elaboradas neste estudo. Na análise das cores das barras BTE e BTT conforme o parâmetro  $L^*$  as amostras apresentaram  $L^* = 45,179$  e  $L^* = 45,310$ , respectivamente, não se observando diferenças significativas entre as amostras. Para as barras BAE e BAT as amostras apresentaram  $L^* = 47,493$  e  $L^* = 47,690$ , respectivamente, não se observando diferenças significativas entre as amostras. A barra BPP apresentou  $L^* = 49,566$ , diferindo estatisticamente das barras BTE, BTT, BAE e BAT. O parâmetro  $L^*$ , define a luminosidade da cor entre 0, que indica cor totalmente preta (ausência de cor) e 100, totalmente branca (cor alva). Tomando como referência esta definição pode-se afirmar que a barra BPP apresentou coloração mais clara, seguida das barras BAT e BAE, enquanto que as barras BTT e BTE tenderam a uma coloração mais escura, demonstrando que com a adição da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga nas barras de cereais o valor de  $L^*$  diminuiu. Silva et al. (2009c) também observaram uma diminuição do valor de  $L^*$  na barra de cereal enriquecida com resíduo industrial de maracujá.

Os resultados obtidos na ANOVA para o parâmetro  $a^*$  (que varia do verde ao vermelho) mostraram que as barras de cereais elaboradas apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre si. Observa-se que a barra BTE apresenta uma maior tendência ao vermelho, enquanto a BAT uma menor tendência. Reinoso (2017) observou valor de  $a^* = 9,1$  na barra de cereal adicionada de farinha de casca de manga variedade Tommy Atkins, valor semelhante aos observados nas barras BTT e BPP.

Do parâmetro  $b^*$  (que varia do azul ao amarelo) observou-se que nas barras BAE e BPP e BAE e BAT os valores para este parâmetro não diferiram estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ).

Nota-se a predominância de pigmentos vermelhos e amarelos devido aos valores positivos, com predominância da cor amarela sobre a vermelha em todas as barras analisadas, assim como reportado por Marques (2013) em seu estudo com barras de cereais adicionadas de farinha do resíduo de acerola.

#### 4.13. Determinação da textura instrumental das barras de cereais

##### 4.13.1. Análise do perfil de textura (TPA)

Na Tabela 4.17 estão expressos os resultados médios das análises do perfil de textura das barras de cereais elaboradas.

**Tabela 4.17.** Parâmetros de análise para as amostras de barras de cereais do perfil de textura das barras de cereais

Atributos Avaliados	Barras de cereais elaboradas				
	BTE	BTT	BAE	BAT	BPP
Dureza (N)	169,979b	134,119c	171,438c	179,662b	226,852a
Elasticidade	0,989a	0,999a	0,999a	0,972a	0,999a
Mastigabilidade (N)	34,675b	30,017b	37,960b	38,972b	50,613a
Coabilidade	0,206a	0,224a	0,221a	0,217a	0,223a

BTE - Barra com adição de 50% de farinha do tegumento da manga Espada; BTT - Barra com adição de 50% de farinha do tegumento da manga Tommy Atkins; BAE - Barra com adição de 50% de farinha da amêndoa da manga Espada; BAT - Barra com adição de 50% de farinha da amêndoa da manga Tommy Atkins; BPP - Barra padrão sem adição de farinha de manga; Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ( $p > 0,05$ ).

Para o parâmetro dureza (Tabela 4.17) as amostras (BTE e BAT) e (BTT e BAE) não diferiram estatisticamente entre si, enquanto que a barra BPP diferiu

significativamente das demais barras elaboradas, demonstrando que a adição da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa das variedades Espada e Tommy Atkins diminuiu significativamente a dureza das barras. Tramuja (2015) avaliou a dureza de barras de cereais com ingredientes prebióticos e probiótico; as barras apresentaram valores bastante divergentes entre todos os tratamentos, variando entre 11,19 (agente ligante colágeno) até 55,81 (agente ligante goma guar). Foi observado por Damasceno (2016) em barras de cereais enriquecidas com biomassa de *A. platensis* que o parâmetro dureza nas amostras analisadas não diferiram significativamente entre si, resultado indicativo de que a adição de *A. platensis* não alterou a dureza das amostras.

As elasticidades das amostras analisadas não diferiram estatisticamente entre si, resultado semelhante ao verificado por Rocha (2011) em barras de cereais incorporadas com proporções de 10, 20 e 30% de fibra de milho, com e sem forneamento.

As amostras BTE, BTT, BAE e BAT não diferiram estatisticamente entre si na mastigabilidade, no entanto, essas barras diferiram estatisticamente da BPP, a qual apresentou um maior valor, demonstrando que esta barra necessita de uma maior força para ser mastigada até o ponto de deglutição, ou seja, a adição da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa variedade Espada e Tommy Atkins diminuiu significativamente a mastigabilidade das barras. Haddad (2013) elaborou barras alimentícias de sabor salgado com diferentes agentes ligantes, obtendo resultados de mastigabilidade que variaram de 1,87 a 12,55 nas formulações elaboradas, resultados inferiores aos determinados neste estudo. A coesividade é a medida de extensão em que um material pode ser deformado antes de se romper, ou seja, é a força das ligações internas que dão corpo ao produto. A coesividade apresentou valores que variaram de 0,206 (BTE) a 0,224 (BTT), não se observando diferenças significativas entre si. Resultado semelhante também foi verificado por Damasceno (2016) para as barras de cereais enriquecidas com biomassa de *A. platensis*.

#### 4.13.2. Teste de cisalhamento

Estão apresentados na Tabela 4.18 os resultados médios do teste de cisalhamento das barras de cereais elaboradas.

**Tabela 4.18.** Média dos valores de força máxima de corte aplicada às amostras de barra de cereais

Atributo Avaliado	Barras de cereais elaboradas				
	BTE	BTT	BAE	BAT	BPP
Força máxima (N)	7,825 bc	6,921 c	16,058 a	15,658 a	10,196 b

BTE - Barra com adição de 50% de farinha do tegumento da manga Espada; BTT - Barra com adição de 50% de farinha do tegumento da manga Tommy Atkins; BAE - Barra com adição de 50% de farinha da amêndoa da manga Espada; BAT - Barra com adição de 50% de farinha da amêndoa da manga Tommy Atkins; BPP - Barra padrão sem adição de farinha de manga. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ( $p > 0,05$ )

As barras de cereais elaboradas apresentaram valores bastante divergentes (Tabela 4.18) entre todos os tratamentos quanto a força máxima de corte, variando entre 6,921 (BTT) até 16,058 (BAE).

Tomando-se como referência o valor da força de cisalhamento da barra BPP (Padrão) pode-se afirmar que ao adicionar a farinha do tegumento da variedade Espada e Tommy Atkins nas barras a força de cisalhamento diminuiu, enquanto que com a adição da farinha da amêndoa da variedade Espada e Tommy Atkins a força de cisalhamento aumentou. Estudo conduzido por Silva et al. (2011) analisaram por meio de um texturômetro, uma barra de cereal produzida com grãos de quinoa (*Chenopodium quinoa*) e outra com farinha de quinoa (*Chenopodium quinoa*) para determinar a força máxima de corte. Os resultados demonstraram que a barra produzida com farinha apresenta um valor de força máxima maior que aquela produzida com os grãos. Valores encontrados por Fonseca (2009) variaram entre 61,29 N a 62,76 N para barras de cereais formuladas a partir de frutas desidratadas, foram superiores ao encontrados neste estudo.

#### 4.14. Análises microbiológicas das barras de cereais

As análises microbiológicas foram executadas para assegurar a inocuidade do produto e assim oferecer segurança aos julgadores requisitados para empreender a análise sensorial das barras de cereal.

Na Tabela 4.19 estão apresentados os resultados da análise microbiológica dos cinco tipos de barras de cereais elaboradas.

**Tabela 4.19.** Análises microbiológicas da barra padrão (sem adição de farinha) e das barras de cereais adicionadas de 50% de farinha do tegumento da manga Espada, 50% de farinha do tegumento da manga Tommy Atkins, 50% de farinha da amêndoa da manga Espada e 50% de farinha da amêndoa da manga Tommy Atkins

Análises	BPP	BTE	BTT	BAE	BAT
Coliformes a 35 °C/g	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coliformes a 45 °C/g	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bacillus cereus</i> /g	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Salmonella</i> sp em 25 g	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

Cada valor representa a média das três repetições; BPP - Barra padrão sem adição de farinha de manga; BTE - Barra com adição de 50% de farinha do tegumento da manga Espada; BTT - Barra com adição de 50% farinha do tegumento da manga Tommy Atkins; BAE - Barra com adição de 50% de farinha da amêndoa da manga Espada; BAT - Barra com adição de 50% farinha da amêndoa da manga Tommy Atkins

Os dados indicam que todas as amostras estavam livres da presença de coliformes, a 35 e 45 °C, *Bacillus cereus* e *Salmonella* sp. Estes resultados estão de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela RDC nº 12 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (Brasil, 2001) que estabelece que os cereais compactados, em barra ou outras formas, com ou sem adições devem conter no máximo  $5 \times 10$  NMP/g de coliformes fecais e  $5 \times 10^2$  UFC/g de *Bacillus cereus*, não devendo haver presença de *Salmonellas* sp. em 25 g. confirmando que os procedimentos de higienização realizados para a elaboração das barras de cereais, assim como sua manipulação adequada, garantiram a segurança microbiológica do produto. Logo, todas as formulações de barras de cereais adicionadas de farinhas do tegumento e da farinha da amêndoa de mangas variedade Espada e Tommy Atkins e a barra padrão encontraram-se próprias para o consumo. Apresentando-se, portanto segurança do ponto de vista microbiológico, sendo então próprias para o consumo.

#### 4.15. Avaliação sensorial das barras de cereais adicionadas das farinhas do tegumento das variedades Espada e Tommy Atkins

A avaliação dos atributos sensoriais, aceitação global e da intenção de compra das barras de cereais adicionadas da farinha do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins e da barra sem adição de farinha de manga estão apresentadas na Tabela 4.20.

**Tabela 4.20.** Valores médios dos atributos sensoriais e de intenção de compra das barras de cereais elaboradas com farinha do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins

Atributos Avaliados	Barras de cereais elaboradas			CV (%)
	BTE	BTT	BPP	
Cor	6,76 a	6,30 b	6,98 a	13,12
Aroma	6,44 a	6,08 a	6,50 a	14,38
Aparência	6,62 a	6,48 a	6,82 a	12,83
Textura	6,70 ab	6,44 b	6,94 a	14,66
Sabor	6,80 ab	6,50 b	7,14 a	15,29
Aceitação global	7,20 ab	6,84 b	7,38 a	14,44
Intenção de Compra	3,94 ab	3,60 b	4,00 a	18,82

BTE - Barra com adição de 50% de farinha do tegumento da manga Espada; BTT - Barra com adição de 50% de farinha do tegumento da manga Tommy Atkins; BPP - Barra padrão sem adição de farinha de manga; Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ( $p > 0,05$ ); CV% - coeficiente de variação. Escala hedônica estruturada: 1-desgostei muitíssimo e 9-gostei muitíssimo; Intenção de compra: 1-certamente não compraria e 5-certamente compraria

Verifica-se na Tabela 4.20 que todas as formulações estudadas (BTE, BTT e BPP) apresentaram aceitação sensorial satisfatória em relação aos atributos avaliados, com notas médias da escala hedônica situando-se entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente). Resultados semelhantes foram obtidos por Silveira et al. (2014) ao avaliar sensorialmente barras de cereais com farinha da casca de berinjela.

Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as barras elaboradas para os atributos aroma e aparência; o mesmo aconteceu com o parâmetro aroma em barras de cereais com farinha de casca de banana elaborado por Leite (2013).

Para os atributos cor, textura e sabor, as maiores notas foram observadas para a amostra padrão (BPP), mas sem diferença estatisticamente significativa para a amostra BTE. Silva et al. (2015) relataram que não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para os atributos sensoriais sabor e cor na avaliação sensorial da barra de cereal utilizando resíduo de extrato de soja com adição de pó de casca de noz.

Analisando a aceitação global, as médias ficaram na faixa de 7,00 o que classifica as formulações como aceitáveis, embora tenham apresentado diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ). Observou-se que a barra BPP apresentou-se numericamente a maior aceitação global, 7,38, seguida da amostra BTE, que foi de 7,18, inexistindo diferença estatisticamente significativa entre as duas. Para a amostra BTT obteve-se a menor média, 6,84.

Com relação à intenção de compra, observou-se que não houve diferença significativa entre as barras elaboradas BTE e BTT a 5% de probabilidade, bem como entre BTE e BPP. Todas as barras de cereais provavelmente seriam adquiridas pelos julgadores, uma vez que apresentaram uma nota aproximada de 4, demonstrando a boa aceitação e viabilidade comercial das barras de cereais elaboradas.

Considerando as variedades de mangas utilizadas na elaboração das barras e comparando-se as barras BTE e BTT e BPP pode-se afirmar que a barra BTE não diferiu estatisticamente a 5% de probabilidade da barra BPP em todos os atributos avaliados, evidenciando que a adição da farinha do tegumento da manga Espada não influenciou no julgamento destes atributos, indicando semelhança em comparação a amostra padrão (BPP). Pode-se afirmar que a barra de cereal BTE é uma boa alternativa para industrialização e comercialização, desta forma, a elaboração da barra de cereal adicionada da farinha do tegumento da manga variedade Espada cria uma possibilidade para o aproveitamento deste resíduo, contribuindo para a diminuição da carga ambiental causada pelo mesmo no processamento da manga, ao mesmo tempo em que agrega valor à cadeia produtiva do fruto.

#### 4.15.1. Índice de aceitabilidade das barras de cereais adicionadas das farinhas do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins

Na Tabela 4.21. encontram-se os valores do Índice de aceitabilidade (IA) das barras de cereais adicionadas da farinha do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins e da barra sem adição de farinha de manga.

**Tabela 4.21.** Índice de aceitabilidade IA (%) para as barras de cereais adicionada da farinha do tegumento da manga variedade Espada e Tommy Atkins

Atributos avaliados	Índice de aceitabilidade (%)		
	BTE	BTT	BPP
Cor	75,11	70,00	77,55
Aroma	71,55	67,55	72,22
Aparência	73,55	72,00	72,00
Textura	74,44	71,55	77,11
Sabor	75,55	72,22	79,33
Aceitação global	80,00	76,00	82,00

BTE - Barra com adição de 50% de farinha do tegumento da manga Espada; BTT - Barra com adição de 50% de farinha do tegumento da manga Tommy Atkins; BPP - Barra padrão sem adição de farinha de manga



Com base nas notas para a aceitabilidade e no cálculo do IA expostos na Tabela 4.21 pode-se verificar que todas as formulações apresentaram boa aceitabilidade, visto que as barras de cereais avaliadas apresentaram índices de aceitabilidade (IA), superiores a 70 % para todos os atributos avaliados, notando-se um destaque da aceitação global para as três barras de cereais elaboradas. De acordo com Dutcosky (2007) para que um produto seja considerado aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que obtenha índice de aceitabilidade de, no mínimo, 70%. Estes valores foram semelhantes aos determinados por Leite (2013) para as barras de cereais com farinha de casca de banana e inferiores aos relatos por Fonseca et al. (2011) ao avaliar sensorialmente barras de cereais incorporadas de 13,5% de geleia de casca de abacaxi na formulação, obtendo um índice de aceitabilidade de 91%.

#### 4.16. Avaliação sensorial das barras de cereais adicionada das farinhas das amêndoas das variedades Espada e Tommy Atkins

A avaliação dos atributos sensoriais, aceitação global e da intenção de compra das barras de cereais adicionadas da farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins e da barra sem adição de farinha de manga estão apresentadas na Tabela 4.22.

**Tabela 4.22.** Valores médios dos atributos sensoriais e de intenção de compra das barras de cereais elaboradas com farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins

Atributos Avaliados	Barras de cereais elaboradas			CV (%)
	BAE	BAT	BPP	
Cor	6,70 a	7,00 a	6,90 a	10,91
Aroma	6,72 a	6,62 a	6,60 a	13,50
Aparência	7,02 a	6,96 a	6,82 a	12,21
Textura	7,16 a	7,00 a	7,08 a	11,77
Sabor	7,22 a	7,21 a	7,18 a	12,86
Aceitação global	7,22 a	7,18 a	7,16 a	12,25
Intenção de compra	4,00 a	3,99 a	3,94 a	18,84

BAE - Barra com adição de 50% de farinha da amêndoa da manga Espada; BAT - Barra com adição de 50% de farinha da amêndoa da manga Tommy Atkins; BPP - Barra padrão sem adição de farinha; BPP - Barra padrão sem adição de farinha de manga; Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ( $p > 0,05$ ); CV% - Coeficiente de variação; Escala hedônica estruturada: 1-desgostei muitíssimo e 9-gostei muitíssimo. Intenção de compra: 1-certamente não compraria e 5-certamente compraria

Através do teste estatístico de comparação de médias mostrado na Tabela 4.22, pôde-se verificar que não houve diferença entre os atributos sensoriais avaliados, mostrando grande similaridade das amostras testadas. Quanto aos atributos avaliados, todos obtiveram médias em torno de 7, sendo consideradas aceitas para consumo. Tais resultados são concordantes com os obtidos por Munhoz (2013) avaliando sensorialmente as barras de cereais adicionadas de amêndoas de babaçu.

No atributo cor, percebeu-se que a média da barra BAT foi superior, seguidas da BPP e BAE. O mesmo aconteceu com a aparência, sendo esses resultados concordantes com os determinados por Silva et al. (2009), que relataram não existir diferença significativa em relação aos parâmetros cor e aparência para formulações de barras de cereais contendo albedo de maracujá.

Não houve diferença estatística para o atributo aroma, sendo que o mesmo resultado foi obtido por Leite (2013) para as barras de cereais com farinha da casca de manga. Em relação ao atributo textura, a amostra BAE apresentou uma maior média neste atributo, mas sem diferença estatisticamente significativa.

Quanto ao atributo sabor, constatou-se que não houve diferença significativa a 5% de probabilidade entre as amostras, indicando que a adição da farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins não foi percebida pelos julgadores de modo a influenciar a pontuação, diferente do que foi obtido por Ambrósio-Ugri & Ramos (2012), onde a substituição parcial da aveia pela farinha da casca de maracujá resultou em uma diferença perceptível pelos provadores.

Analisando a aceitação global, as médias ficaram acima de 7,00, o que classifica as barras de cereais elaboradas como aceitáveis, embora não tenham apresentado diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ). Observa-se que a barra BAE apresenta numericamente a maior aceitação global, 7,22, seguida da amostra BAT que foi de 7,18. Para a amostra BPP há a tendência de menor média, 7,16. Tais resultados estão de acordo com os determinados por Pinedo et al. (2013) em barra desenvolvida à base de farinha de amêndoa de babaçu.

De acordo com o teste de intenção de compra, todas as barras de cereais elaboradas provavelmente seriam adquiridas pelos julgadores, uma vez que apresentaram score aproximado de 4. Campos et al. (2014), analisando sensorialmente barras de cereais com amêndoa de cumbaru e adição de diferentes percentuais de farinha de okara, concluíram que as amostra F1(adicionada 15% de farinha) e F2 (adicionada 25% de farinha) apresentaram melhor intenção de compra que a amostra F3 (adicionada 35% de farinha)

Considerando as variedades de mangas utilizadas na elaboração das barras e comparando-se as barras BAE e BAT com a BPP pode-se afirmar que as barras analisadas não diferiram estatisticamente a 5% de probabilidade em todos os atributos avaliados. Entretanto, a barra padrão (BPP) obteve notas mais baixas que as barras elaboradas com adição de farinhas das amêndoas das variedades Espada e Tommy Atkins de mangas em todos os atributos estudados, exceto a cor, o que comprova uma boa aceitação das barras desenvolvidas com a adição de farinha de amêndoa da manga. Pode-se afirmar que a BAE obteve médias superiores em todos os atributos avaliados, com exceção do parâmetro cor, resultados que demonstram que a barra de cereal adicionada da farinha da amêndoa da manga variedade Espada apresenta viabilidade tecnológica, de forma a garantir a qualidade sensorial, com potencial para a indústria alimentícia, constituindo-se uma alternativa para valorização deste resíduo.

#### 4.16.1. Índice de aceitabilidade das barras de cereais adicionadas das farinhas da amêndoas da manga variedade Espada e Tommy Atkins

Estão apresentados na Tabela 4.23 os valores do Índice de aceitabilidade das barras de cereais adicionadas da farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins e da barra sem adição de farinha de manga.

**Tabela 4.23.** Índice de aceitabilidade IA (%) para as barras de cereais adicionada da farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins

Atributos avaliados	Índice de aceitabilidade (%)		
	BAE	BAT	BPP
Cor	74,44	77,77	76,66
Aroma	74,66	73,55	73,33
Aparência	78,00	77,33	75,77
Textura	79,55	77,77	78,66
Sabor	80,22	80,66	79,77
Aceitação global	80,22	79,77	79,55

BAE - Barra com adição de 50% de farinha da amêndoa da manga Espada; BAT - Barra com adição de 50% de farinha da amêndoa da manga Tommy Atkins; BPP - Barra padrão sem adição de farinha; BPP - Barra padrão sem adição de farinha de manga

Observa-se que as formulações foram bem aceitas pelos provadores, atingindo-se altos índices de aceitabilidade (IA) para todos os atributos estudados, notando-se destaque do sabor para ambas as formulações. Estes valores foram concordantes para as barra de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu (*Attalea speciosa*) elaboradas por Arévalo-Pinedo et al. (2013) e Souza & Menezes (2006) trabalhando com cereais matinais a base de castanha-do-brasil, que também encontraram altos índices de aceitabilidade quanto ao sabor e aceitação global, na faixa de 7 a 8 em média.

## 5. CONCLUSÕES

1. Dentre os modelos ajustados aos dados de cinética de secagem dos tegumentos e das amêndoas das mangas, variedades Espada e Tommy Atkins o de Page apresentou os melhores ajustes para as três temperaturas e três velocidades do ar de secagem utilizadas.

2. As farinhas do tegumento e da amêndoa Espada e Tommy Atkins tiveram preservada a qualidade nutricional com relação as amostras in natura.

3. As farinhas dos tegumentos e as farinhas das amêndoas variedades Espada e Tommy Atkins apresentaram em sua constituição compostos fenólicos totais, taninos totais, flavonoides totais e carotenoides totais, podendo ser utilizadas como fontes de compostos bioativos antioxidantes.

4. Os valores de ângulo de repouso, tempo de escoamento e taxa de molhabilidade, demonstraram que as farinhas do tegumento e das amêndoas da variedade Espada e Tommy Atkins não apresentam problemas de fluidez e tem fácil reconstituição.

5. O modelo de GAB resultou no melhor ajuste à isoterma de adsorção de umidade da farinha do tegumento variedade Espada, enquanto que o de PELEG resultou nos melhores ajustes às isotermas de adsorção de umidade da farinha do tegumento da variedade Tommy Atkins e das farinhas da amêndoa variedade Espada e Tommy Atkins em todas as temperaturas estudadas.

6. As barras de cereais apresentaram baixos valores de umidade e atividade de água. O pH das amostras manteve-se levemente ácido. A coloração e a textura das barras foram influenciadas pela adição da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga das duas variedades.

7. A adição da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga variedade Espada e Tommy Atkins na elaboração das barras de cereais, apresentou resultados satisfatórios em relação à aceitação, intenção de compra e índice de aceitabilidade. As amostras elaboradas com farinha tegumento da manga variedade Espada e com a farinha da amêndoa da manga variedade Espada apresentaram a maior aceitação em números absolutos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, E. M.; DARWISH, S. M.; AYAD, E. H. E.; EL-HAMAHMY, R. M. Egyptian mango by-product Compositional quality of mango seed kernel. **Food Chemistry**, v.103, n.4, p.1134-1140, 2007.

AGIBERT, S. A. C.; OLIVEIRA, F. A. de.; MEDEIROS, M. B. O. de.; Rodrigues, A. R. P. Avaliação das características físicas e da aceitação sensorial de biscoito adicionado de bagaço de manga. In: XVI Congresso Brasileiro de Tecnologia de Alimentos. **Anais...** Gramado-RS, 2016.

AKPINAR, E. K. Mathematical modelling of thin layer drying process under open sun of some aromatic plants. **Journal of Food Engineering**, v.77, n.4, p.864-870, 2006.

ALEXANDRE, H. V.; SILVA, F. L. H. da; GOMES, J. P.; SILVA, O. S. da; CARVALHO, J. P. D.; LIMA, E. E. de. Cinética de secagem do resíduo de abacaxi enriquecido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.6, p.640-646, 2013.

ALEXANDRE, H. V. **Secagem da polpa de pitanga e armazenamento do pó**. 2005. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

ALCÂNTARA, S. R.; SOUSA, C. A. B. de.; ALMEIDA, F. A. C. de.; GOMES, J. P. Caracterização físico-química das farinhas do pedúnculo do caju e da casca do maracujá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.Especial, p.473-478, 2012.

ALCÂNTARA, S. R.; ALMEIDA, F. de A. C.; SILVA, F. L. H. da; GOMES, J. P. Isotermas de adsorção do pedúnculo seco do caju. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.81-87, 2009.

ALMEIDA, P. S.; XAVIER, T. P.; BACELOS, M. S.; BARROZO, M. A. S.; LIRA, T. S. Estimativa de parâmetros cinéticos da secagem da casca da macadâmia em camada fina. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v.1, n.1, p.1-5, 2013.

ALVES, F. M. S.; MACHADO, A. V.; QUEIROGA, K. H. Alimentos produzidos a partir de farinha de caju, obtida por secagem. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.3, p.131-138, 2011.

AMBROS, L. **Isotermas desorção de farinha de jabuticaba: determinação experimental e avaliação de modelos matemáticos**. 2013. 46f. (Trabalho de Conclusão de Curso) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia química. Porto Alegre-RS.

AMBROSIO-UGRI, M. C. B.; RAMOS, A. C. H. Elaboração de barras de cereais com substituição parcial de aveia por farinha da casca de maracujá. **Revista Tecnológica**, v.21, p.69-76, 2012.

ANDRADE, L.A. **Aproveitamento do caroço de manga: Um estudo da viabilidade da pirolise usando energia solar**. 2015. 110f. (Dissertação). Universidade Federal de Uberlândia. Faculdade de Engenharia Química. Uberlândia – MG.

ANDRADE, L. A.; RIBEIRO, L. P.; RIBEIRO, V. B.; PEREIRA, M, A, B.; VIEIRA, L. G. M. E.; BARROSO, M, A.S., Caracterização dos compostos bioativos presentes na biomassa residual da manga Ubá. In: XIX Jornada de Engenharia Química, **Anais...**2014.

- ANDRADE, J. K. S.; SILVA, G. F.; BARRETTO, L. C. O.; SANTOS, J. S. B. Estudo da cinética de secagem, extração, caracterização e estabilidade térmica do óleo das sementes de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.) **Revista GEINTEC**, v.3, n.5, p.283-291, 2013.
- ANDRADE, A. A.; RODRIGUES, M. C. P.; NASSU, R. T.; SOUZA NETO, M. A. Medidas instrumentais de cor e textura em queijo de coalho. In: XV ENAAL Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, **Anais...** 2007, Fortaleza. 2007.
- ANDRÉ, A. M. M. C. N.; CASTRO, D. S.; ALMEIDA, R. D.; OLIVEIRA, V. F.; MOREIRA, I. S. Comparação de modelos matemáticos da cinética de secagem de cascas de manga espada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.9, n.3, p.19-27, 2014.
- AOAC - **Official of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Washington: AOAC, 1990.
- ARAÚJO, C. R. **Cascas liofilizadas de Tommy Atkins: teor de fitoquímicos bioativos e potencial antioxidante**. 2012. 133f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciências Domésticas, Recife-PE.
- ARBOS, K. A.; STEVANI, P. C.; CASTANHAR, F. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. **Revista Ceres**, v.60, n.2, p.161-165, 2013.
- ARÉVALO-PINEDO, A.; AREVALO, Z. D. S.; BESERRA, N. S.; ZUNIGA, A. D. G.; COELHO, A. F. S.; PINEDO, R. A. Desenvolvimento de barra de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu (*Orbygnia speciosa*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, p.405-411, 2013.
- AROGBA, S.S. Quality characteristics of a model biscuit containing processed mango (*Mangifera indica*) kernel flour. **International Journal of Food Properties**, v.5, n.2, p.249-260, 2002.
- AROGBA, S. S. The performance of processed mango (*Mangifera indica*) kernel flour in a model food system. **Bioresource Technology**, v.70, n.3, p.277-281, 1999.
- ASCHERI, D. P. R.; ANDRADE, C. T.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R. Efeito da extrusão sobre a adsorção de água de farinhas mistas pré-gelatinizadas de arroz e bagaço de jabuticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.325-335, 2006.
- ASHOUSH, I. S. E.; GADALLAH, G. E. Utilization of Mango Peels and Seed Kernels Powders as Sources of Phytochemicals in Biscuit, **World Journal of Daire & Food Sciences**, v.6, n.1, p.35-42, 2011.
- AZEVÊDO, L. C. de; AZOUBEL, P. M.; SILVA, I. R. A.; ARAÚJO, A. J. de B.; OLIVEIRA, S. B. Caracterização físico-química da farinha da casca de manga cv. Tommy Atkins. In: XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. **Anais...** Viçosa: UFV, p.1-3, 2008.
- AZOUBEL, P. M.; EVANGELISTA, E. C. da.; OLIVEIRA S. B.; SILVA, I. R. A.; ARAÚJO, A. J. B. Cinética de secagem de casca de manga “Tommy Atkins”. In: XVII Congresso Brasileiro de Engenharia Química, **Anais...** Recife -PE, 2008.
- BACURAU, Í. M.; AMORIM, F. V.; OLIVEIRA, E. K. G. de; FRANÇA, V. C.; ALMEIDA, M. M. de.; LUIZ, M. R. Estudo do processo de secagem da entrecasca de melancia (*Citrullus*

*lanatresus*) produzindo a farinha utilizada para confecção de novos produtos. In: XX Congresso Brasileiro de Química. **Anais...** Florianópolis-SC, 2014.

BALESTRO, E. A.; SANDRI, I. G.; FONTANA, R. C. Utilização de bagaço de uva com atividade antioxidante na formulação de barra de cereais. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, n.2, p.203-209, 2011.

BATISTA, E. M.; MOISÉS, R. M. M.; SOUZA, P. A. de; SOARES, D. J.; OLIVEIRA, Z. L. de.; SILVA, M. O. E. T da.; MOURA, F. J. N. de.; REGIS, A. de A.; BEZERRA, H. N. B. R.; SOUSA, POLIANA, BRITO de. Análise Microbiológica de Barras de Cereais Elaboradas com Resíduos Industriais de Frutas. In: XII Latin American Congress on Food Microbiology and Hygiene. Blucher Food Science. **Proceedings...**, v.1, n.1, p.381-382. São Paulo-SP, 2014.

BARD, E. K. **Estudo da secagem convectiva da casca de manga visando minimizar a perda de compostos fenólicos**. 2011. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Porto Alegre.

BARTOLOTTI, C.T. **Estudo experimental da fluidodinâmica de uma mistura de resíduo de acerola e soja em leito de jorro**. 2012. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.

BATISTA SOBRINHO, I. S. **Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriundos da indústria produtora de polpas**. 2014. 166p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-Bahia.

BAÚ, T. R.; CUNHA, M. A. A.; CELLA, S. M.; OLIVEIRA, A. L. J.; ANDRADE, J. T. Barra alimentícia com elevado valor proteico: formulação, caracterização e avaliação sensorial. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.4, n.1, p.42-51, 2010.

BECKER, T. S.; KRÜGER, R. L. Elaboração de barras de cereais com ingredientes alternativos e regionais do Oeste do Paraná. **Arquivo de Ciência e Saúde**, v.14, n.3, p.217-224, 2010.

BENDER, A. B. B.; LUVIELMO, M. DE M.; LOUREIRO, B.B.; SPERONI, C. S.; BOLIGON, A. A. SILVA, L. P. da. Obtenção e caracterização de farinha de casca de uva e sua utilização em snack extrusado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.19, p.1-9, 2016.

BETIOL, L. F. L. **Estudo das isotermas de adsorção do bagaço de mandioca proveniente da indústria de fécula**. 2016. 87 f. Dissertação (Mestrado em Letras e Ciências Exatas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto.

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

BLAHOVEC, J. Sorption isotherms in materials of biological origin mathematical and physical approach. **Journal of Food Engineering**, v.65, n.4, p.489-495, 2004.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**, 2ª ed. São Paulo: Varela, 1992. 223 p.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; CHAVES, J. B. P.; GERMANI, R.; PAULA, C. D. Caracterização físico-química e reológica de farinhas mistas de trigo e linhaça. **Boletim do CEPPA**, v.29, n.2, p.159-172, 2011.



BRACHT, C. K.; MENEZES, M. L.; AMBROSIO UGRI, M. C. B.; PEREIRA, N. C. Determinação das isotermas de equilíbrio das sementes de uva das variedades cabernet sauvignon e bordô. **ENGEVISTA**, v.17, n.1, p.44-58, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Resolução nº 263 de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 10 de janeiro de 2001. Seção 1, p. 46-53.

BRUNAUER, S.; EMMETT, P.H. & TELLER, E. Adsorption of gases in multimolecular layers. **J. Am. Chem. Soc.**, 60:309- 319, 1938.

BUENO, R. O. G. **Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente de nêspera**. 113f. 2005. Dissertação (Mestrado em tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR).

CABRAL FILHA, M. de S. C. ARAÚJO, S. C. de.; SILVA, G. M. de S.; CANUTO, M. F. C. S.; MARTINS, G. M. V. Cinética de secagem do resíduo da goiaba (*Psidium guajava* L.) em camada fina. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.11, n.4, p.99-104, 2016.

CAMPOS, F. de S.; PINHEIRO, S. W.; MATOS, S. D.; MARTINS, dos S. J.; CAPUCHO, J. N.; ALVES, A. R. Elaboração de barra de cereal com amêndoa do cumbaru (*Dipteryx alata vog.*) e adição de diferentes percentuais de farinha de okara (*Glycine max* L.). In: 54º Congresso Brasileiro de Química. **Anais...** Natal-RN. 2014.

CARVALHO, V. S. **Aproveitamento da casca de banana na elaboração de barras de cereais: avaliação dos compostos bioativos, características físicas e sensoriais**. 2015. 116 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. São José do Rio Preto-SP.

CARVALHO, M. G.; SILVA, L. M. R.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIREDO, E. A. T.; COSTA, J. M. C. Composição química e estabilidade físico-química e microbiológica de barras de cereais com amêndoas nativas do Meio Norte do Brasil e casca de abacaxi. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v.4, n.1, p.11-18, 2013.

CARVALHO, M. G. **Barras de cereais com amêndoas de chicha, sapucaia e castanha-do-gurguéia, complementadas com casca de abacaxi**. 2008. 92f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará-Fortaleza-CE.

CAVALCANTI, M. T.; SILVA, V. C.; COSTA, T. S.; FLORÊNCIO, I. M.; FLORENTINO, E. R. Obtenção do amido do endocarpo da manga para diversificação produtiva na indústria de alimentos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.5, p.80-83, 2011.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de alimentos**. Documento 276, Embrapa, 2010, 51p.

CHAVES, M. da C. V.; GOUVEIA, J. P. G de; ALMEIDA, F. de A. C.; SILVA, F. L. H. da. Caracterização físico-química do suco de acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, n.2, p.121-133, 2004.

CHEN, L.; OPARA, U. L. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods – A review. **Journal of Food Engineering**, v.119, p.497-507, 2013.

COELHO, E. M.; AZEVEDO, L. C. Comparação entre técnicas de secagem para obtenção de farinha a partir da casca de manga cv. Tommy Atkins. IN: VII Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação – CONNEPI, **Anais...**Palmas-To, 2012.

CORDEIRO, E. M. S. **Biocompósitos poliméricos obtidos a partir da fração lignocelulósicae amilácea do caroço de manga (*Mangifera indica*), Tommy atkins**. 2013. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais. Natal-RN.

CÓRDOVA, K. R.V.; **Barras de cereais com *Agaricus brasiliensis* e minerais: elaboração, caracterização física, química e sensorial**. 2012. 172f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PA.

COSTA, E.B.; SILVA, D. C.; MONTEIRO, P. S.; ALMEIDA, M. E. F.; Elaboração e análise sensorial de barras de cereais com farinha da casca de maracujá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.18, n.3, p.243-254, 2016.

COSTA, E. A.; VALENÇA, A. P.; GARRUTI, D. S.; FREITAS, M. M. M. Aceitação sensorial da barra de cereais com fibra de acerola orgânica. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.16, n.2, p.187-194, 2014a.

COSTA, R. A. S.; PEREIRA, A. S.; SILVA, G. V.; SILVA, N. M. C. Caracterização e Avaliação Sensorial de Barra de Cereais a partir da Farinha da Casca da Manga (*Mangifera indica*, L.). **Revista Magistra**, v.26, p.701-705, 2014b.

COSTA, T. S. O, SILVA, V. C., FERNANDES, V. S., CAVALCANTI, M. T.; FLORENTINO, E. R. Avaliação sensorial de massa de pizza enriquecida com farinha do resíduo de extração do amido da amêndoa da manga (*Mangifera indica* L.). In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia UEPB, **Anais...** Campina Grande, 2012a.

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

CRISTO, T. W. de; RODRIGUES, B. M.; SANTOS, N. M. dos; CANDIDO, C. J.; SANTOS, E. F. dos; NOVELLO, D. Barra de cereais com adição de farinha de casca de chuchu: caracterização físico-química e sensorial entre criança. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v.36, n.2, p.85-96, 2015.

DAL'TOE, A. T. O.; FIORESE, M. L. Estudo da secagem da casca de soja para utilização com fins alimentícios. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.4, p.363-372, 2012.

DAMASCENO, I. A. M. **Desenvolvimento de barra de cereal enriquecida com biomassa de *Arthospira platensis*** – Dissertação 64f. Fundação Universidade Federal do Tocantins Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Palmas – TO, 2016.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V.; SOARES JUNIOR, M.; CALIARI, M.; PAULA, M. L.; ASQUIRI, E. R. Avaliação química de geleias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.177-184, 2009.

- DIOGENES, A. M. G.; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; SANTOS, D. C. Cinética de secagem de grãos de abóbora. **Revista Caatinga**, v.26, n.1, p.71-80, 2013.
- DONATO, N. R. **Secagem de spirulina (*Spirulina platensis*) e utilização na produção de biscoitos**. 2015. 123f .Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.
- DORTA, E.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. **LWT-Food Science and Technology**, v.45, n.2, p.261-268, 2012.
- DUARTE, D.; GOMES-RUFFI, C. R.; NABESHIMA, E. H.; CUNHA, C. R.; CRUZ, C. L. C. Desenvolvimento de barras de cereais com farinhas de castanha-do-brasil e de banana verde. In: VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC. **Anais...** Campinas, São Paulo, 2013.
- DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2013. 531p.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2ed.Curitiba: Champagnat, 2007.239p.
- ENGELHARDT, B. A. S.; ARRIECHE, L. da Silva. Análise da secagem de amêndos de cacau por convecção forçada a partir de diferentes secadores. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v.1, n.1, p.18-26, 2016.
- FAOSTAT - **Food and agriculture organization of the united nations**. STATISTICS DIVISION. <http://3.fao.org/faostatgateway/go/to/download/Q/QC/E>. 14 ago. 2014.
- FEITOSA, R. M.; OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M. Isotermas de adsorção de umidade da farinha da casca da manga. **Higiene Alimentar**, v.27, n.especial, p.3780-3784,2013.
- FELIPE, E. M. de F.; COSTA, J.M.C.; MAIA, G.A.; HERNANDEZ, F.F.H.; Avaliação da qualidade de parâmetros minerais de pós alimentícios obtidos de casca de manga e maracujá. **Revista Alimentação e Nutrição**, v.17, n.1, p.79-83, 2006.
- FERNANDES, D. C **Efeito da amêndoa de baru, amendoim e castanha-do-pará no perfil sérico e na peroxidação de lipídios em ratos com dieta hiperlipídica**. 2011- 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Goiânia.
- FERRAZ C. A.; SILVA. R. L.; FONTES G. C.; ROCHA-LEÃO, M. H. M. Modificação química do amido extraído do resíduo do processamento agroindustrial da manga (*Mangifera indica* L.) Var. Ubá. Área temática: Engenharia e Tecnologia de Alimentos- XX Congresso Brasileiro de Química. **Anais...** Florianópolis SC, 2014.
- FERREIRA, M. F. P.; PENA, R. S. Estudo da secagem da casca do maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.1, p.15-28, 2010.
- FIORENTIN, L. D.; MENON, B. T.; ALVES, J. A.; BARROS, S. T. D.; PEREIRA, N. C.; MÓDENES, A. N. Determinação da cinética e das isotermas de secagem do bagaço de laranja. **Revista Acta Scientiarum. Technology**, v.2, n.2, p.147-152, 2010.
- FLORÊNCIO, I. M.; SOUZA, M. R.S.; GONDIM, S. S. R.; CAVALCANTI, M. T.; FLORENTINO, E. R. Farinha do caroço da manga como ingrediente na elaboração de produtos de panificação. In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia UEPB, 1, **Anais...** Campina Grande, 2012.

FONSECA, R. S.; DEL SANTO, V. R.; SOUZA, G. B.; PEREIRA, C. A. M. Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi. **Archivos Latino Americanos de Nutricion**, v.55, n.3, p.299-304, 2011.

FONSECA, K. S. **Desenvolvimento de barras alimentícias a base de frutas desidratadas**. 2009, 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Estadual de Montes Claros. Janaúba-MG.

FONSECA, N.; CUNHA, G. A. P.; NASCIMENTO, A. S.; SAMPAIO, J. M. M.; SANTOS FILHO, H. P.; **A Cultura da manga**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 2006. 63p.

FRANCIS, F. J. **Analysis of anthocyanins**. In: Markakis, P. (Ed.). Anthocyanins as food colors. New York: Academic Press, 1982. p.181-207.

FREIRE, L. S.; FREITAS, A. K. N. ; PAZ, H. C. ; SILVA, M. J. M. ; PIRES, R. M. C.; DETERMINAÇÃO DE PH E ATIVIDADE DE ÁGUA EM FARINHA DE CASCA DE MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*). In: Simpósio de Segurança Alimentar, Alimentação e Saúde, 5, **Anais...** Bento Gonçalves – RS- 2015.

FURTADO, M. T. **Barras mistas de frutas desidratadas: formulação, qualidade e aceitabilidade**. 2011. 113 f. Dissertação (Pós-graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco - AC.

GARMUS, T. T; BEZERRA, J. R. M. V.; RIGO, M.; CORDOVA, K. R. V. Elaboração de Biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum L.*) **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.4, n.2, p.56-65. 2009.

GASPARETTO, O. C. P.; **Manga espada: produção de geleias a partir da polpa e aproveitamento do bagaço para o enriquecimento de farinhas**. 1999. 93f. Dissertação (Mestrado) PPGEQ – UFRN. Natal - RN.

GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannis in ripening fruits. **Phytochemistry**, v. 2, p. 371-383, 1963.

GOMES, C. C. F.; OLIVEIRA, L. S. de.; FIGUEIREDO, R. W. de.; OLIVEIRA, L. M. L. de. Comparativo entre o conteúdo bioativo e capacidade antioxidante de casca e polpa de manga (mangifera indica l.). In: XVI Congresso Brasileiro de Tecnologia de Alimentos. **Anais...** Gramado-RS, 2016.

GOMES, F. O.; SOUSA, M. M.; SOUSA, L. M. C.; CARDOSO, J. R.; SILVA, R. A. Desenvolvimento de barras de cereais à base de farinha de albedo de maracujá amarelo (*Passiflora edulis*). **Acta Tecnológica**, v.5, n.2, p.115-125, 2010.

GOMES, P. M. de A. **Estudo da polpa de acerola (*Malpighia emarginata D. C*) desidratada em leite de jorro**. 2002. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. 13. ed. São Paulo: Nobel, 1983, p.446.

GRANJA, R. E. P.; LIRO, C. V.; COSTA, F. S.; COSTA, F. S.; MELO, J. F. B.; CAMPOS, R. M. L de. avaliação do potencial antioxidante da casca de manga em espetinho de tilápia do nilo (*oreochromis niloticus*). **Evolvere Scientia**, v.3, n.1, p.40-44, 2014.

GUERRA, A. P.; GARCIA, V. A. S.; SILVA, C. Otimização da extração de compostos fenólicos da casca da manga (Tommy Atkins) em processo assistido por ultrassom. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química- **Anais...** Fortaleza-CE, 2016.

GUERRA, N. B.; DAVID, P. R. de B. S.; MELO, D. D.; VASCONCELOS, A. B. B.; GUERRA, M. R. M. Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos, **Revista de Nutrição**, v.17, n.1, p.45-52, 2004.

GUIMARÃES, D. H. P.; SUMERE, J. S. Barras de cereais elaboradas a partir dos resíduos provenientes da fabricação de suco de amora. **Revista Ciência e Tecnologia**, n.24, p.22-27. 2015.

GUIMARÃES, R. R.; FREITAS, M. C. J.; SILVA, V. L. M. Bolos simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, Sobral): avaliação química, física e sensorial. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.2, p.354-363, 2010.

GULARTE, M. A. **Manual de análise sensorial de alimentos**. Pelotas; Universidade Federal de Pelotas, 2009.

HADDAD, F.F. **Barras alimentícias de sabor salgado com diferentes agentes ligantes: aspectos tecnológicos, sensorial e nutricional**. 2013. 154p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG.

HASS, I. C. S. **Resíduo obtido do processamento do suco de uva: caracterização e cinética de secagem**. 2015. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

HAYOGLU, I.; GAMLI, O. F. Water sorption isotherms of pistachio nut paste. **International Journal of Food Science and Technology**, v.42, n.2, p.224-227, 2007.

HERRERO, A. M.; ORDÓÑEZ, J. A.; AVILA, R.; HERRANZ, B.; DE LA HOZ, L.; CAMBERO, M. I. Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. **Meat Science**, v.77, p.331-338, 2007.

HUBER, K.; QUEIROZ, J. H.; MOREIRA, A. V. B.; RIBEIRO, S. M. R. Caracterização química do resíduo agroindustrial da manga ubá (*Mangifera indica* L.): uma perspectiva para a obtenção de antioxidantes naturais. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.6, n.1, p.640-654, 2012.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. IV - Edição. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

INFANTE, J.; SELANI, M. M.; TOLEDO, N. M. V.; SILVEIRA-DINIZ, M. F.; ALENCAR, S. M.; SPOTO, M. H. F. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. **Brazilian Journal Food Nutrition**, v.24, n.1, p.87-91, 2013.

ISHIMOTO, F. Y.; HARADA, A. I.; BRANCO, I. G.; CONCEIÇÃO, W. A. S.; COUTINHO, M. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. var. *flavicarpa* Deg.) para produção de biscoitos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.9, n.2, p.279-292, 2007.

JABS, D. **Estudo da temperatura de secagem do okara (resíduo do extrato aquoso de soja), caracterização e avaliação do produto como complemento nutricional**. 2013. 63f. Monografia (Curso de Tecnologia em Processos Químicos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo-PR.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática vegetal: um enfoque vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 632p.

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

KLAJN, V. M.; PIOVESANA, A. Elaboração e aceitação de barras de cereais com bagaço de uva. **Current Agricultural Science and Technology**, v.19, p.41-46, 2013.

KONOPACKA, D.; PLOCHARSKI, W. J. Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability. **Postharvest Biology and Technology**, v.32, n.2, p.205-211, 2004.

LANA, J. P.; PEREIRA, A. J. G.; MAIA, A.; NELSON, D. L.; Composição e textura instrumental de biscoitos estampados preparados com farinha de caroços de três variedades de manga. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 32. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2009.

LEITÃO, B. R. G. de S. AGUIAR, J. P. L.; SOUZA, F. das C. do A. Elaboração e caracterização de barras de cereais com aproveitamento de resíduos do maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata*). In: II Congresso de Iniciação Científica PIBIC/CNPq - PAIC/FAPEAM. **Anais...**Manaus – 2013

LEITE, M.L.S. **Elaboração de barras de cereais com farinha da casca da banana**. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal do Maranhão. Imperatriz-MA.

LEMONS, D. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de.; QUEIROZ, A. J. de M.; SOUSA, E. P. de.; OLIVEIRA, E. N. A. de. Obtenção das isotermas de adsorção das farinhas das sementes de noni (*Morinda Citrifolia* L.). In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. **Anais...** CONTECC. 2016.

LEMONS, D. M.; SILVA, S. F.; SILVA, F. B.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; SOUSA, E. P. de. Isotermas de adsorção de água da farinha de cascas de manga. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC' 2015 **Anais...** Centro de Eventos do Ceará - Fortaleza, 2015.

LEMONS, D. M.; SILVA, S. F. da; LIMA, J. C. B. de.; SILVA, F. B. da.; SOUZA, E. P. de. Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos de resíduos da manga, **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.2, p.1-3, 2013.

LEÓN, K.; MARY, D.; PEDRESCHI, F.; LEÓN, J. Color measurement in  $L^* a^* b^*$  units from RGB digital images. **Food Research International**, v.39, p.1084-1091, 2006.

LICHTENTHALER, H. K. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes**. In: Packer, L.; DOUCE, R. (Eds.). *Methods in enzymology*. London, v.148, p.350-382, 1987.

LIMA, A. C. A.; LEITE, L. I. S.; OLIVEIRA JUNIOR, A. B. Avaliação da cinética de secagem em leito fixo e camada fina de bagaço de laranja e sementes de mamão papaia com mucilagem . XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química. **Anais...** Fortaleza- CE- 2016.

LIMA, I. O. S.; MOREIRA, A. J.; SOUSA, G. F. M. MARCONDES, K. C. B., PEREIRA, M. R. R. Extração de pectina dos resíduos da casca de laranja e maracujá. In: XII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas-Minas Gerais, 2015.

- LIMA, W. A. de; LESSA, C. P. B.; SANTOS, J. A. B. dos; Carnleloss, M. A. G. Caracterização e armazenamento de farinhas obtidas a partir do resíduo de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Revista GEINTEC**, v.3, n. 4, p.109-120, 2013.
- LIMA, M. M.; NUNES, M. L.; AQUINO, L. C.R.; MUJICA, P. I. C.; CASTRO, A. A.; Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de barras de cereais adicionadas de quitosana e ômega-3. **Scientia Plena**, v.8, p.1-9, 2012.
- LIMA, E.E. **Produção e armazenamento da farinha de facheiro**. 2006. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande-PB.
- LIMA, A. C. **Estudo para a agregação de valor aos produtos de caju: elaboração de formulações de fruta e castanha em barra**. 2004. 173f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.
- LOMAURO, C.J. et al. Evaluation of food moisture sorption isotherm equations. Part I: Fruit, vegetable and meat products. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, v.18, n.2, p.111-117, 1985.
- LOPES, M. V; BENEVIDES, C. M. J; LIMA, J. F. O; OLIVEIRA, L. C. de; SILVA, J. S. de J.; RODRIGUES, J. R. M. Uso de farinha mista de trigo e semente de abóbora (*Curcubita* spp.) na elaboração de pão francês. **Higiene Alimentar**, v.22, n.163, p.88-963, 2008.
- LOBATO, L. P.; PEREIRA, A. E. I. C.; LAZARETTI, M. M.; BARBOSA, D, S.; CARREIRA, C. M.; MANDARINO, J. M. G. M.; GROSSMANN, M. V. E. Snack bars with high soy protein and isoflavone content for use in diets to control dyslipidemia. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 63, n. 1, p. 49–58, 2012.
- MARQUES, T. R. **Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola: farinhas e barras de cereais**, 2013. 101p. Dissertação. Universidade Federal de Lavras, Lavras (MG).
- MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M. T.; MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. O. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.1206-1210, 2010.
- MARTIM, N. S. P. P. **Estudo das características de processamento da manga (*Mangifera indica* L) variedade Tommy Atkins desidratada**. 2006, 76f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Curitiba-PR.
- MATSUURA, F. C. A. U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**. 2005. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) UNICAMP, Campinas-SP.
- MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. Propriedades físicas de substitutos do cacau. **Revista Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.Supl.1, p.243-253. 2010.
- MEDEIROS, M. L.; AYROSA, A. M. I. B.; LANNES, S. C. S.; PITOMBO, R. N. M. Sorption isotherms of cocoa and cupuassu products. **Journal of Food Engineering**, n.73, p.402-406, 2006.

MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; MARTIN, Z. J. de; QUAST, D.G.; HASHIZUME, T.; FIGUEIREDO, N. M. S. de; MORETTI, V. A.; CANTO, W. L. do; BICUDO NETO, L. de C. **Manga - da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: IMESP, 1981. 399p.

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

MENDES, B. A. B. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha das cascas de abacaxi e de manga**. 2013, 77f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Itapetinga-BA.

MENDES, M. L. M.; BORA, P. S.; RIBEIRO, A. P. L. Propriedades morfológicas e funcionais e outras características da pasta do amido nativo e oxidado da amêndoa do caroço de manga. (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.71, n.1, p.76-84, 2012.

MENDES, N. S. R.; DAMIANI, C.; LAGE, E. M.; FI, C. R. G.; MELO, A. A. M.; BECKER, F. S. Desenvolvimento de barra de cereal de baru, acrescido de cascas de frutas secas, e avaliação da estabilidade oxidativa por infravermelho próximo (NIR). In. XIX Seminário de Iniciação Científica/VIII Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão da UFG, **Anais...**2011.

MENEZES, M. L.; STROHER, A. P.; PEREIRA, N. C.; BARROS, S. T. D. Análise cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo. **Engvista**, v.15, n.2, p.176-186, 2013.

MIDILLI, A.; KUCUK, H.; YAPAR, Z. A. New model for single-layer drying. **Drying Technology**, v.20, n.7, p.1503-1513, 2002.

MIRGHANI, M. E. S.; YOSUF, F.; KABBASHI, N. A.; VEJAYAN J & YOSUF, Z. B. M. Antibacterial activity of mango kernel extracts. **Journal of Applied Sciences**, v.9, p.3013-3019, 2009.

MORAIS, A. C. S.; SILVA, E. N.; SILVA, F. M. M.; OLIVEIRA, R. K. L.; SOUZA FILHO, A. A.; BARROS, R. M. B. Avaliação sensorial do efeito de tratamento térmico prévio à desidratação osmótica na textura de cascas de manga desidratadas osmoticamente. In: VII CONNEPI. **Anais...** Palmas-TO -2012.

MOREIRA, T. B.; ROCHA, E. M. F. F.; AFONSO, M. R. A.; ARAÚJO, M. C. B. M.; COSTA, J. M. C. Comportamento das isotermas de adsorção do pó da polpa de manga liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1093-1098, 2013.

MORENO, J. de S. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha de resíduos de frutas em cookies**. 2016. 81p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos). Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia-BA.

MOURA, F.A.; SPIER, F.; ZAVAREZE, E.R.; DIAS, A.R.G.; ELIAS, M.C. biscoitos tipo “cookie” elaborados com diferentes frações de semente de abóbora (*curcubita maxima*). **Alim. Nutr., Araraquara**. v. 21, n. 4, p. 579-585, out./dez. 2010

MOURA, B. D.; MORAIS FILHO, S. C.; OLIVEIRA, E. L.; OLIVEIRA, J. A. Estudo da secagem do bagaço de maracujá em secador rotatório: Aplicação de modelos semiempíricos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.9, n.1, p.50-58, 2014.



MUNHOZ, C. L. **Elaboração de barras de cereal com bocaiuva**. 2013. 104f. Tese (Doutorado em em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul-Campo Grande.

NATIVIDADE, M. M. P. **Desenvolvimento, caracterização e aplicação tecnológica de farinhas elaboradas com resíduos da produção de suco de uva**. 2010. 202p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

NÓBREGA, E. M. M. A. **Secagem do resíduo de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.): Estudo do processo e avaliação do impacto sobre o produto final**. 2012. Dissertação – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal-RN.

NOZAKI, V.T; MUNHOZ,C.L.; GUIMARÃES, R.C.A.; HIANE, P.A.; ANDREU, M.P.; VIANA,L.H.; MACEDO.M.L.R. Perfil lipídico da polpa e amêndoa da guarirova. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.8, p.1518-1523, ago, 2012.

NUNES, J. S.; SILVA, F. B. da.; GOMES, J. P.; SILVA, W. P. da. Caracterização físico-química de farinha resíduo de polpa de acerola. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC' 2015. **Anais...**Centro de Eventos do Ceará - Fortaleza – CE.

OKPALA, L. C.; GIBSON-UMEH, G. I. Physicochemical properties of mango seed flour. **Nigerian Food Journal**. v. 31, n. 1, p. 23- 27, 2013.

OLIVEIRA, F. P. **Determinação de propriedades físicas de chocolates enriquecidos com farinha de yacon**. 2016 - 79f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos) – Departamento Acadêmico de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Campo Mourão, PR.

OLIVEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. M.; HERNANDES, J. V.; JACQUES, A. C. Composição centesimal de farinha de uva elaborada com bagaço da indústria vitivinícola. **Revista CSBEA**, v.2, n.1, 2016.

OLIVEIRA, M. R. S.; SILVEIRA, P. T. S.; SANTOS, A. A.; CARVALHO, L. C. F.; REIS, M. F. T. Caracterização físico-química da farinha do resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.). **Revista Magistra**, v.26, p.754-757, 2014.

OLIVEIRA, C. F. P.; MALTA, H. L.; JESUS, M. A. C.; CRUZ, R. S; CARDOSO, F. S. N.; Desenvolvimento, avaliação sensorial e físico-química de barra de cereal de caju. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.7, n.1, p.934-942. 2013.

ONIAS, E. A.; CAVALCANTI, M. T. Obtenção e caracterização do amido do endocarpo da manga Tommy Atkins proveniente do resíduo agroindustrial. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.9, n.5, p.60-63, 2014.

PADILHA, T.; BASSO, C. Biscoitos com resíduo de manga, maracujá e jabuticaba. *Disciplinarum Scientia*. Série: **Ciências da Saúde**, v.16, n.1, p.79-88, 2015.

PAIVA, C. L.; QUEIROZ, V. A. V.; RODRIGUES, J. A. S. Estudos sensoriais para a determinação da vida de prateleira de barra de cereais com pipoca de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.3, p.302-311. 2012.

PAIVA, A. P. **Estudos tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais**. 2008. 143f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG.

PANCHARIYA, P. C.; POPOVIC, D.; SHARMA, A. L. Thin-layer modeling of black tea drying process. **Journal of Food Engineering**, v.52, n.4, p.349-357, 2002.

PEUCKERT, Y. P.; VIERA, V. B.; HECKTHEUER, L. H. R.; MARQUES, C. T.; ROSA, C. S. Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.1, p.147-152, 2010.

PINEDO, A. A.; AREVALO, Z. D. S.; BESERRA, N. S.; ZUNIGA, A. D. G.; COELHO, A. F. S.; PINEDO, R.A. Desenvolvimento de barra de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 15(4), Campina Grande, 2013.

PIOVESANA, A. **Elaboração e aceitabilidade de barras de cereais com bagaço de uva**. 2011, 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia de alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Bento Gonçalves-RS.

POLITI, F. A. S. **Estudos farmacognósticos e avaliação de atividades biológicas de extratos obtidos das cascas pulverizadas de *Endopleura uchi* (HUBER) Cuatrec. (*Humiriaceae*)**. 143 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara.

PORTE, A.; SILVA, E. F. da; ALMEIDA, V. D. dos S. de, SILVA, T. X. da; 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**, v.13, n.1, p.91-96, 2011.

RAMOS, A, P.; LIMAYLLA-GUERRERO, K. M.; TELIS-ROMERO, J.; FILHO, J. F. L.. Isotermas e calor isostérico de adsorção da água do amido de quinoa. **Biocología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v.15, n.1, p.95-104, 2017.

RAMOS, A.; M.SOUSA, P. H. M.; BENEVIDES, S. D. **Tecnologia da industrialização da manga**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000, p.571-604.

RAMÍREZ-MAGANDA, J.; BLANCAS-BENITEZ, J.; ZAMORA-GASGA, V. M.; MAGANA, L. G.; BELLO-PEREZ, L. A.; TOVAR, J.; SAYAGO-AYERDE, S. G. Nutritional properties and phenolic content of a bakery product substituted with a mango (*Mangifera indica*) ‘Ataulfo’ processing by-product. **Food Research International**, v.73, p.1171-1173, 2015.

REINOSO, A. C. L. **Utilização de resíduos de manga *Tommy Atkins* para elaboração de barras de cereais**. 2017. 82f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão –SE.

REIS, D. R. D., RODRIGUES, C. V., SOARES, E. J. O., PAGLARINI, C. D. S., PORTO, A. G. Determinação de isotermas de sorção da amêndoa fermentada de cupuaçu. XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. **Anais...** Florianópolis, SC. 2016.

RIBEIRO, T. J. R.; SILVA, A. E.; BARBOSA, A. F.; MATTOS, G. N.; SABAA-SRUR, A. U. O. Avaliação microbiologia e química de barra de cereal com cupuaçu e farinha da castanha de caju. **Revista Magistra**, v.26, p.638-642, 2014.

RIBEIRO, S. M. R.; QUEIROZ, J. H.; QUEIROZ, M. E. L. R.; CAMPOS, F. M.; SANT'ANA, H. M. P. Antioxidant in mango (*Mangifera indica* L.) **Pulp Plant Foods for Human Nutrition**, v.62, n.1, p.13-17, 2007.

ROBERTO, B. S.; SILVA, L. P. da; MACAGNAN, F. T.; BIZZANI, M.; BENDER, A. B. B. Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais formuladas com casca e semente de goiaba. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.74, n.1, p.39-48, 2015.

ROCHA, C. M. **Caracterização de fibras de milho e sua incorporação em barras de cereais**. 2011-82 f. Dissertação (Mestrado em Letras e Ciências Exatas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. São José do Rio Preto- SP. 2011.

RODRIGUES, C. R. **Desenvolvimento de barras de cereais com ingredientes prebióticos e probiótico**. 2013 87f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

RODRIGUES JUNIOR, S.; PATROCINIO, I. M.; PENNA, W. E. L.; JUNQUEIRA, M. S.; TEXEIRA, L. J. Q.; Desenvolvimento de barra de cereal salgada enriquecida com farinha de albedo de maracujá. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.7, n.12, p.1-7, 2011.

SALEK, P. F.; SILVA, M. G. DA.; MORGANO, M. A.; GERMER, S. P. M.; FERRARI, C. C. Aproveitamento dos resíduos industriais do processamento de manga: estudo do processo de secagem e avaliação dos compostos bioativos. In: 10º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC, Campinas, **Anais...** São Paulo, 2016.

SAMPAIO, C. R. P.; FERREIRA, S. M. R.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Caracterização físico-química e composição de barras de cereais fortificadas com ferro. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.21, n.4, p.607-616, 2010.

SAMPAIO, C. R. P. **Desenvolvimento e estudo das características sensoriais e nutricionais de barras de cereais fortificadas com ferro**. 2009. 87f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

SANTANA, F. C. de; SILVA, J. V. da.; SANTOS, A. J. A. O.; ALVES, A. R.; WARTHA, E. R. da S. A.; MARCELLINI, P. S.; SILVA, M. A. A. P. da. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* flavicarpa) e fécula de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Alimentos e Nutrição**, v.22, n.3, p.391-399, 2011.

SANTOS, G. K. O. **Elaboração de barras de cereais utilizando biomassa de banana verde (*Musa sapientum* L.)** - Vitória de Santo Antão, 47 f. 2016.

SANTOS, J. T. S.; SOARES, D. S. C.; GOMES, P. C. S.; MOREIRA, J. J. S.; SOUZA, D. F. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. M. de. Cinética da capacidade antioxidante da casca de jabuticaba em diferentes processos de secagem. XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química. **Anais...**FORTALEZA-CE- 2016.

SANTOS, D. S. D.; STORCK, C. R.; FOGAÇA, A. O. Biscoito com adição de farinha de casca de limão. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências da Saúde, v.15, n.1, p.123-135, 2014.

SANTOS, A. C. **Avaliação do uso da farinha de casca da manga Tommy Atkins na reologia da farinha de trigo e na aceitabilidade do pão de forma**. 2013. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão-PR.

- SANTOS, C. X. dos. **Caracterização físico-química e análise da composição química da semente de goiaba oriunda de resíduos agroindustriais**. 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado Engenharia de Alimentos)–Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA.
- SANTOS, A. R. R.; CIABOTTI, S.; PEREIRA, J. M. A.; GONÇALVES, C. A. A. Avaliação da composição centesimal de casca de abacaxi. **III Seminário de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica**. Pg 1-4, 2010.
- SBARDELOTTI, J. **Desenvolvimento e estudo comparativo de barras de cereais fortificadas com ferro e enriquecidas com frotooligossacarídeos**. 2011, 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Tecnologia em Alimentos)–Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão-PR.
- SHUI, G; LEONG,L.P. Residue from star fruit as voluable source for functional foodingredients and antioxidant nutraceuticals. **Food Chemistry**. V.97, p.277-284, 2006.
- SILVA, C. G. **Desenvolvimento de biscoitos enriquecidos com farinha de caroço de manga: incorporação de substâncias bioativas e aproveitamento de resíduos agroindustriais**. Universidade Federal Fluminense - Faculdade de nutrição graduação em nutrição Trabalho de Conclusão de Curso. 60p. Niterói, RJ, 2016.
- SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.3733-3740, 2016.
- SILVA, R. B. DA.; SILVA, F. S. DA.; PORTO, A. G.; ALVES, A. P. Estudo da cinética de secagem de polpa de carambola. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 10, n. 2, p. 2069-2080, 2016.
- SILVA, L. C.; SILVA, M. V. da. Subproduto desidratado da manga (mangifera indica l): proposição para produção de biscoitos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.17, n.3, p.251-262, 2015.
- SILVA, M.O.; BAPTISTA, A. T. A.; CAMACHO, F. P.; BERGAMASCO, R.; VIEIRA, A. M. S.; AMBROSIO-UGRI, M. C. B. Elaboração de barra de cereal utilizando resíduo de extrato de soja com adição de pó de casca de noz-pecã. **Revista Tecnológica**, n.Edição Especial, p. 247-255, 2015.
- SILVA, S. F.; LEMOS, D. M.; SILVA, F. B.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; SOUSA, E. P. Isotermas de adsorção de água da farinha das fibras residuais secas de manga. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC' 2015 Centro de Eventos do Ceará – **Anais...** Fortaleza - CE -2015.
- SILVA, A. M. M.; AMARAL, A. E. G.; BRAGA, E. V. S. C.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R.W. Compostos bioativos nas amêndoas de monguba. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. **Anais...** Florianópolis-SC. 2014.
- SILVA, I. R. G.; SILVA, A. P. G.; BEZERRA, A. K. D.; OLIVEIRA, M. R. T. Caracterização física de manga espada comercializada em diferentes localidades do estado da Paraíba. **Revista Magistra**, v.26, p.715-717, 2014.
- SILVA, P. B. **Secagem de resíduos de frutas em secador roto-aerado**. 2014. 121f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG.

SILVA, G. A. S.; CAVALCANTI, M. T.; ALMEIDA, M. C. B. M.; ARAÚJO, A. S.; GERLA, C. B. CHINELATE, G. C. B; FLORENTINO, E. R.; Utilização do amido da amêndoa da manga Tommy Atkins como espessante em bebida láctea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.12, p.1326-1332, 2013.

SILVA, L. M. S. **Aproveitamento da casca de banana para produção de farinha destinada à formulação de biscoitos**. 2013.54f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB.

SILVA, E. B.; SILVA, E. S.; Aproveitamento integral de alimentos: avaliação sensorial de bolos com coprodutos da abóbora (*Cucurbita moschata*, L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.5, p.121-131, 2012.

SILVA, E. B.; SILVA, E. S. Aproveitamento integral de alimentos: avaliação sensorial de bolos com coprodutos da abóbora (*Cucurbita moschata*, L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.5, p.121-131, 2012.

SILVA, J. S. **Barras de cereais elaboradas com farinha de sementes de aboboras**. 2012.118p. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, F.D.; PANTE, C.F.; PRUDÊNCIO, S.H; RIBEIRO, A.B. Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais. **Alim. Nutr.**, Araraquara v. 22, n. 1, p. 63-69, jan./mar. 2011

SILVA, R. G. V. **Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação**. 2010. 71f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) –Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA.

SILVA, A. S.; MELO, K. dos S.; ALVES, N. M. C.; GOMES, J. P. Cinética de secagem em camada fina da banana maçã em secador de leito fixo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.9, n.2, p.107-115. 2009a.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, L. C. C.; STRUIVING, T. B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. **Revista Ceres**, v.56, n.6, p.783-789, 2009b.

SILVA, I. Q.; OLIVEIRA, B. C.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.20, n.2, p.321-329, 2009c.

SILVA, R. F. da.; ASCHERI, J. L. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Composição centesimal e perfil de aminoácidos de arroz e pó de café. **Revista de Alimentos e Nutrição**, v.18, n.3, p. 325-330, 2007.

SILVA FILHO, E. D.; ALVES, G. S.; DUARTE, M. T. L.; MADUREIRA, I. A.; Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem da polpa da manga cv. Espada. **Revista Principia**, n.31, 2016.

SILVEIRA, P. T. S.; SILVA, G.V.; COSTA, R. A. S.; LANDIM, L. B.; SILVA, N. M. C. Barra de cereal com farinha da casca berinjela (*Solanum melongena*, L.), Análise Microbiológica, Caracterização Química e Aceitação Sensoria. **Revista Magistra**, v.26, p.614-619, 2014.

SIMAS, K. N.; **Resíduo do processamento da Palmeira-Real (*Archontophoenix alexandrae*) orgânica: caracterização físico-química, aplicação em biscoitos fibrosos e sem glúten e avaliação sensorial pelo consumidor celiaco**. 2008. 166f. Dissertação (Mestrado no Programa de

Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

SIQUEIRA, A. P. S. **Características nutricionais e funcionais e avaliação biológica da farinha da amêndoa de baru parcialmente desengordurada**. 2013. 98 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, GO.

SOGI, D. S.; MUHAMMAD, S.; IBRAHIM, G.; DOLAN, K. D. Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of 'Tommy Atkins' mango peel and kernel as affected by drying methods. **Food Chemistry**, v.141, p.2649-2655, 2013.

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

SOUSA, F. C. de.; SILVA, L. M. de M.; LEMOS, D. M.; MOREIRA, I. dos S.; LINS, A. D. F.; CASTRO, D. S. de.; ROCHA, A. P. T. Secagem de resíduos de *Spondias sp.* em camada fina. **Revista Agropecuária Técnica**, v.36, n.1, p.197-202, 2015.

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

SOUZA, S. J. F. de. **Estudo da atividade de água em co-produtos da indústria de sementes de maracujá, casca de laranja e cascas de manga**. 70 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, 2015.

SOUZA, V. F. de.; REBELLO, F. de F. P.; FREITAS, S. C. de.; ASCHERI, J. L. R. composição centesimal e minerais de farinha extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz. **Higiene Alimentar**, v.27, p.218-219, 2015.

SOUZA, D. G.; GEBRIM, L. C.; PLÁCIDO, G. R.; FURTADO, D.C.; OLIVEIRA K. B.; MOURA, L. C. Elaboração de barras de cereais com adição de sementes de gergelim. In: I Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Câmpus Rio Verde do IF-Goiano. **Anais...** 06 e 07 de novembro de 2012.

SOUZA, E. P.; MORE, E.; LEMOS, D. M.; SOUSA, F. C.; SILVA, L. M. M. Análise Química da Formulação de hambúrguer Enriquecido com Fibras da Casca de melancia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.1, p.96-101, 2012.

SOUZA, H.; MENEZES, U.; Avaliação sensorial de cereais matinais de castanha-do-brasil com mandioca extrusados. **Revista Ciência Tecnologia Alimentos**, v.26, n.4, p.950-955, 2006.

STEVENS, F. J.; CHAPMAN, R. A. The determination of starch in meat products with the anthrone reagent. **Journal Association Official Analysis Chemistry**, v.38, n.2, p.202-210, 1955.

SREBERNICH, S. M.; MEIRELES, F.; LOURENÇÃO, G. Avaliação microbiológica de barras de cereais diet por meio de agente ligante colágeno hidrolisado e goma acácia. **Revista Ciências Médicas**, v.20, n.1-2, p.5-13, 2011.

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

SUN-WATERHOUSE, T. A.; MASSAROTTO, C.; WIBISONO, R.; WADHWA, S. Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. **Food Chemistry**, v.119, p.1369-1379, 2010.

TAKEUCHI K. P. S.; CUNHA R. L. Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.1, p.78-85.2005.

THOMAZ, A. C.; SILVA, G. R. da; NOVELLO, D.; DALLA SANTA, H. S.; RAYMUNDO, M. dos S.; BATISTA, M. G. Aceitabilidade sensorial de biscoito tipo cracker adicionado de farinha de casca de limão siciliano (*Citrus limon* L. Burm.). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.71, n.2, p.324-30, 2012.

TOMBINE, J. **Aproveitamento tecnológico da semente de chia (*Salvia hispanica* L.) na formulação de barra alimentícia**. 2013. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial) - Universidade Tecnologia Federal do Paraná. Pato Branco-PR.

TONON, R. V.; BARONE, A. F.; BRABET, C.; GIBERT, O.; PALLET, D.; HUBINGE, M.D. Water sorption and glass transition temperature of spray dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice. **Journal of Food Engineering**, v.94, n.3-4, p.215-221, 2009.

TORRES, E. R. **Desenvolvimento de barras de cereais formuladas com ingredientes regionais**, 2009. 78p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade Tiradentes. Aracaju-SE.

TORRES-LEON, C.; ROJAS, R.; CONTRERAS-ESQUIVEL, J. C.; SERNA-COCK, L.; BELMARES-CERDA, R. E.; AGUILAR, C. N.; Mango seed: Functional and nutritional properties, **Trends in Food Science & Technology**, v.55, p.109-117, 2016.

TRAMUJAS, J. M. **Utilização de diferentes agentes ligantes no desenvolvimento de barra de cereal salgada adicionada de chia (*Salvia hispânica* L .)**. 2015-120 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Parana, Londrina –PR.

TSUDA, J.; CARVALHO, A.C.B.; COSTA, A.B.S.; FREIRE, F. B.; análise da secagem convectiva de fatias de berinjela. X Congresso Brasileiro de Engenharia Química Iniciação Científica. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**. v. 1, n. 1. Dez. 2014.

UCHÔA, S. B. B.; CAMINHA, T. C. da S. Prospecção tecnológica de alimento em forma de barras de cereais utilizando resíduos. **Caderno de Prospecção**, v.8, n.3, p.552-561, 2015.

VENTURINI, T., BENCHIMOL, L. R., BERTUOL, D. A., ROSA, M. B. da, MEILI, L. Estudo da secagem e extração de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.5, n.5, p.950-959, 2012.

VIANA JÚNIOR, N. M. **Farinha de banana madura: processo de produção e aplicações**. Dissertação (Mestrado). 2010- 57p. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) Itapetinga-Ba.

VIEIRA, A. S. **Secagem de resíduo de goiaba em secador convectivo de bandejas: modelagem matemática e análise do processo**. 2014. 155 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN.

VIEIRA, P. A. F.; QUEIROZ, J. H.; VIEIRA, B. C.; MENDES, F. Q. BARBOSA, A. A.; SIALINO MULLER, E. S.; SANT'ANA, R. C. O.; MORAES, G. H. K. Caracterização química do resíduo do processamento agroindustrial da manga (*Mangifera indica* L.) VAR. Ubá. **Revista Alimentação Nutricional**, v.20, n.4, p.617-623, 2009.

VILLA-VÉLEZ, H. A.; BON, J.; TELIS-ROMERO, J.; Modelling thermodynamic properties of banana waste by analytical derivation of desorption isotherms. **International Journal of Food Engineering**, v.8, n.1, p.21, 2012.

VILLA VÉLEZ, V.; ALEXANDER, H. **Aplicações de secagem para o aproveitamento de resíduos da banana, visando sua aplicação na indústria**. São José do Rio Preto. 2011.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, p.3-5, 2006.

ZANELATO, E. de F. N.; VIANA, E. da S. M.; Espescht, L. M. C.; VIANA, A. O. Análise sensorial de uma barra de cereal preparada com farinha da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Científica Univiçosa**, v.8, n.1, p.104-109, 2016.

NOZAKI, V.T.N. **Potencial nutricional da amêndoa e da polpa de guarirova (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.** 2012. Tese. Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande-RS.

ZUNIGA, A. D. G.; RIBEIRO, L.; TEIXEIRA, P. C. M. Modelagem matemática da cinética das curvas de secagem da amêndoa do baru (*Dipteryx alata*). **Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics**, v.3, n.1, p.1-2, 2015.