



**Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais  
Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola  
Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**



## **DISSERTAÇÃO**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO  
DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**INFLUÊNCIA DO FLAVEDO E DA MACERAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DA CASCA DE MARACUJÁ**

**ELAINE CRISTINA OLIVEIRA DA SILVA**

**Campina Grande – Paraíba**

**Março - 2017**

**ELAINE CRISTINA OLIVEIRA DA SILVA**

**INFLUÊNCIA DO FLAVEDO E DA MACERAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DA CASCA DE MARACUJÁ**

**Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola  
da Universidade Federal de Campina  
Grande, em cumprimento das exigências  
para obtenção do Título de Mestre em  
Engenharia Agrícola na Área de  
Concentração em Processamento e  
Armazenamento de Produtos Agrícolas.**

**Orientadores: Dr. Wilton Pereira da Silva**

**Dra. Josivanda Palmeira Gomes**

**Campina Grande – Paraíba**

**Março de 2017**

**PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA PROPOSTA DE DISSERTAÇÃO  
DA MESTRANDA ELAINE CRISTINA OLIVEIRA DA SILVA**

**INFLUÊNCIA DO FLAVEDO E DA MACERAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DA CASCA DE MARACUJÁ**

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 02 de março de 2017, pela banca examinadora:

---

**Dr. Wilton Pereira da Silva**  
**UAF/CCT/UFCG**  
**Orientador**

---

**Dra. Josivanda Palmeira Gomes**  
**UAEA/CTRN/UFCG**  
**Orientadora**

---

**Dra. Cleide Maria Diniz Pereira da Silva e Silva**  
**UAF/CCT/UFCG**  
**Examinadora externa**

---

**Dra. Julice Dutra Lopes**  
**DEQ/CT/UFPB**  
**Examinadora externa**

Campina Grande – Paraíba

Março - 2017

Bem-aventurado o homem que acha sabedoria,  
e o homem que adquire conhecimento, pois a  
sabedoria é mais proveitosa do que a prata e  
rende mais do que o ouro.

*“Provérbios - 3:13-14”*

Não que sejamos capazes, por nós,  
de pensar alguma coisa, como de nós mesmos;  
mas a nossa capacidade vem de Deus.

*“2 Coríntios 3:5”*

## **Agradecimentos**

A Deus, por nunca me desamparar, por me guiar no caminho correto, me fortalecer, proteger e iluminar todas as áreas da minha vida.

A meu esposo Misael e filha Julia que estão sempre ao meu lado me proporcionando amor, alegria e forças para continuar na caminhada acadêmica e assim realizar meus sonhos.

Aos meus familiares em geral, em especial a minha mãe Eliane, meus irmãos Eluana, Anderson, Jean, Eloise e Lucas que me têm apoiado em meus estudos e me motivam a lutar cada vez mais para conquistar meus objetivos; também a meu pai, Antônio, e irmãs Amanda e Thais.

A todos os professores, desde o primário até a Pós-Graduação, pela contribuição valiosa em minha formação acadêmica, em especial à professora Dra. Julice Dutra Lopes, que me acompanha desde a graduação e aos meus orientadores Dr. Wilton Pereira da Silva e Dra. Josivanda Palmeira Gomes por todo empenho, paciência, confiança, dedicação e incentivo.

A todos os meus amigos, pois a vida acadêmica não teria sido a mesma sem eles. Destaco Daniela Dantas e Hofsky Sckaymenn que sempre estiveram disponíveis para me instruir e auxiliar em minhas atividades.

À Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), pelo acolhimento e oportunidade de realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por me ter proporcionado apoio financeiro através da concessão da bolsa de estudo para a realização da pesquisa.

**Muito obrigada!**

*A minha filha, Julia Emilly, que me ensinou  
a amar de uma maneira única e  
inigualável, motivo da minha busca em ser  
uma pessoa cada vez melhor.*

***Dedico***

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1 Objetivo geral .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>3</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Maracujá .....	4
2.2 Produção brasileira e mundial do maracujá .....	5
2.3 Aproveitamento de resíduos .....	7
2.4 Procura por alimentos mais saudáveis .....	8
2.5 Estudo de obtenção da farinha do albedo para enriquecimento nutricional ....	10
2.6 Características físico-químicas do maracujá.....	11
2.7 Pectinas, fibras e minerais provenientes da casca do maracujá .....	12
2.8 Importância do estudo da secagem na obtenção de farinhas .....	13
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1 Material.....	16
3.2 Higienização .....	16
3.3 Remoção da polpa e do flavedo .....	16
3.4 Maceração e trituração do albedo e da casca integral do maracujá .....	17
3.5 Secagem e obtenção da farinha.....	18
3.5.1 Cinética de secagem .....	19
3.6 Análise de atividade de água.....	21
3.7 Análise de cor .....	21
3.8 Análise do teor de umidade.....	21
3.9 Análise de cinzas .....	21
3.10 Análise de minerais.....	22
3.11 Análise de lipídios .....	22
3.12 Análise de proteínas.....	22
3.13 Análise de carboidratos.....	22

3.14	Teor de pectina.....	23
3.15	Análise de fibra bruta.....	23
3.16	Fibra em detergente neutro (FDN).....	23
3.17	Fibra em detergente ácido (FDA) .....	23
3.18	Análise estatística dos dados.....	23
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
4.1	Caracterização da matéria-prima .....	24
4.2	Cinética de Secagem .....	26
4.3	Caracterização das farinhas.....	34
	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>45</b>
	<b>SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>47</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Aspecto das cascas dos maracujás utilizados para fabricação das farinhas .	16
Figura 3.2. Albedo de maracujá em processo de maceração .....	17
Figura 3.3. Processador e lâminas utilizados para triturar as amostras .....	17
Figura 3.4. Configurações da casca do maracujá durante o processo de trituração. ....	18
Figura 3.5. Fluxogramas de produção das farinhas da casca de maracujá amarelo .....	20
Figura 4.1. Cinética de secagem a 70 e 80 °C usando o modelo de Page para: (a) albedo do maracujá; (b) albedo macerado do maracujá; (c) casca do maracujá; (d) casca macerada do maracujá.....	32
Figura 4.2. Cinética de secagem usando o modelo de Page para: (a) albedo macerado e sem maceração do maracujá a 70 °C; (b) albedo macerado e sem maceração do maracujá a 80 °C; (c) casca macerada e sem maceração do maracujá a 70 °C; (d) casca macerada e sem maceração do maracujá a 80 °C. ....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Utilização de resíduos de maracujá na elaboração de novos produtos. ....	8
Tabela 2.2. Teor de nutrientes por 100 g de amostra (maracujá) .....	11
Tabela 3.1. Modelos de secagem utilizados na cinética das farinhas .....	19
Tabela 3.2. Nomenclatura adotada das amostras após realização das secagens.....	21
Tabela 4.1. Caracterização do albedo e da casca integral do maracujá amarelo com e sem maceração .....	24
Tabela 4.2. Tempo de secagem necessário para estabilizar a massa de cada amostra ...	27
Tabela 4.3. Rendimento de massa das amostras de albedo e casca de maracujá após realização das secagens a 70 e 80 °C.....	28
Tabela 4.4. Parâmetros obtidos pelo ajuste dos dados experimentais da secagem do albedo e da casca integral do maracujá ao modelo de Page .....	29
Tabela 4.5: Parâmetros obtidos pelo ajuste dos dados experimentais da secagem do albedo e da casca integral do maracujá ao modelo de Silva et alii.....	29
Tabela 4.6. Parâmetros obtidos pelo ajuste dos dados experimentais da secagem do albedo e da casca integral do maracujá ao modelo de Henderson e Pabis .	30
Tabela 4.7. Parâmetros obtidos pelo ajuste dos dados experimentais da secagem do albedo e da casca integral do maracujá ao modelo de Logaritmo .....	30
Tabela 4.8. Atividade de água e cor das farinhas elaboradas com o albedo e a casca integral do maracujá amarelo com e sem maceração, secos nas temperaturas de 70 e 80 °C. ....	34
Tabela 4.9. Composição centesimal das farinhas elaboradas com o albedo e a casca integral do maracujá amarelo com e sem maceração, secos nas temperaturas de 70 e 80 °C .....	37
Tabela 4.10. Composição centesimal das farinhas elaboradas com o albedo e a casca integral do maracujá amarelo com e sem maceração, secos nas temperaturas de 70 e 80 °C .....	40
Tabela 4.11. Teor de minerais encontrados nas farinhas elaboradas com o albedo e a casca integral do maracujá amarelo com e sem maceração, secos nas temperaturas de 70 °C.....	42
Tabela 4.12. Teor de minerais encontrados nas farinhas elaboradas com o albedo e a casca integral do maracujá amarelo com e sem maceração, secos nas temperaturas de 80 °C.....	43

## RESUMO

O maracujá é uma fruta abundante no Brasil, considerado o maior produtor do mundo. Cerca de 52% do peso total do fruto são compostos por casca (albedo e flavedo), que pode ser utilizada na fabricação de farinha como fonte de nutrientes para a alimentação e enriquecimento de produtos alimentícios. Alguns estudiosos removem o flavedo e acrescentam, na elaboração da farinha, a etapa de maceração em água pois afirmam que a mesma possui uma substância responsável, por causar amargor. Assim, o objetivo do presente trabalho foi estudar o processo de fabricação de farinha do albedo e da casca integral de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. Flavocarpa*), verificando as influências das etapas de remoção do flavedo e de maceração, assim como a variação das temperaturas de secagem na composição final da farinha. Após o processo de maceração as amostras foram trituradas e submetidas à secagem convectiva em estufa nas temperaturas de 70 e 80 °C. Foi calculado o rendimento após as secagens e se notou que o mesmo é muito baixo. Os modelos matemáticos de Page, Silva et alii, Henderson e Pabis e Logaritmo, foram ajustados aos dados experimentais utilizando-se o software LAB Fit. Os critérios de avaliação utilizados para identificar o melhor ajuste dos modelos aos dados experimentais foram o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o qui-quadrado ( $\chi^2$ ). O modelo de Page foi o que melhor se ajustou aos dados, apresentando  $R^2$  maior que 0,99 em todas as amostras, além de  $\chi^2$  almejados, sendo o maior de 0,019287. As matérias-primas foram analisadas quanto ao teor de umidade, cinzas, atividade de água e cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ). Na análise das farinhas elaboradas ainda foram acrescentados proteínas, lipídios, carboidratos, pectina, fibra bruta, FDN, FDA e minerais. Em todas as análises foi aplicado o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Com relação às análises realizadas com as farinhas, a atividade de água mostrou que as cascas maceradas são menos susceptíveis ao desenvolvimento de reações provenientes do teor de umidade. A cor mostrou-se clara, com leve disposição à tonalidade vermelha e tendência maior à coloração amarela. O teor de umidade se encontra dentro dos limites estabelecidos pela ANVISA. No que diz respeito às cinzas, observou-se que a maceração contribuiu para sua redução. Com relação aos lipídios, foi verificado que todas as farinhas possuem valor abaixo de 1,0%. Os carboidratos foram mais elevados nas amostras sem maceração e secas a 70 °C. A maceração e o aumento de temperatura contribuíram para a redução das proteínas e o aumento da fibra bruta. Os valores de FDN e FDA foram maiores nas amostras de albedo macerado. O valor de pectina foi muito baixo em todas as farinhas. Os minerais encontrados foram, na ordem de abundância: potássio, cloro, cálcio, fósforo, enxofre, ferro, estrôncio, rubídio, zinco, bromo, manganês, cobre e zircônio. Recomenda-se a fabricação da farinha com a casca integral sem a maceração e seca a 70 °C.

**Palavras-chave:** secagem, albedo, cinética, aproveitamento de resíduos, *Passiflora edulis f. Flavocarpa*.

## ABSTRACT

Passion fruit is an abundant fruit in Brazil, considered as the largest producer in the world. Approximately 52% of the total fruit weight is composed of skin (albedo and flavedo), which can be used to manufacture flour as source of nutrients for consumption and enrichment of food products. Some researchers remove the flavedo and add, in the manufacturing of flour, the step of maceration in water, because they claim it has a substance responsible for causing bitterness. Thus, this study aimed to evaluate the process of manufacturing flour from the albedo and whole skin of yellow passion fruit (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*), verifying the influences of the flavedo removal and maceration steps, as well as the variation of the drying temperatures in the final composition of the flour. After maceration, the samples were ground and subjected to convective drying in an oven at temperatures of 70 and 80 °C. The yield after the drying processes was calculated and were found to be very low. The mathematical models of Page, Silva et alii, Henderson & Pabis and Logarithmic were fitted to the experimental data using the software LAB Fit. The evaluation criteria to identify the best fit of the models to the experimental data were the coefficient of determination ( $R^2$ ) and chi-square ( $\chi^2$ ). The model of Page showed the best fit to the data, with  $R^2$  higher than 0.99 in all samples, and the desired  $\chi^2$ , whose highest value was 0.019287. The raw materials were analyzed for moisture content, ashes, water activity and color ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ). The manufactured flours were also analyzed for proteins, lipids, carbohydrates, pectin, crude fiber, NDF, ADF and minerals. Tukey test ( $p < 0.05$ ) was applied in all analyses. For flour analyses, the water activity demonstrated that the macerated skins are less susceptible to the development of reactions from the moisture content. The color was light, with slight trend to red and greater trend to yellow. The moisture content is within the limits established by ANVISA. The maceration contributed to the reduction of ashes. For lipids, all flours exhibited values below 1.0%. Carbohydrates were higher in samples without maceration and dried at 70 °C. The maceration and increase in temperature contributed to the reduction of proteins and increase in crude fiber. NDF and ADF contents were higher in the samples of macerated albedo. The pectin content was very low in all flours. The minerals found, in order of abundance, were: potassium, chlorine, calcium, phosphorus, sulfur, iron, strontium, rubidium, zinc, bromine, manganese, copper and zirconium. The flour should be manufactured using the whole skin, without maceration and dried at 70 °C.

**Key words:** drying, albedo, kinetics, waste management, *Passiflora edulis f. Flavicarpa*.

## 1. INTRODUÇÃO

O maracujá é um fruto com grande quantidade de casca, composta pelo flavedo (parte com coloração amarela) e albedo (parte branca). O albedo apresenta, em sua composição, uma substância flavonoide conhecida como naringina que, segundo alguns autores, pode causar sabor amargo ao produto; no entanto, este amargor pode ser removido com maceração em água, operação física que consiste em extrair certas substâncias hidrossolúveis de determinado produto.

O maracujá (*Passiflora edulis*) é um fruto de ampla aceitabilidade entre as populações de todo o mundo. Bastante cultivado no Brasil, é originário da América Tropical, rico em vitamina C, cálcio e fósforo. O Brasil se destaca como principal produtor de maracujá há mais de duas décadas, com cerca de 80% da produção mundial (MELETTI, 2011) e em 2013 apresentou produção em torno de 838.244 ton de maracujá por ano, com rendimento de 14.635 kg/ha (IBGE, 2013).

Segundo o IBGE, a região Nordeste é líder na produção nacional, sendo a Bahia o principal estado produtor, com 355.020 ton de maracujá por ano e rendimento de 11.956 kg/ha (IBGE, 2013).

As cascas e sementes do maracujá são resíduos que, geralmente, são descartados. As sementes representam cerca de 6 a 12% do peso total dos frutos, com alguma variação, conforme a espécie do fruto (FERRARI et al., 2004), e as cascas representam 52% do peso total do fruto (CÓRDOVA et al., 2005).

A casca do maracujá é rica em pectina, espécie de fibra solúvel que auxilia na redução das taxas de glicose no sangue, é fonte de niacina (vitamina B3), ferro, cálcio e fósforo. Em humanos, a niacina atua no crescimento e na produção de hormônios, assim como previne problemas gastrointestinais. Os minerais atuam na prevenção da anemia (ferro), no crescimento e fortalecimento dos ossos (cálcio) e na formação celular (fósforo). Quanto à composição de fibras, a casca do maracujá constitui produto vegetal rico em fibra do tipo solúvel (pectinas e mucilagens), benéfica ao ser humano. Ao contrário da fibra insolúvel (contida no farelo dos cereais) que pode interferir na absorção do ferro, a fibra solúvel pode auxiliar na prevenção de algumas doenças (CÓRDOVA et al., 2005; CAMARGO et al., 2008).

As propriedades do albedo têm sido estudadas principalmente em relação ao teor e tipo de fibras presentes que são essenciais à saúde devido à sua capacidade de reduzir o colesterol LDL e aumentar o HDL, indicado como auxiliar no tratamento de diabetes

e redução de peso, visto que a pectina do albedo retém água, formando geis viscosos que retardam o esvaziamento gástrico e o trânsito intestinal (GALISTEO e DUARTE, 2008; YAPO, 2009).

A procura por alimentos que forneçam benefícios à saúde permite o desenvolvimento de pesquisas relacionadas a alternativas que amenizem os sintomas e/ou consequências relacionadas a diversas patologias (MAIA, 2007). Medeiros et al. (2009) relatam que desde maio do ano de 2003, milhares de pessoas vêm consumindo farinha de casca de maracujá confeccionada artesanalmente e associando efeitos benéficos do seu consumo sobre a diabetes, com redução dos níveis glicêmicos. Segundo esses autores, desde a publicação dos primeiros resultados acerca dos benefícios da farinha da casca de maracujá para a saúde humana, as empresas logo começaram a fabricá-la em escala industrial e iniciar suas vendas junto ao comércio varejista.

Córdova et al. (2005) sugerem a utilização da casca do maracujá como farinha ou o estudo de outros produtos direcionados para pessoas que necessitam aumentar a ingestão de fibras para prevenir doenças, principalmente aquelas relacionadas ao trato gastrointestinal e ao coração.

Silva et al. (2016) realizaram estudo da obtenção e caracterização da farinha do albedo do maracujá com secagens nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C e verificaram que as amostras de farinhas secas a 70 e 80 °C, não apresentaram diferenças significativas no que diz respeito às características de cor e atividade de água, sugerindo que estudos mais detalhados poderiam ser realizados na obtenção e caracterização de farinhas da casca de maracujá.

Outro fator importante para a realização deste estudo, é a necessidade de incentivar o desenvolvimento de pesquisas que busquem soluções para minimizar a destinação imprópria dos resíduos agroindustriais, que são bastante expressivos no caso do processamento do maracujá (MEDINA, 1980; RUGGIERO, 1996).

Assim, pretende-se analisar o aproveitamento da casca integral do maracujá, tal como do albedo e avaliar se existe diferença na qualidade da farinha que passa por maceração, de vez que a redução desta etapa facilita sua produção.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Elaborar farinhas obtidas da casca do maracujá após secagem em temperaturas diferentes, assim como a influência da remoção do flavedo e da etapa de maceração no processo de produção das mesmas e avaliar suas características físico-químicas visando à sua possível utilização em produtos alimentícios.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Realizar a cinética de secagem do albedo e da casca integral do maracujá com e sem maceração nas temperaturas de 70 e 80 °C;
- Calcular o rendimento de massa das amostras após realização das secagens;
- Produzir farinhas da casca integral e do albedo do maracujá amarelo;
- Realizar análise de atividade de água, cor, teor de umidade e cinzas nas amostras de matéria-prima e nas farinhas obtidas;
- Analisar qual a melhor temperatura de secagem e a influência da remoção do flavedo e do processo de maceração na elaboração da farinha do albedo e da casca integral do maracujá;
- Determinar a composição centesimal das farinhas (umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, pectina, fibra bruta, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA));
- Determinar os minerais presentes nas farinhas por Espectroscopia de Difração de Raio X (EDX).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Maracujá

Maracujá é o nome popular dado a várias espécies do gênero *Passiflora* (o maior da família *Passifloraceae*); vem do termo *marajú-ya* que, para os indígenas, significa “fruto de sorver” ou “polpa que se toma de sorvo” segundo o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1994). O maracujazeiro, árvore que produz o maracujá, é botanicamente definido como uma planta trepadeira sub-lenhosa que apresenta grande vigor vegetativo (MELETTI e MOLINA, 1999).

O gênero *Passiflora* possui mais de 400 espécies, sendo cerca de 120 nativas do Brasil (BERNACCI, 2003). Cerca de 90% das 400 espécies deste gênero são originárias das regiões tropicais e subtropicais do globo, e no maior foco de distribuição geográfica o Brasil se encontram pelo menos 79 espécies. As espécies de maior interesse comercial no país são *P. edulis* fo. *Flavicarpa* O. Deg. (maracujá amarelo ou azedo), *P. alata* Curtis (maracujá-doce) e *P. edulis* fo. *Edulis* (*maracujá roxo*) (RUGGIERO, 1987; MAPA, 2010).

O maracujá-amarelo ou azedo (*P. edulis* fo. *flavicarpa*) se destaca por ser o mais cultivado e comercializado no país devido à qualidade de seus frutos representando mais de 95% dos pomares no Brasil (MELETTI e BRUCKNER, 2001). Ele apresenta uma série de características consideradas superiores ao maracujá roxo, tais como: maior tamanho do fruto, peso, teor de caroteno, acidez total, resistência a pragas e maior produtividade por hectare (CARVALHO-OKANO et al., 2001; ZIBADI e WATSON, 2004). Já o maracujá-doce (*P. alata* Curtis) tem sua produção e comercialização restritas: embora originária do Brasil, é uma fruta ainda pouco conhecida pela maioria da população. Ao contrário do maracujá amarelo, é consumida exclusivamente como fruta fresca devido à sua baixa acidez. A polpa é adocicada, apresenta odor forte e agradável mas é enjoativa quando utilizada na forma de suco (MELETTI, 1996).

O maracujá foi considerado uma fruta de pomar doméstico durante muitos anos em razão de suas propriedades medicinais. Seu valor comercial foi descoberto bem mais tarde, no final da década de 60, quando os primeiros pomares paulistas foram instalados. Historicamente, trata-se de um curto período de produção representado por apenas 40 anos, bastante significativo ao se considerar que o país é o maior produtor mundial de maracujá-amarelo, há mais de duas décadas (MELETTI, 2011).

Até o início da década de 70 o Brasil nem constava entre os principais países produtores. Por falta de demanda constante do produto, ciclos de compressão e expansão da área cultivada se alternavam. A cultura adquiriu expressão econômica a partir de 1986, quando a ampliação significativa na área cultivada e na produção conduziu à profissionalização da atividade (RIZZI et al., 1998).

Durante os primeiros anos de produção, conduzidos com quase total amadorismo, a maioria dos produtores nem era fruticultor (RUGGIERO, 1987). Eram cafeicultores entrando na atividade, animados com a possibilidade de um elevado retorno financeiro oferecido pelo maracujá. A cultura não apresentava ainda expressão econômica mas em um dos períodos de baixa na cafeicultura, esses produtores migraram para a fruticultura. Foi então que a cultura se desenvolveu. Até hoje a agricultura familiar tem sido responsável pela expansão dos pomares comerciais (MELETTI, 2011).

A década de 90 foi marcada pela valorização do preço da fruta fresca. Isto mudou o hábito de consumo do maracujá: por um longo período cerca de 30% da produção eram reservadas ao mercado *in natura* e 70% seguiam para a indústria de sucos. Por volta de 1998 esta situação se inverteu. Na década seguinte cerca de 50% da produção foram destinados a cada um desses segmentos. Mais recentemente 60% da produção são destinados ao consumo de frutas frescas e o restante destinado às agroindústrias de processamento. O suco é o principal produto derivado (FERRAZ e LOT, 2007).

Assim, o maracujá-amarelo tem ocupado lugar de destaque na fruticultura, mesmo quando comparado a outras frutas tropicais com maior tradição de consumo. Sua participação no mercado de hortifrutigranjeiros é garantida adequando-se perfeitamente a este segmento que valoriza produtos de alto valor agregado (MELETTI et al., 2010).

## **2.2 Produção brasileira e mundial do maracujá**

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, segundo o IBGE (2013) sendo a Bahia o principal estado produtor. No Estado da Bahia o valor da produção das frutíferas cresceu 7,4%, impulsionado pelo crescimento do maracujá que foi 45,2%. O estado é o maior produtor nacional de maracujá, responsável por mais da metade da produção brasileira; trata-se de uma cultura concentrada nos Municípios de Dom Basílio

e Livramento de Nossa Senhora, que respondem por quase 60,0% da produção baiana (IBGE, 2010).

A região Nordeste tem liderado a produção brasileira nos últimos anos porém o avanço da produção resulta de um progresso tecnológico, que elevou a produtividade em todas as regiões geográficas. Este aumento na produtividade pode ser explicado pelos seguintes motivos: integração de bons produtores à cultura; adoção da tecnologia de produção recomendada para a cultura; utilização de sementes selecionadas e cultivares híbridas, ambas de alta produtividade, lançadas pelo Instituto Agrônômico em 1999 e pela EMBRAPA, em 2008, somadas à qualidade das mudas na instalação dos pomares. Outro incentivo foi dado pelo preço do produto, sempre atrativo, apesar das flutuações (MELETTI, 2011).

Silva (2012) relatou que de acordo com a Associação Brasileira das Entidades Estaduais de Assistência Técnica e Extensão Rural, o cultivo de maracujá-amarelo ou maracujá-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) na Paraíba, despontou como uma alternativa para a agricultura de base familiar e que, segundo os dados da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado da Paraíba (EMATER/PB) no ano de 2009 a produção total foi de 4.148 toneladas, numa área de 403 hectares, cultivados. Segundo o IBGE (2013) a produção foi elevada para 6.784 toneladas com rendimento de 8,79 kg/ha.

A Paraíba possui diversos municípios aptos ao cultivo do maracujá, haja vista que, segundo o MAPA (2010) embora adaptado a vários ambientes, a produtividade do maracujazeiro é muito afetada pela radiação solar, temperatura, número de horas de brilho solar e pela umidade do solo. A cultura se desenvolve bem em regiões com altitudes entre 100 e 1.000 m, com temperatura média anual entre 20 e 32 °C e precipitação pluviométrica entre 1.200 e 1.900 mm, desde que bem distribuídos ao longo do ano. Para entrar em floração e produção de frutos com ótimo aspecto, sabor e aroma, a planta necessita de 11 h de luz/dia, no mínimo. Ventos frios afetam o florescimento interferindo no crescimento dos frutos. Ventos quentes e secos causam murchamento e diminuem a quantidade e a qualidade dos frutos produzidos. O maracujazeiro se desenvolve melhor em solos arenoargilosos, profundos (maior que 60 cm) e bem drenados.

A exportação de maracujá ainda é incipiente. Tem ocorrido em pequena escala, sob as formas de fruta fresca e principalmente suco concentrado, sendo os principais destinos os países europeus. A participação da fruta fresca no total das exportações de

maracujá do Brasil tem-se restringido a 1,5%, porque o mercado interno absorve quase a totalidade da produção. Os sucos concentrados representam a maior parcela da exportação, alcançam as melhores cotações e ganhos em divisas, sendo atualmente comercializado mais intensamente com Holanda, Estados Unidos, Porto Rico, Japão e Alemanha, os quais importam 76% do suco concentrado produzido no Brasil (MELETTI, 2011).

### **2.3 Aproveitamento de resíduos**

Uma alternativa que vem crescendo desde o início da década de 1970 consiste no aproveitamento de resíduos (principalmente cascas) de certas frutas, como matéria-prima para a produção de alguns alimentos que podem ser perfeitamente incluídos na alimentação humana. Trata-se de uma proposta concreta visto que esses resíduos representam extraordinária fonte de materiais considerados estratégicos para algumas indústrias brasileiras (OLIVEIRA et al., 2002).

Os resíduos (sementes e cascas) gerados na industrialização do maracujá geram inúmeras toneladas, já que esses resíduos representam cerca de 76,5% do peso total dos frutos, com alguma variação, conforme a espécie do fruto. Desta forma, agregar valor a esses subprodutos é de interesse econômico, científico e tecnológico (FERRARI et al., 2004).

A casca de maracujá, que representa 52% da composição mássica da fruta, não mais pode ser considerada como resíduo industrial de vez que suas características e propriedades funcionais podem ser utilizadas para o desenvolvimento de novos produtos (MEDINA, 1980; CÓRDOVA et al., 2005).

A casca do maracujá vem sendo considerada há vários anos como uma alternativa de aproveitamento para redução de resíduos industriais e sua utilização tem sido estudada por vários pesquisadores, na formulação de rações, produção de geleias, doces em calda, biscoitos, bolos e massas alimentícias, entre outros, devido ao seu alto conteúdo de pectina, fibras e carboidratos (OTAGAKI e MATSUMOTO, 1958; MEDINA, 1980; ARIKI, et al., 1977; LIRA FILHO, 1995; OLIVEIRA, et al., 2002; CÓRDOVA et al., 2005; ISHIMOTO et al., 2007; MAIA, 2007; SOUZA et al., 2008; SPANHOLI e OLIVEIRA, 2009; GOMES et al., 2010; VIEIRA et al., 2010; DIAS et al., 2011; SANTANA et al., 2011; ALCÂNTARA et al., 2012; SANTOS, 2013; SOUZA et al., 2013).

Santos (2013) reuniu alguns autores que trabalharam com os resíduos do maracujá e mostrou sua utilização no enriquecimento e elaboração de novos produtos, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 2.1.** Utilização de resíduos de maracujá na elaboração de novos produtos.

<b>Resíduo do maracujá</b>	<b>Produto</b>	<b>Referência</b>
Cascas	Geleias	Lira Filho (1995)
Albedo	Doce em calda	Oliveira et al. (2002)
Albedo	Barra de cereal	Matsuura (2005)
Cascas	Biscoito	Ishimoto et al. (2007)
Farinha	Cereal matinal extrusado	Vernasa et al. (2009)
Albedo	Doce em calda	Reolon (2008)
Cascas	Barra de cereal	Silva et al. (2009)
Albedo	Macarrão espaguete	Spanholi e Oliveira (2009)
Albedo	Barra de cereal	Gomes et al. (2010)
Albedo	Biscoito	Santos et al. (2011)
Cascas	Biscoito	Lupatini et al. (2011)
Albedo	Doce em massa	Dias et al. (2011)
Cascas	Iogurte probiótico	Espírito-Santo et al. (2013)

Fonte: Adaptado de Santos (2013).

#### **2.4 Procura por alimentos mais saudáveis**

No que se refere aos hábitos alimentares, a baixa ingestão de fibras, vitaminas e minerais, é uma constante na população brasileira em função do baixo consumo de vegetais frescos. Na tentativa de se elevar o consumo desses nutrientes várias alternativas têm sido propostas, dentre elas a produção de novos itens alimentícios que possam ter um valor nutricional superior ao alimento original mas que sejam, ao mesmo tempo, acessíveis às classes economicamente menos favorecidas. Uma alternativa para este problema é o emprego de novos ingredientes que possam atuar elevando o valor nutricional de alimentos tradicionais (VORAGEN, 1998).

Um fator relevante na utilização de produtos de origem natural é sua crescente aceitação pela população em geral, em parte à insatisfação quanto ao custo e segurança

da medicina convencional, o que contribui, por exemplo, para o crescente consumo de fitoterápicos nos últimos tempos (NICOLETTI, 2003; VIGGIANO, 2005).

O mercado de alimentos funcionais está em desenvolvimento havendo grandes variações em função das diferentes definições que se encontram tanto na literatura científica quanto na legislação de diferentes países. Em uma definição ampla os alimentos funcionais incluem qualquer tipo de produto com efeito benéfico sobre a saúde, independente de haver ou não alegação de propriedade funcional (SILVA, 2000).

Para que um alimento seja considerado funcional, é preciso que os benefícios sobre uma ou mais funções orgânicas sejam satisfatoriamente demonstradas, tanto para a promoção de saúde e bem-estar quanto para a redução de riscos de doenças. Os alimentos funcionais devem permanecer como alimentos e seus efeitos devem ser demonstrados em quantidades que possam ser normalmente ingeridas em uma dieta normal (MILNER, 2000; DUFFY et al., 2001). Deve ser salientado que o efeito do alimento funcional se restringe à promoção da saúde e não à cura de doenças (SANDERS, 1998).

As propriedades sedativas do maracujá são conhecidas há muito tempo, especialmente quando se utiliza a infusão ou tintura das folhas. Há alguns anos foi descrita nova propriedade relacionada ao fruto: a atividade hipoglicemiante da farinha produzida a partir de sua casca (GUERTZENSTEIN, 1998; PETRY et al., 2001).

Córdova et al. (2005), descreveram que o albedo ou mesocarpo (parte branca) do maracujá é rico em pectina, espécie de fibra solúvel que auxilia na redução das taxas de glicose no sangue, fonte de niacina (vitamina B3) e minerais como: ferro, cálcio e fósforo, o que a torna um alimento com propriedades funcionais podendo ser utilizado para o desenvolvimento e enriquecimento de novos produtos.

Guertzenstein e Sabaa-Srur (1999) relatam que cascas de maracujá amarelo, após desidratadas, foram transformadas em farinhas e empregadas como fonte de fibra na formulação de rações para grupos de ratos adultos, sadios e diabéticos. A análise do comportamento da glicemia ao longo do experimento, que durou 28 dias, demonstrou redução significativa frente à glicemia dos animais no início do experimento. Os resultados desse estudo sugerem, com eficácia, a utilização da farinha da casca de maracujá amarelo no controle da diabetes, assim como de determinadas patologias diante da confirmação de se tratar de um subproduto rico em pectina.

Outra pesquisa, realizada com animais experimentais durante 28 dias, com dieta contendo fibras insolúveis (FRIAS e SGARBIERI, 1998) mostrou redução significativa na concentração de glicose sanguínea.

Medeiros et al. (2009), buscaram avaliar a toxicologia clínica do uso da farinha de albedo comercial em voluntários saudáveis. Os autores realizaram um ensaio com 36 voluntários de ambos os sexos, que utilizaram 10g do produto três vezes ao dia, durante oito semanas. Os resultados indicaram que o uso do produto foi bem tolerado pelos participantes não sendo relatadas reações adversas que pudessem comprometer sua utilização como alimento com propriedade de saúde. Os exames efetuados não evidenciaram sinais de toxicidade nos diversos órgãos e sistemas avaliados, indicando que a farinha de casca de maracujá poderia ser utilizada em futuros estudos.

Os resultados dessas pesquisas foram amplamente divulgados nos meios de comunicação em massa, a partir de 2003, levando milhares de pessoas a utilizarem a farinha para reduzir os níveis glicêmicos. Após essas divulgações inúmeras pessoas começaram a produzir, de maneira artesanal e consumir e propagar os efeitos benéficos dessa farinha sobre a diabetes. As empresas não tardaram a fabricar a farinha da casca do maracujá em escala industrial e a iniciar sua venda (MEDEIROS et al., 2009) hoje encontrada em farmácias de manipulação, lojas de produtos naturais e supermercados.

## **2.5 Estudo de obtenção da farinha do albedo para enriquecimento nutricional**

Segundo Brasil (2017) a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define farinha como sendo o produto obtido pela moagem da parte comestível de vegetais, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados.

Vários estudos têm demonstrado o potencial da utilização da farinha da casca de maracujá no enriquecimento de produtos como, por exemplo, pães, biscoitos e barras de cereais, melhorando suas qualidades nutricionais e tecnológicas (CÓRDOVA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2002; ISHIMOTO et al., 2007; MAIA, 2007; SOUZA et al., 2008; SPANHOLI e OLIVEIRA, 2009; VIEIRA et al., 2010; SANTANA et al., 2011).

A casca do maracujá apresenta, entretanto, uma substância flavonoide conhecida como naringina (GONDIM et al., 2005) que confere sabor amargo ao albedo. Spanholi e Oliveira (2009) e Santana et al. (2011), atribuem este amargor à presença da substância também flavonoide hisperidina. Este amargor pode ser removido por maceração em

água (OLIVEIRA et al., 2002; NASCIMENTO et al., 2003; ISHIMOTO et al., 2007; SANTANA et al., 2011; SANTOS, 2013), maceração em solução de NaCl (GODOY et al., 2005) e pela imobilização da naringina em k-carragena (RIBEIRO e RIBEIRO, 2008).

## 2.6 Características físico-químicas do maracujá

As análises físico-químicas são fundamentais para a caracterização dos alimentos, controle de prováveis fraudes e determinação da quantidade dos nutrientes presentes no alimento para confecção da tabela nutricional exigida nos rótulos e embalagens.

Pesquisas mostram, após análises físico-químicas, a riqueza de nutrientes presentes tanto no maracujá *in natura* como em sua casca. Na Tabela 2.2 se encontram os nutrientes contidos na farinha obtida da casca e das sementes do maracujá amarelo.

**Tabela 2.2.** Teor de nutrientes por 100 g de amostra (maracujá)

Parâmetro	Teor de nutrientes (valores médios)		
	Parte comestível <sup>1</sup>	Casca <i>in natura</i> <sup>1</sup>	Farinha da casca e das sementes <sup>2</sup>
Teor de umidade (g)	83,00	87,64	7,10
Cinzas (g)	0,80	0,57	5,28
Lipídios (g)	2,00	0,01	9,86
Proteínas (g)	2,00	0,67	8,68
Fibras (g)	1,10	4,33	ANR
Glicídios (g)	12,00	6,78	ANR
Calorias (kcal)	68,00	29,91	ANR
Cálcio (mg)	5,00	44,51	21,66
Ferro (mg)	0,60	0,89	0,58
Sódio (mg)	2,00	43,77	7,33
Magnésio (mg)	28,00	27,82	23,66
Zinco (mg)	0,60	0,32	0,38
Cobre (mg)	0,19	0,04	0,10
Potássio (mg)	338,00	178,40	164,88

Fonte: Adaptado de <sup>1</sup>Gondim et al. (2005) e <sup>2</sup>Toledo (2013); ANR - Análise não realizada.

## **2.7 Pectinas, fibras e minerais provenientes da casca do maracujá**

As pectinas têm, até o presente momento, sido isoladas com propósitos comerciais, a partir de cascas de laranja, limão e bagaço de maçã (KLIEMANN, 2006).

A casca de maracujá também é rica em pectina, uma fração de fibra solúvel capaz de ligar-se à água e formar compostos de alta viscosidade, conferindo-lhe efeitos fisiológicos peculiares (SANDERSON, 1981).

Na mucosa intestinal há formação de uma camada gelatinosa que altera a difusão e a absorção de nutrientes. Em função dessa maior viscosidade do conteúdo entérico, efeitos críticos regulam a resposta metabólica à carga de nutrientes (BROWN et al., 1979; SCHNEEMAN, 1986) como, por exemplo, o decréscimo na absorção de carboidratos pelo organismo, mecanismo que pode explicar sua ação hipoglicemiante (TROWELL, 1978).

No que diz respeito às fibras, as solúveis retardam a passagem intestinal, o esvaziamento gástrico e a absorção da glicose, ajudando a reduzir o colesterol no soro sanguíneo enquanto as fibras insolúveis aceleram o trânsito intestinal aumentando o volume fecal, desacelerando a hidrólise da glicose e contribuindo para a redução de alguns males do colón. A ingestão elevada de fibras acarreta redução de lipídios e de glicose no sangue, aumento da sensibilidade à insulina, diminuição da pressão sanguínea e ajuda no controle de peso (PEREIRA, 2002).

Existem dois métodos que utilizam soluções detergentes para determinar fibras, a fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA). Segundo Mertens (2001), dos métodos de determinação de fibra a FDN é a melhor medida do conteúdo de fibra total de um alimento, servindo como base para determinar fibra efetiva. Mertens (2002) define a FDN como a fibra insolúvel dos alimentos (indigestível ou lentamente digestível) que ocupa espaço no trato digestivo.

Para Carvalho et al. (2005) o estudo do teor de fibras (solúvel, insolúvel, bruta e alimentar) e das propriedades físico-químicas do maracujá amarelo, é importante para se explorar a potencialidade do uso da casca da fruta como ingrediente de novos produtos. O conhecimento das propriedades físico-químicas é significativo também para a produção de alimentos com boa textura e sabor, porque a simples adição de elevadas quantidades de fibra nem sempre resulta em produtos com características sensoriais desejáveis (DREHER, 1995).

De acordo com Larrauri e Rodríguez (1990) a fibra ideal deve ser bem concentrada, não ter componentes antinutricionais, não comprometer a vida de prateleira do produto a ser adicionado, apresentar boa proporção de fibra solúvel e insolúvel e apresentar características sensoriais suaves. Além disso, deve ser aceita pelo consumidor como produto saudável, apresentar efeitos fisiológicos positivos e ter custo razoável.

Gondim et al. (2005), desenvolveram uma análise centesimal e de minerais em cascas de frutas verificando que, em geral, as cascas apresentavam teor de nutrientes maiores que de suas respectivas partes comestíveis. Reolon (2008) considera que as cascas podem ser fontes alternativas de alimentos e que uma alternativa para a casca seria a fabricação de um pó por meio de secagem seguida de moagem.

## **2.8 Importância do estudo da secagem na obtenção de farinhas**

Um dos objetivos da indústria de alimentos é encontrar formas de aproveitamento para seus resíduos, transformando-os em benefícios financeiros e minimizando impactos ambientais (RUGGIERO et al., 1996). Um dos processos alternativos que pode ser utilizado para tal finalidade, é a secagem.

Secagem é a remoção de água de um alimento sólido, na forma de vapor, por meio de um mecanismo de vaporização térmica, em uma temperatura inferior à de ebulição da água. O processo de secagem utiliza ar quente para a transferência de calor para o alimento e a consequente vaporização da água nela contida, ocorrendo a desidratação. A capacidade do ar para eliminar a água de um alimento depende principalmente de sua temperatura e de sua umidade relativa; já a cinética de secagem é a rapidez com que o alimento perde umidade e é controlada pelas características da matriz do alimento e pelas variáveis: temperatura, velocidade e umidade relativa do ar (CELESTINO, 2010).

Brod (2003) afirma que a secagem é uma das mais antigas e usuais operações unitárias encontradas nos processos industriais agrícola, cerâmico, químico e alimentício, entre outros.

A secagem se trata de um fenômeno complexo que envolve simultaneamente a transferência de calor e massa, podendo abranger ainda a transferência de quantidade de movimento. Segundo Ribas et al. (2000), esta é a operação unitária mais empregada na conservação de alimentos. Tem, como objetivo reduzir o teor de umidade do produto

possibilitando o aumento de sua vida-de-prateleira, tal como a redução do volume, facilitando o transporte e o armazenamento (PARK et al., 2001).

A secagem pode ser natural ou artificial. A secagem natural é um processo de baixo custo, sendo necessário apenas o uso de bandejas para a desidratação e redes protetoras contra insetos (CELESTINO, 2010). A secagem artificial utiliza equipamentos em que o alimento é colocado e o processo de desidratação ocorre por certo período de tempo. A retenção de vitaminas em alimentos secos com a secagem artificial é, em geral, superior à dos alimentos secos ao sol (GAVA, 2000).

A secagem artificial pode ser realizada em diversos equipamentos, entre eles está o secador de bandejas, em que o alimento sólido é espalhado uniformemente sobre uma bandeja com fundo tipo tela (de metal ou plástico) a uma espessura de 10 mm a 100 mm. A circulação de ar no secador é feita por um ventilador situado atrás de resistências elétricas usadas para o aquecimento do ar de entrada. O controle da temperatura é feito por meio de um termostato. Após a secagem o secador é aberto e as bandejas descarregadas. Durante a secagem são feitas pesagens de uma pequena bandeja com uma amostra do produto para verificar o fim do processo (CELESTINO, 2010).

Por meio da secagem é possível ser determinada a cinética de secagem, a qual procura determinar o comportamento do material sólido, que é seco, sendo representada pelas curvas de secagem e taxa de secagem. Segundo Foust et al. (1980), o comportamento da curva de secagem de um sólido úmido mediante um fluxo de ar a determinada temperatura, é sempre o mesmo, enquanto a curva da taxa de secagem é obtida derivando-se os dados de umidade em função do tempo de secagem.

A cinética de secagem de vários produtos também pode ser descrita por modelos matemáticos semiempíricos ou puramente empíricos (MADAMBÁ, 2003). Os modelos semiempíricos se baseiam na analogia com a Lei de Newton para o resfriamento, aplicada à transferência de massa enquanto que os modelos empíricos apresentam uma relação entre o conteúdo médio de umidade e o tempo de secagem e consideram, como mecanismo principal, a difusão, baseada na segunda Lei de Fick (ZANOELO et al., 2007).

Portanto, isotermas de sorção de umidade são ferramentas importantes no dimensionamento do processo de secagem de alimentos, e na determinação de condições de embalagem e armazenamento. Elas são obtidas a partir de dados de adsorção (ganho de umidade) e dessorção (perda de umidade), respectivamente mas podem ser preditas através de modelos matemáticos classicamente utilizados com essa

finalidade, amplamente encontrados na literatura (FALADE et al., 2004; AKANBI et al., 2006; ASSUNÇÃO e PENA, 2007; FURMANIAK et al., 2007).

De acordo com Zanoelo et al. (2007), qualquer modelo de secagem com valores de coeficientes de determinação ( $R^2$ ) maiores que 0,90 pode ser considerado aceitável, em termos de engenharia, para a descrição do processo. Porém o mais comum é a obtenção de coeficientes de determinação maiores que 0,99 para os melhores modelos de secagem (SILVA et al., 2008).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram realizadas no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) campus Campina Grande, PB.

#### 3.1 Material

Foram utilizados aproximadamente 600 maracujás (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) provenientes do estado da Paraíba, PB, em estádios de maturação maduro (casca integralmente amarela) como mostra a Figura 3.1.



**Figura 3.1.** Aspecto das cascas dos maracujás utilizados para fabricação das farinhas

#### 3.2 Higienização

Inicialmente, os maracujás foram lavados em água corrente e imersos em solução de hipoclorito de sódio (50 ppm) durante 5 min; em seguida, novamente lavados em água corrente para remoção da solução sanitizante.

#### 3.3 Remoção da polpa e do flavedo

Os maracujás foram cortados ao meio e com auxílio de uma colher foi retirada a polpa; em seguida, 50% das cascas foram cozidas em panela de pressão por 5 min, para facilitar a remoção do flavedo (parte com coloração amarela).

### 3.4 Maceração e trituração do albedo e da casca integral do maracujá

O albedo e as cascas resultantes foram divididos em duas partes iguais, sendo que apenas uma delas passou pela etapa de maceração.

A maceração foi realizada segundo o método descrito por Dias et al. (2011) em que o material é imerso em água durante 24 h na proporção de 400 g de amostra para cada 2 litros de água a temperatura ambiente ( $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ ), como mostra a Figura 3.2.



**Figura 3.2.** Albedo de maracujá em processo de maceração

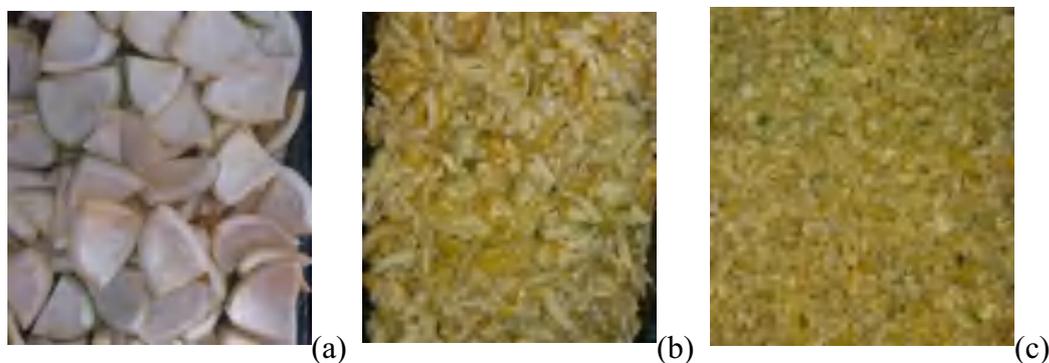
As amostras foram então trituradas em um processador de alimentos (imagem a da Figura 3.3) para uniformizar os tamanhos dos fragmentos e facilitar a posterior secagem.

A trituração do albedo foi realizada com uma lâmina do tipo hélice, como mostra a imagem b da Figura 3.3, enquanto as cascas, por não terem sido cozidas, tinham a superfície mais rígida e por isso tiveram que ser diminuídas inicialmente pela lâmina da imagem c da Figura 3.3, para então serem trituradas pela lâmina de hélice (imagem b).



**Figura 3.3.** Processador e lâminas utilizados para triturar as amostras

A Figura 3.4 mostra a configuração das cascas desde o corte com faca (imagem a), passando pela trituração com a primeira lâmina (imagem b) e por fim a trituração com a lâmina de hélice (imagem c).



**Figura 3.4.** Configurações da casca do maracujá durante o processo de trituração.

Logo em seguida as amostras foram colocadas em embalagens plásticas de Polipropileno, congeladas a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  e mantidas nesta condição até 24 h antes dos experimentos, quando então foram transferidas para o refrigerador para descongelar.

### **3.5 Secagem e obtenção da farinha**

A secagem foi realizada utilizando-se o método descrito por Ferreira e Pena (2010) com algumas modificações na massa da amostra e nas temperaturas de secagem descritas a seguir. Inicialmente, as amostras foram descongeladas a temperatura de aproximadamente  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 h para só então serem submetidas à secagem.

Os ensaios de secagem foram realizados em triplicata em uma Estufa com circulação mecânica (MOD 320E, FANEM, SP, Brasil), nas temperaturas de  $70$  e  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Uma massa média de 800 g do resíduo descongelado foi pesada em uma bandeja com o material distribuído sobre a bandeja de tal forma que formasse uma camada de aproximadamente mesma espessura, permitindo que a secagem ocorresse da maneira mais uniforme possível. Durante os primeiros 30 min de secagem foram realizadas pesagens do conjunto (bandeja + amostra) a cada 5 min. A partir desse tempo as pesagens foram realizadas a cada 10 min por 1 h; continuando, foram feitas pesagens a cada 15 min por mais 1 hora, posteriormente a cada 30 min durante 2 h; logo após a cada h, até que não existisse mais variação significativa da massa da amostra.

Os dados experimentais foram expressos na forma de razão de umidade ( $X^*$ ) utilizando a Eq. 3.1.

$$X^* = \frac{X_t - X_e}{X_0 - X_e} \quad (3.1)$$

em que:  $X_t$  – teor de umidade no instante t, base seca, bs;

$X_e$  – teor de umidade de equilíbrio, bs; e

$X_0$  – teor de umidade inicial, bs.

### 3.5.1 Cinética de secagem

Para descrição da cinética de secagem foram utilizados os modelos de regressão não-linear descritos na Tabela 3.1. As equações dos modelos foram empregadas para tratamento e ajuste dos dados experimentais utilizando-se o software LabFit Ajuste de Curvas.

**Tabela 3.1.** Modelos de secagem utilizados na cinética das farinhas

Nome do modelo	Equação	Referência
Page	$X^* = \exp(-at^b)$	Page (1949)
Silva et alii	$X^* = \exp(-at - b\sqrt{t})$	Silva et al. (2014)
Henderson e Pabis	$X^* = a\exp(-bt)$	Henderson e Pabis (1961)
Logaritmo	$X^* = a\exp(-bt) + c$	Yaldiz et al. (2001)

t - tempo de secagem (min); a, b e c - parâmetros dos modelos.

Os critérios de avaliação utilizados para identificar o melhor ajuste dos modelos aos dados experimentais foram o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o qui-quadrado ( $\chi^2$ ), calculado pela Eq. 3.2:

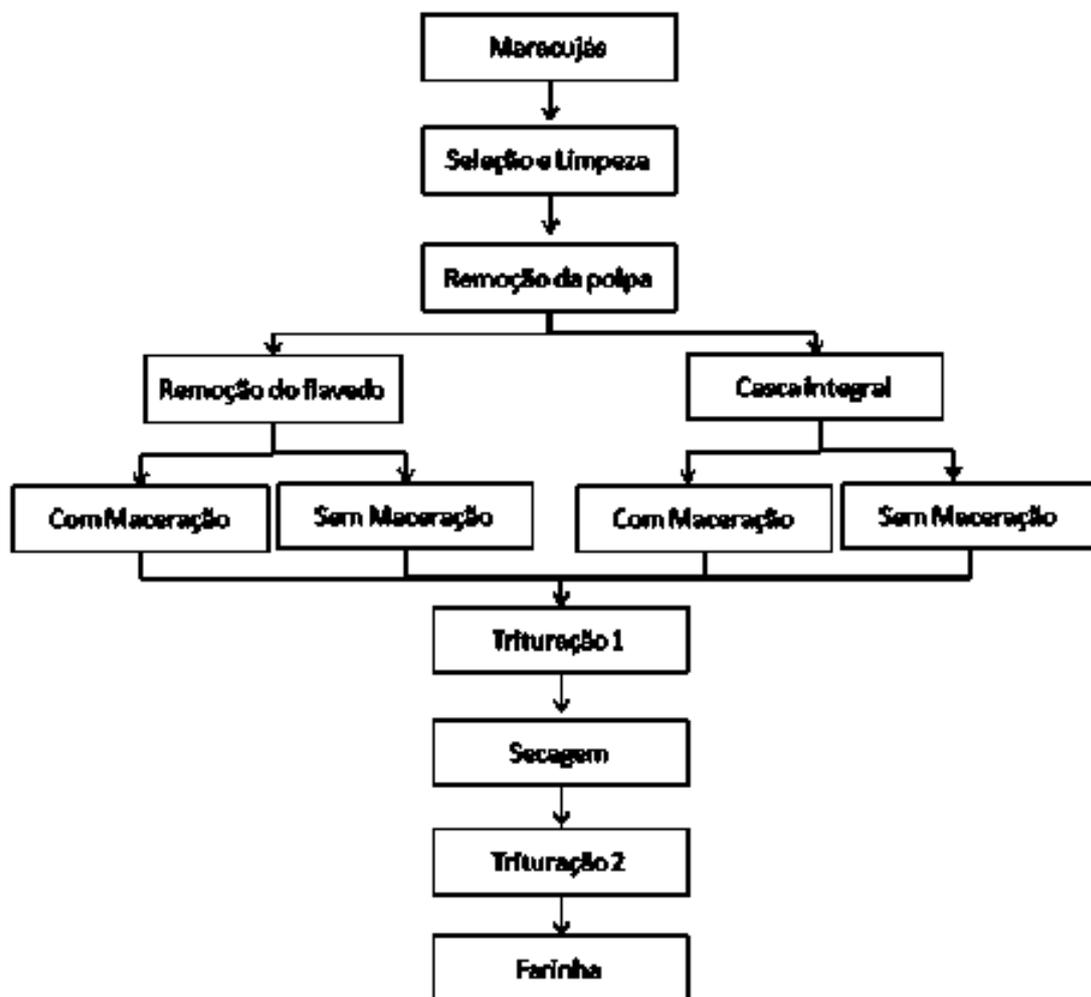
$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (R_{exp,i}^* - R_{pre,i}^*)^2}{N - n}, \quad (3.2)$$

em que:  $\chi^2$  – qui-quadrado;

$R_{exp,i}^*$  – razão de umidade experimental;

$R_{pré,i}^*$  – razão de umidade predito pelo modelo;  
N – número de dados experimentais;  
n – número de coeficientes e constantes do modelo.

Após o término da secagem as amostras foram trituradas em um moinho de facas (Modelo TE – 650/1, Tecnal); em seguida, acondicionadas em embalagens laminadas, seladas e armazenadas em local seco em temperatura ambiente (25 °C), até o momento da realização das análises de caracterização. As etapas para obtenção das farinhas se encontram nos fluxogramas apresentados na Figura 3.5.



**Figura 3.5.** Fluxogramas de produção das farinhas da casca de maracujá amarelo

Por fim, foram obtidas oito amostras diferentes para realização das análises de caracterização físico-químicas, conforme mostra a Tabela 3.2.

**Tabela 3.2.** Nomenclatura adotada das amostras após realização das secagens

	<b>Temperatura de secagem (°C)</b>	<b>Com maceração</b>	<b>Sem maceração</b>
<b>Albedo</b>	70	AM70	A70
	80	AM80	A80
<b>Casca integral</b>	70	CM70	C70
	80	CM80	C80

### **3.6 Análise de atividade de água**

A atividade de água das farinhas elaboradas e das amostras antes das secagens foi determinada por medida direta colocando-se a amostra no compartimento do equipamento Aqualab, modelo 3TE (Decagon, WA, EUA), na temperatura de 25 °C.

### **3.7 Análise de cor**

Os parâmetros de cor das farinhas foram determinados utilizando-se o espectrofotômetro Mini Scan Hunter Lab XE Plus (Reston, VA, EUA), no sistema de cor Cielab. O instrumento, equipado com iluminante D65/10°, foi devidamente calibrado com placa preta e placa branca padrão, conforme instruções do fabricante. Foram determinados os seguintes parâmetros: L\* - luminosidade; a\* - transição da cor verde (-a\*) para o vermelho (+a\*); e b\* - transição da cor azul (-b\*) para a cor amarela (+b\*).

### **3.8 Análise do teor de umidade**

O teor de umidade foi determinado por secagem direta com 5 g da amostra em estufa aquecida a 105 °C até peso constante, segundo as normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

### **3.9 Análise de cinzas**

As cinzas foram definidas com 5 g da amostra carbonizada em uma chapa aquecedora, colocadas em seguida para incinerar em uma mufla a 550 °C, por 24 h ou

até que o resíduo se apresentasse completamente branco, segundo as normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

### **3.10 Análise de minerais**

As amostras de farinha foram previamente carbonizadas e incineradas em um forno tipo mufla por 24 h, para obtenção de cinzas totalmente brancas. Os minerais foram determinados através das cinzas por meio de Espectrômetro de Fluorescência de Raio X por Energia Dispersiva, modelo EDX-720 (Shimadzu, Kyoto, Japão) com uso de nitrogênio líquido.

### **3.11 Análise de lipídios**

Foram determinados, segundo o método descrito por Bligh e Dyer (1959) utilizando 2 g da amostra, clorofórmio, metanol, água destilada e solução de sulfato de sódio a 1,5%. Após agitação a camada inferior foi filtrada e o solvente evaporado em estufa a 100 °C.

### **3.12 Análise de proteínas**

Inicialmente, foi determinado o teor de nitrogênio pelo processo de digestão de Kjeldahl, com conversão à proteína por meio do fator 6,25 conforme normas do IAL (2008).

### **3.13 Análise de carboidratos**

Os carboidratos foram determinados por cálculo de diferença, a partir da Eq. 3.3.

$$\% \text{ Carboidratos} = 100 - (A + B + C + D + E) \quad (3.3)$$

em que: A – umidade, %;

B – cinzas, %;

C – proteínas, %;

D – lipídios, %; e

E - fibra bruta, %.

### **3.14 Teor de pectina**

A quantidade de pectina foi determinada pelo método gravimétrico por precipitação com pectato de cálcio descrito por Pearson (1991).

### **3.15 Análise de fibra bruta**

A amostra foi submetida à digestão com uma solução ácida (ácido sulfúrico) por 30 min em concentração de 1,25% (0,255N) e em seguida lavada com água quente e depois novamente digerida com uma solução básica de hidróxido de sódio também na concentração de 1,25% (0,313N) por mais 30 min; logo depois a amostra foi lavada primeiro com água quente e posteriormente com acetona; colocou-se, então, para secar, esfriar e se realizou a pesagem, como descrito por Silva e Queiroz (2002).

### **3.16 Fibra em detergente neutro (FDN)**

Seguiu-se a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002) utilizando, na digestão, o tempo de 1 h e como solução neutra o EDTA.

### **3.17 Fibra em detergente ácido (FDA)**

Seguiu-se a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002) utilizando, na digestão, o tempo de 1 h com o cetil trimetil amônio em solução 1N de ácido sulfúrico.

### **3.18 Análise estatística dos dados**

Os resultados obtidos, referentes à composição das farinhas, foram submetidos à análise estatística de comparação das médias pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade utilizando o programa Assistat 7.7.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização da matéria-prima

Inicialmente, as amostras de albedo e da casca do maracujá amarelo maceradas e não maceradas foram analisadas no que diz respeito ao teor de umidade, cinzas, atividade de água (Aw) e cor (parâmetros de luminosidade - L\*, cromaticidade a\* e b\*). Os dados estão descritos na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1.** Caracterização do albedo e da casca integral do maracujá amarelo com e sem maceração

Parâmetros	Média ± Desvio padrão			
	Albedo	Albedo macerado	Casca	Casca macerada
<b>Umidade (%)</b>	93,55 a ± 0,36	93,39 a ± 0,65	89,77 b ± 0,17	94,24 a ± 0,07
<b>Cinzas (%)</b>	0,54 a ± 0,05	0,52 b ± 0,04	0,49 a ± 0,12	0,45 a ± 0,01
<b>Aw</b>	0,995 a ± 0,001	0,998 a ± 0,002	0,996 a ± 0,001	0,997 a ± 0,001
<b>L*</b>	56,19 b ± 0,29	58,76 a ± 0,19	54,42 c ± 0,25	53,42 d ± 0,14
<b>a*</b>	-3,12 a ± 0,11	0,57 d ± 0,03	2,51 b ± 0,11	1,19 c ± 0,01
<b>b*</b>	20,55 b ± 0,41	13,24 d ± 0,22	30,44 a ± 0,45	19,59 c ± 0,24

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ); L\* - luminosidade; a\* - transição da cor verde (-a\*) para o vermelho (+a\*); e b\* - transição da cor azul (-b\*) para a cor amarela (+b\*).

A umidade das amostras mostrou-se bastante elevada, mesmo para a amostra referente à casca completa do maracujá que não passou por cozimento ou maceração e, ainda assim, obteve o teor de 89,77%, sendo esta a única amostra que diferiu estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). A casca macerada teve um aumento de 4,42% resultantes, possivelmente, do tempo que ficou imersa na água. As amostras de albedo obtiverem teores maiores e quase iguais de umidade, em torno de 93%, aumento este já aguardado devido ao fato de que as amostras de albedo passaram previamente por cozimento para que fosse removido o flavedo da casca. A diferença do aumento da umidade nas amostras de albedo e da casca macerados, com relação aos sem maceração, nos mostra que a casca retém maior conteúdo de água durante o processo de maceração, visto que as amostras de albedo, por sua vez, já deveriam estar saturadas de água, não causando praticamente diferença entre os valores.

Silva (2015) estudou a desidratação de resíduos (composto por casca, semente, albedo, restos de polpa) do processamento de maracujá amarelo por diferentes metodologias e obteve umidade de 82,88%. Ferreira e Pena (2010) encontraram, no estudo da secagem da casca do maracujá amarelo (resíduo proveniente de sucos) o teor de 85,3%. Oliveira et al. (2002) estudando o aproveitamento alternativo da casca do maracujá amarelo encontraram teor de umidade de 89,08%. Ambos os autores obtiveram valores menores que os obtidos para as amostras deste estudo aproximando-se mais do teor referente à casca, mesmo material estudado por eles, mostrando, assim, a coerência dos resultados encontrados. Já Kliemann (2006) encontrou, no estudo da extração e caracterização da pectina da casca do maracujá amarelo desidratadas a 45 °C por 12 h, umidade da casca de 91,19%, um pouco mais elevado que o teor encontrado nesta pesquisa, por ter utilizado uma temperatura inferior na secagem, sua amostra reteve mais água. Este autor também analisou o albedo do maracujá; foi o único entre os pesquisados que também o fizeram e obtiveram para o mesmo, um teor de 91,62%, valor menor mas aproximado aos analisados neste estudo.

O conteúdo de cinzas resultante das amostras mostrou que o albedo possui maior quantidade de substância inorgânica, seguido, pela casca, casca macerada e albedo macerado, respectivamente. O menor teor de cinzas obtido nas amostras maceradas se deve ao fato de que muitas substâncias são solúveis em água sendo, assim, a maceração contribuiu para esta redução de cinzas. Com relação ao teste de Tukey a nível de 0,05 de probabilidade, a amostra de albedo macerado foi diferente estatisticamente em comparação com as demais. Os autores pesquisados obtiveram valores bem elevados de cinzas em comparação aos desta pesquisa. Silva (2015) obteve o valor de 4,55, Lopez-Vargas (2013) que analisou as propriedades químicas, físico-químicas, tecnológicas, antibacterianas e antioxidantes de fibras alimentares obtidas a partir de co-produtos de maracujá amarelo obteve 5,00%, Kliemann (2006) encontrou o teor de 8,46 e Oliveira et al. (2002) relatou o valor de 0,92% que, mesmo sendo o menor entre eles, é quase o dobro do valor de 0,48 encontrado neste trabalho para a casca do maracujá amarelo. Com relação ao albedo do maracujá, Kliemann (2006) obteve 6,95% de cinzas, valor bem acima dos encontrados nas amostras de albedo e albedo macerado em questão.

A atividade de água de todas as amostras revelou-se bastante alta e não diferiu estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), variando entre 0,995, 0,996, 0,997 e 0,998 para as amostras de albedo, casca, casca macerada e albedo macerado respectivamente. As amostras maceradas tiveram um valor um pouco mais elevado em

decorrência do período que passaram imersas em água. O resultado obtido expressa que a maioria da água se encontra livre, sendo passível de ser utilizada em reações química, enzimáticas e crescimento de microrganismos; logo, a desidratação desses produtos é de extrema importância para sua conservação.

Quanto à cor das amostras, foram analisados os parâmetros  $L^*$  - luminosidade (mais clara tende a 100 e mais escura tende a zero);  $a^*$  - transição da cor verde ( $-a^*$ ) para o vermelho ( $+a^*$ ); e  $b^*$  - transição da cor azul ( $-b^*$ ) para a cor amarela ( $+b^*$ ). A luminosidade  $L^*$  mostrou-se um pouco maior nas amostras de albedo que nas compostas pela casca integral do maracujá; no entanto, todas as amostras possuíram características tendenciosas de serem claras; o parâmetro  $a^*$  revelou que a amostra de albedo possui tendência à cor verde enquanto as demais tendem ligeiramente à cor vermelha, com maior destaque para a casca do maracujá. No que diz respeito ao parâmetro  $b^*$ , todas as amostras possuem tendência à coloração amarela, como já esperado, devido às características do fruto com que se obteve a matéria-prima analisada; notou-se, ainda, que as amostras sem maceração apresentaram tendência maior para esta cor que as amostras maceradas.

Reolon (2008) analisou os fatores de influência nas características físico-químicas e minerais da casca do maracujá amarelo durante o armazenamento por 12 dias e descreveu o valor da luminosidade variando entre 88,1 no primeiro dia a 77,3 no último, mostrando que a casca estudada por ele foi, em todos os momentos, mais clara; já o parâmetro  $a^*$  variou entre 2,88 a 3,25 sendo, assim, durante todos os dias, apresentaram tendência à coloração avermelhada, estando apenas no primeiro dia da análise com um valor aproximado ao de 2,54 do presente trabalho, também para a casca do maracujá amarelo. No que diz respeito ao parâmetro  $b^*$ , o mesmo apresentou aumento até o 6º dia de armazenamento seguido de uma diminuição (inicialmente de 16,6 a 18,2 a 17,2 no último dia aproximadamente), constatou-se que, em todos os dias, a amostra de casca mostrou-se menos amarela que as deste trabalho. A respeito do teste de Tukey realizado, percebeu-se que em todos os parâmetros da análise de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) as amostras diferiram estatisticamente a nível de 0,05 de probabilidade.

## **4.2 Cinética de Secagem**

Estudou-se a cinética de secagem do albedo (parte com coloração branca) e da casca integral do maracujá amarelo sob a influência da temperatura de secagem e da

realização do processo de maceração realizado. As temperaturas utilizadas para realização das secagens foram 70 e 80 °C e os tempos necessários para equilíbrio da massa das amostras estão descritos na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2.** Tempo de secagem necessário para estabilizar a massa de cada amostra

<b>Amostra</b>	<b>Tempo (min)</b>
<b>A70</b>	1860
<b>AM70</b>	1380
<b>C70</b>	1920
<b>CM70</b>	1440
<b>A80</b>	1260
<b>AM80</b>	780
<b>C80</b>	1260
<b>CM80</b>	840

Com relação à temperatura de secagem, observou-se que as amostras secas a 80 °C atingiram o equilíbrio em menor tempo comparado àquelas secas a 70 °C. Isto é esperado devido ao aumento de 10 °C da temperatura que faz com que a água das amostras evapore mais rapidamente. No que diz respeito ao processo de maceração, observou-se que as amostras maceradas contribuíram para a aceleração da secagem: possivelmente por conterem maior conteúdo de água livre, percebeu-se que a água da maceração fez com que as partículas ligadas se desprendessem facilitando a perda de peso. Notou-se que as amostras não maceradas eram por sua vez, mais viscosas.

Silva et al. (2016) verificaram, ao estudar a obtenção e caracterização da farinha do albedo de maracujá para uso alimentício que foi atingindo o equilíbrio na cinética de secagem do albedo macerado após 1290, 930, 690 e 570 min com as temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C, respectivamente. Em comparação com as amostras de albedo macerada deste trabalho nota-se um período muito menor utilizando as mesmas temperaturas, sendo necessário o dobro do tempo para a amostra seca a 70 °C e o acréscimo de 210 min para a amostra seca a 80 °C. Tal fato pode ser explicado pela quantidade de amostra utilizada por este autor na secagem (200 g) e pelo equipamento utilizado (secador de bandejas).

Ferreira e Pena (2010) e Spoladore et al. (2014) realizaram cinética da casca do maracujá e também obtiveram o equilíbrio em menor período. Para 70 °C foram

necessários 530 e 390 min enquanto que para 80 °C foram convenientes 475 e 300 min, respectivamente. A massa utilizada por Ferreira e Pena (2010) foi de 500 g, o que, mais uma vez, revela que quanto maior a quantidade de massa utilizada durante a secagem de um produto maior também será o tempo para que o mesmo atinja o equilíbrio considerando-se que o material esteja disposto sobre as bandejas para secagens com espessuras semelhantes. Spoladore et al. (2014) não descreveram a quantidade de massa utilizada em seu estudo porém, se acredita que tenha sido ainda menor.

Notou-se, durante o estudo, que em todas as amostras a perda de massa foi bastante expressiva após realização das secagens. Sendo assim, achou-se importante avaliar o rendimento de massa das amostras cujos dados estão apresentados na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3.** Rendimento de massa das amostras de albedo e casca de maracujá após realização das secagens a 70 e 80 °C.

<b>Amostras</b>	<b>Rendimento (%)</b>
<b>A70</b>	7,20
<b>AM70</b>	6,49
<b>C70</b>	10,07
<b>CM70</b>	6,98
<b>A80</b>	7,02
<b>AM80</b>	5,94
<b>C80</b>	9,92
<b>CM80</b>	6,97

O resultado foi de um rendimento muito baixo que variou apenas entre 5,94% para a amostra de albedo macerado e seco a 80 °C e 10,07% para a amostra de casca seca a 70 °C. O baixo rendimento já era aguardado pois o material contém alto teor de água (89,77 – 94,24%), como visto na Tabela 4.1. Ficou evidente que as amostras secas na maior temperatura (80 °C) obtiveram o rendimento menor, uma vez que a perda de água é, neste caso, maior. As amostras com maior rendimento foram as das cascas que não tiveram o flavedo (parte com coloração amarela) removido e que não passaram por maceração. Por sua vez, as amostras que obtiveram menor rendimento foram as compostas apenas por albedo que passaram pelo processo de maceração, indicando que o maceração contribuiu para perda de massa do produto.

A seguir, pode-se encontrar nas Tabelas de 4.4 a 4.7 os parâmetros das secagens dos modelos matemáticos de Page (PAGE, 1949), Silva et alii (SILVA et al., 2014), Henderson e Pabis (HENDERSON e PABIS, 1961) e Logaritmo (YALDIZ et al., 2001), respectivamente. Os dados estatísticos foram obtidos no Programa LAB Fit.

**Tabela 4.4.** Parâmetros obtidos pelo ajuste dos dados experimentais da secagem do albedo e da casca integral do maracujá ao modelo de Page

Amostra	Parâmetros		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
	a	b		
<b>A70</b>	0,000331	1,371912	0,999707	0,002818
<b>AM70</b>	0,000112	1,581255	0,998237	0,013830
<b>C70</b>	0,000484	1,316889	0,999305	0,006292
<b>CM70</b>	0,000147	1,543232	0,998229	0,014338
<b>A80</b>	0,000258	1,485351	0,999089	0,006510
<b>AM80</b>	0,000175	1,569667	0,996182	0,019287
<b>C80</b>	0,000538	1,347924	0,999340	0,004755
<b>CM80</b>	0,000197	1,535311	0,998047	0,010558

**Tabela 4.5:** Parâmetros obtidos pelo ajuste dos dados experimentais da secagem do albedo e da casca integral do maracujá ao modelo de Silva et alii.

Amostra	Parâmetros		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
	a	b		
<b>A70</b>	0,004029	-0,019851	0,996833	0,029558
<b>AM70</b>	0,004723	-0,026929	0,990587	0,074259
<b>C70</b>	0,004072	-0,017821	0,996979	0,028058
<b>CM70</b>	0,004807	-0,026038	0,991270	0,069889
<b>A80</b>	0,005530	-0,026964	0,993804	0,044487
<b>AM80</b>	0,005877	-0,028944	0,984734	0,075875
<b>C80</b>	0,005094	-0,021189	0,996194	0,027238
<b>CM80</b>	0,005630	-0,028207	0,989146	0,057998

**Tabela 4.6.** Parâmetros obtidos pelo ajuste dos dados experimentais da secagem do albedo e da casca integral do maracujá ao modelo de Henderson e Pabis

Amostra	Parâmetros		R <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
	a	b		
<b>A70</b>	1,067030	0,003097	0,992519	0,069407
<b>AM70</b>	1,087656	0,003400	0,982035	0,142624
<b>C70</b>	1,058996	0,003219	0,993772	0,058176
<b>CM70</b>	1,082792	0,003503	0,983690	0,131509
<b>A80</b>	1,080910	0,004065	0,987013	0,093860
<b>AM80</b>	1,082176	0,004246	0,973710	0,132384
<b>C80</b>	1,063284	0,003954	0,991890	0,058504
<b>CM80</b>	1,083147	0,004080	0,979050	0,112676

**Tabela 4.7.** Parâmetros obtidos pelo ajuste dos dados experimentais da secagem do albedo e da casca integral do maracujá ao modelo de Logaritmo

Amostra	Parâmetros			R <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
	a	b	c		
<b>A70</b>	1,095996	0,002831	-0,037691	0,993459	0,051799
<b>AM70</b>	1,151063	0,002883	-0,078286	0,985085	0,102083
<b>C70</b>	1,083576	0,002978	-0,032209	0,994492	0,043584
<b>CM70</b>	1,134970	0,003048	-0,064971	0,985986	0,097816
<b>A80</b>	1,127194	0,003592	-0,057963	0,988888	0,069234
<b>AM80</b>	1,265377	0,002957	-0,210632	0,984527	0,066457
<b>C80</b>	1,106118	0,003503	-0,054464	0,993598	0,038104
<b>CM80</b>	1,237465	0,002958	-0,797780	0,987897	0,054705

Observou-se que as amostras constituídas pela casca integral sem maceração e secas a 70 °C, apresentaram os melhores resultados de R<sup>2</sup>, além de bons resultados de χ<sup>2</sup> em todos os modelos estudados.

Ao analisar o parâmetro R<sup>2</sup> verificou-se que o modelo de Page se ajustou melhor uma vez que apresentou valores para todas as amostras maiores que 0,99, sendo 0,996182, o menor deles para o albedo macerado a 80 °C, valor aproximado aos melhores obtidos com o modelo de Silva et alii. O menor valor de R<sup>2</sup> (0,973710) foi obtido no modelo de Henderson e Pabis para a amostra de albedo macerado e seco a 80 °C.

Menezes et al. (2013) também obtiveram, ao estudar a cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo, o modelo de Page como melhor ajustado às curvas das secagens para o intervalo de temperatura de 35 a 65 °C e velocidades do fluxo de ar de 0,8, 1,0 e 1,3 m.s<sup>-1</sup> apresentando R<sup>2</sup> de 0,9986; já no modelo Logaritmo o R<sup>2</sup> foi de 0,996 e no de Henderson e Pabis, 0,9952.

Spoladore et al. (2014) analisaram a modelagem matemática da secagem de casca de maracujá e a influência da temperatura na cor, compostos fenólicos e atividade antioxidante e obtiveram, durante o estudo da cinética de secagem para o modelo de Page nas temperaturas de 60, 70, 80 e 90 °C R<sup>2</sup> de 0,996, 0,996, 0,996 e 0,998 e para o modelo de Henderson e Pabis 0,993, 0,992, 0,991 e 0,986, ambos nesta ordem para cada temperatura.

As literaturas estudadas nos descrevem que para um modelo se ajustar adequadamente aos dados experimentais é imprescindível que, além de obter R<sup>2</sup> maior que 0,99, também se obtenha o valor do qui-quadrado ( $\chi^2$ ) aproximado do zero. Novamente o modelo de Page foi o que mais se ajustou aos dados analisados; o maior valor foi obtido na amostra de albedo macerado a 80 °C de 0,019287.

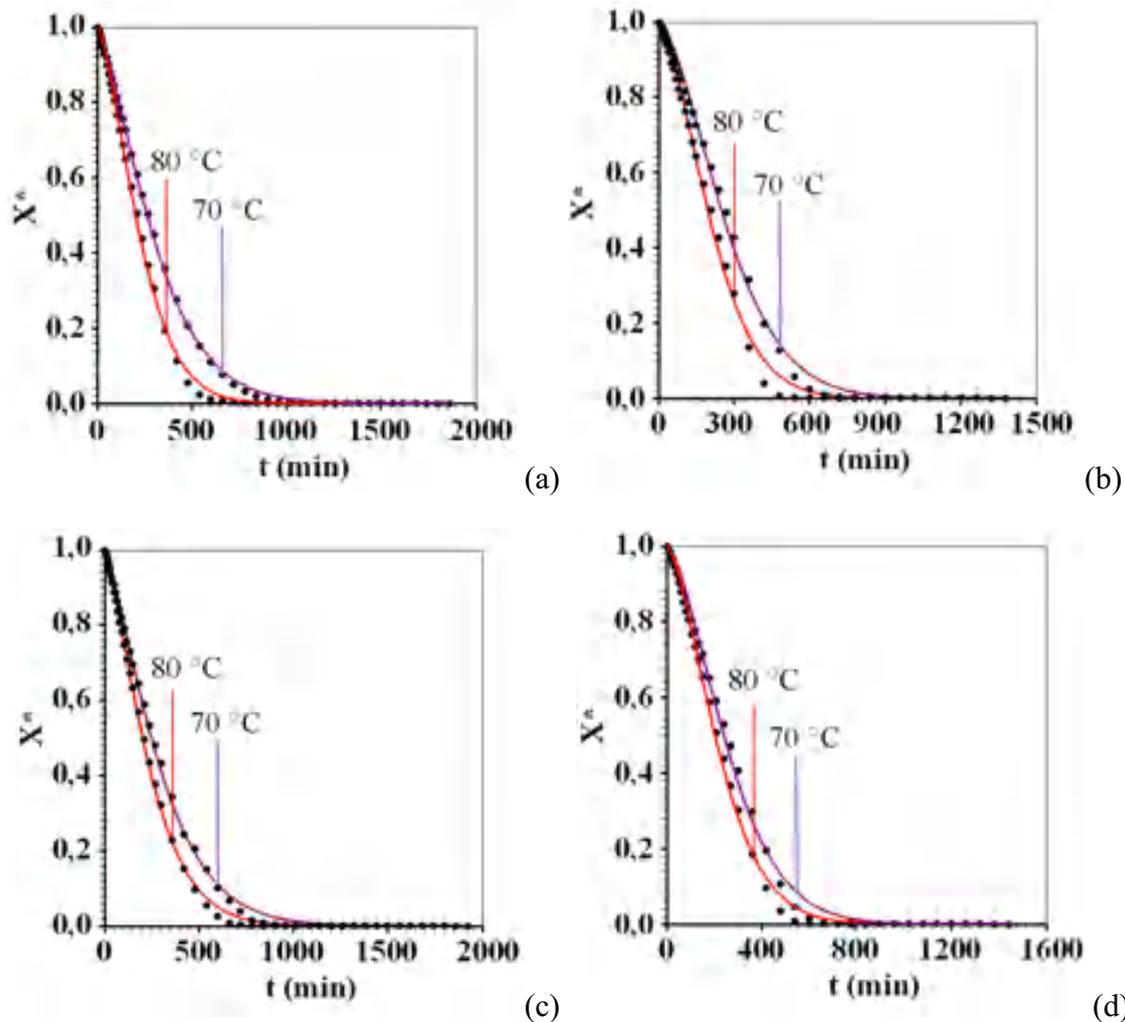
O modelo de Handerson e Pabis, apresentado na Tabela 4.6 foi o que mais se distanciou de um bom ajuste aos dados experimentais principalmente na amostra de albedo macerado a 80 °C que obteve R<sup>2</sup> no valor de 0.973710 e  $\chi^2$  de 0.132384.

Os modelos de Silva et alii (Tabela 4.5) e Logaritmo (Tabela 4.7) apresentaram valores aproximados; entretanto se observa que o modelo de Silva et alii foi o melhor entre os dois, mesmo possuindo menos parâmetros para ajuste dos dados. Os melhores valores de R<sup>2</sup> e  $\chi^2$  no modelo de Silva et alii podem ser observados nos parâmetros das secagens a 70 °C do albedo e da casca; foram eles R<sup>2</sup> de 0.996833 e 0.996979 e  $\chi^2$  de 0,029558 e 0,028058 respectivamente.

Silva et al. (2014) obtiveram, estudando os modelos matemáticos para descrever a secagem em camada fina e determinar a taxa de secagem de bananas inteiras, após secagem a 70 °C um R<sup>2</sup> de 0,9995 e  $\chi^2$  de 1,35x10<sup>3</sup> no modelo de Silva et alii, valores melhores que os encontrados neste trabalho o qual apresentou o maior R<sup>2</sup> para este modelo, de 0,996979 com a secagem da casca do maracujá, também a 70 °C.

No modelo Logaritmo a secagem da casca do maracujá a 70 °C também foi a que se destacou como a melhor, apresentando valores de 0.994492 e 0,043584 para o R<sup>2</sup> e o  $\chi^2$  simultaneamente.

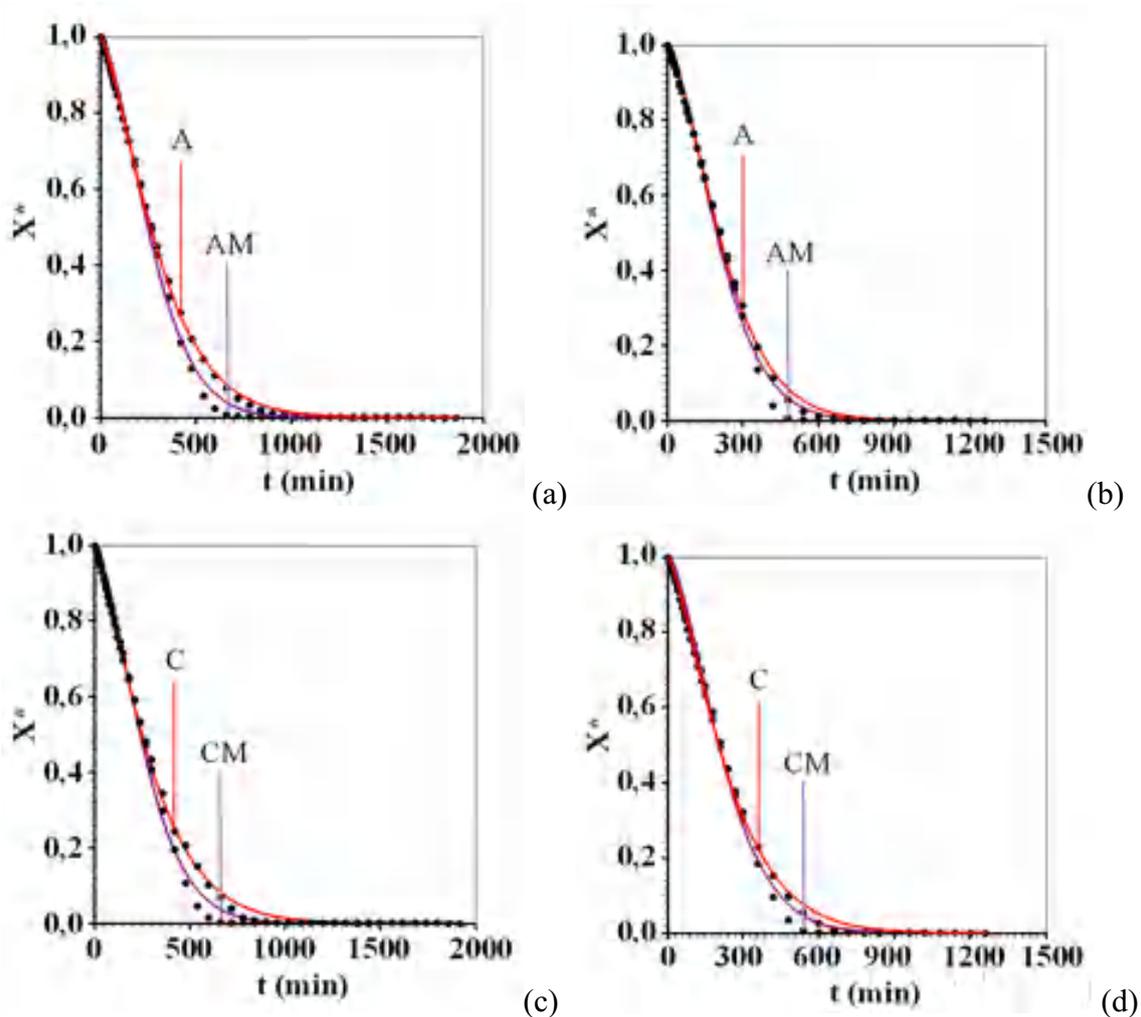
Após análise dos dados estatísticos obtidos escolheu-se o modelo de Page para desenhar os gráficos referentes às cinéticas de secagem, os quais se encontram nas Figuras 4.1 e 4.2, com relação a influência da temperatura e da maceração, respectivamente.



**Figura 4.1.** Cinética de secagem a 70 e 80 °C usando o modelo de Page para: (a) albedo do maracujá; (b) albedo macerado do maracujá; (c) casca do maracujá; (d) casca macerada do maracujá.

Ao analisar os gráficos percebe-se, com nitidez, que as amostras secas a 70 °C demoraram mais para chegar ao equilíbrio em todos os casos. Com o ajuste dos pontos experimentais a curva do modelo de Page mostrou-se melhor na temperatura de 80 °C (Figura 4.1), exceto para a amostra de albedo macerado, mostrado na imagem b da Figura 4.1 que apresentou pontos mais dispersos com relação às outras imagens analisadas no mesmo gráfico. Na temperatura de 70 °C os pontos que melhor se

ajustaram podem ser observados na imagem a, referente à amostra de albedo do maracujá.



**Figura 4.2.** Cinética de secagem usando o modelo de Page para: (a) albedo macerado e sem maceração do maracujá a 70 °C; (b) albedo macerado e sem maceração do maracujá a 80 °C; (c) casca macerada e sem maceração do maracujá a 70 °C; (d) casca macerada e sem maceração do maracujá a 80 °C.

No que diz respeito ao processo de maceração, os pontos experimentais se mostraram coerentes às curvas de secagem nos dois processos (com e sem maceração), apenas com um pouco mais de dispersão nas amostras maceradas, como mostra a Figura 4.2, o que nos diz que o processo de maceração não influencia em níveis expressivos no ajuste dos pontos a curva de secagem para o modelo de Page. Os pontos que podem ser considerados melhor ajustados são observados na imagem a, referente ao albedo com e sem maceração, secos em temperatura de 70 °C.

### 4.3 Caracterização das farinhas

Inicialmente, foram analisadas a atividade de água ( $A_w$ ) e a cor (parâmetros de luminosidade  $L^*$ , cromaticidades  $a^*$  e  $b^*$ ) das farinhas produzidas com a casca e o albedo do maracujá amarelo com e sem maceração após secagem a 70 e 80 °C, como mostra a Tabela 4.8.

**Tabela 4.8.** Atividade de água e cor das farinhas elaboradas com o albedo e a casca integral do maracujá amarelo com e sem maceração, secos nas temperaturas de 70 e 80 °C.

Amostras	Média ± Desvio padrão			
	Parâmetros			
	$A_w$	$L^*$	$a^*$	$b^*$
<b>A70</b>	0,285 ab ± 0,02	48,76 g ± 0,11	10,91 a ± 0,08	27,53 c ± 0,15
<b>AM70</b>	0,213 cd ± 0,01	64,12 b ± 0,12	4,89 g ± 0,02	22,55 h ± 0,21
<b>C70</b>	0,237 abcd ± 0,03	0,237 abcd ± 0,03	8,94 e ± 0,03	26,25 d ± 0,19
<b>CM70</b>	0,184 d ± 0,02	52,12 d ± 0,07	10,06 c ± 0,04	29,41 a ± 0,16
<b>A80</b>	0,292 a ± 0,02	48,49 h ± 0,12	10,49 b ± 0,03	24,30 f ± 0,23
<b>AM80</b>	0,225 cd ± 0,01	66,38 a ± 0,24	4,31 h ± 0,15	23,13 g ± 0,39
<b>C80</b>	0,250 abc ± 0,03	49,86 f ± 0,15	8,55 f ± 0,05	25,19 e ± 0,25
<b>CM80</b>	0,227 bcd ± 0,02	51,18 e ± 0,06	9,56 d ± 0,04	28,84 b ± 0,14

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ );  $L^*$  - Luminosidade;  $a^*$  - Transição da cor verde (- $a^*$ ) para o vermelho (+ $a^*$ ); e  $b^*$  - Transição da cor azul (- $b^*$ ) para a cor amarela (+ $b^*$ ).

Notou-se que a atividade de água das farinhas produzidas com amostras não maceradas foi mais elevada que as que passaram por maceração mostrando que a maceração da matéria-prima contribuiu para maior perda de água livre após as secagens fazendo, assim, com que os produtos macerados se tornassem menos susceptíveis ao desenvolvimento de reações provenientes do teor de umidade em questão, podendo o mesmo ser observado em relação ao tipo de amostra, percebeu-se que as amostras constituídas pela casca integral apresentaram  $A_w$  menor que as de albedo. No que se refere à temperatura utilizada para as secagens, percebeu-se que as amostras secas a 80 °C apresentaram maior conteúdo de atividade de água mostrando, assim que o aumento da temperatura e conseqüente rapidez durante a secagem dificultaram a saída de água livre do material. Em relação ao teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) observou-se que as amostras

compostas pela mesma matéria-prima independente da temperatura de secagem, não diferiram entre si.

Silva et al. (2016) encontraram valores para a atividade de água de 0,535, 0,362, 0,266 e 0,245 para as farinhas elaboradas com o albedo do maracujá amarelo macerado e desidratadas com as temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C, respectivamente. Os valores obtidos nas temperaturas de 70 e 80 °C foram maiores que o deste estudo, de 0,213 para AM70 e 0,225 para AM80, possivelmente por esses autores não terem triturado o albedo antes das secagens fazendo com que ficasse retida maior quantidade de água.

Com relação à atividade de água de farinhas produzidas sem a etapa de maceração foram observados, por Oliveira et al. (2016) na análise sobre a avaliação de propriedades físico-químicas, tecnológicas e morfológicas da farinha produzida com a casca do maracujá amarelo valores de 0,398 e 0,415 referentes ao estudo de dois lotes diferentes de farinha, ambos secos a 60 °C. Freire et al. (2015) obtiveram em estudo sobre a determinação de pH e atividade de água da farinha da casca do maracujá amarelo, o teor de 0,332 para a farinha do albedo, 0,223 para a farinha do flavedo e 0,333 para a farinha constituída pela casca integral, todos após a secagem em estufa por 48 h a 80 °C. Cazarin et al. (2014) encontraram, analisando a capacidade antioxidante e a composição química da casca de maracujá na farinha da casca do maracujá após secar a 50 °C até obter umidade inferior a 10%, o valor de 0,43. Já Deus et al. (2014) estudando os efeitos da temperatura de secagem no teor de compostos cianogênicos totais da casca do maracujá amarelo obtiveram os valores de 0,52, 0,38 e 0,29 com secagens a 30, 45 e 60 °C, respectivamente. Todos esses autores apresentaram valores maiores para a atividade de água indicando que as farinhas deste trabalho, sem exceção, são mais eficazes no que diz respeito à conservação por maior período sem prejuízos com reações microbiológicas ou enzimáticas decorrentes do conteúdo de água livre disponível.

A análise de cor das farinhas mostrou que todas elas podem ser consideradas claras, com leve disposição à tonalidade vermelha e com tendência maior à coloração amarela. Estatisticamente, todas as amostras diferiram entre si pelo teste de Tukey com probabilidade ao nível de 0,05 em todos os parâmetros analisados ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ).

Referente à luminosidade ( $L^*$ ) constatou-se que as amostras elaboradas com a casca completa do maracujá são mais claras que as só com o albedo porém o processo de maceração fez com que a luminosidade nas amostras compostas por albedo fosse consideravelmente maior. Silva et al. (2016) conseguiram valores bastante elevados

para a luminosidade de suas amostras (83,99, 94,30, 94,50 e 89,77) para amostras de farinhas elaboradas com albedo macerado e secas nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C; já Oliveira et al. (2016) verificaram valores inferiores em seus experimentos (41,45 e 40,46) referentes aos dois lotes diferentes de farinhas.

Com relação à cromaticidade  $a^*$  percebeu-se leve tendência à coloração vermelha, com um pouco mais de intensidade nas amostras secas a 70 °C. Com relação ao processo de maceração, as amostras elaboradas com o albedo macerado mostraram tendência consideravelmente menor que as sem maceração; já no que diz respeito às amostras produzidas com as cascas, a macerada apresentou pequeno aumento em comparação com a sem maceração. Silva et al. (2016) apresentaram valores de 1,82, 3,18, 3,63 e 4,62, após secarem a 50, 60, 70 e 80 °C. Podemos observar um valor (4,62) um pouco maior que 4,39 obtido neste trabalho com o mesmo produto e mesma temperatura de secagem. Oliveira et al. (2016) obtiveram  $a^*$  de 3,60 e 3,78, os dois menores que os encontrados nesta pesquisa.

Os valores referentes à cromaticidade  $b^*$  revelaram que as amostras maceradas de albedo possuíam uma tendência menor à coloração amarela que as demais; já as de cascas maceradas foram as que obtiveram valores mais elevados, mostrando o quanto o flavedo influencia neste parâmetro. Silva et al. (2016) obtiveram valores para  $b^*$  de 20,09, 26,28, 26,76 e 30,05 após secagens nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C, respectivamente, valores semelhantes, porém maiores que os de 22,55 e 23,13 obtidos para a mesma amostra com as mesmas temperaturas de secagens utilizadas neste trabalho; já Oliveira et al. (2016) encontraram valores menores, sendo eles: 16,69 e 15,88 para dois lotes diferentes de farinhas secas a 60 °C.

Observou-se, ainda, que a cor das amostras foi influenciada pelo aumento da temperatura de secagem notando-se que o aumento da temperatura contribuiu para a redução de todos os parâmetros ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) com exceção apenas da amostra de albedo macerado para luminosidade  $L^*$  e cromaticidade  $b^*$ .

A composição centesimal das farinhas também foi estudada no que diz respeito aos parâmetros de umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos, pectina, fibra bruta, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Os valores obtidos de cada análise se encontram descritos para comparações nas Tabelas 4.9 e 4.10.

**Tabela 4.9.** Composição centesimal das farinhas elaboradas com o albedo e a casca integral do maracujá amarelo com e sem maceração, secos nas temperaturas de 70 e 80 °C

Amostras	Média ± Desvio padrão				
	Parâmetros*				
	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídios	Carboidratos
<b>A70</b>	5,13 a ± 0,08	7,31 a ± 0,42	7,81 a ± 0,43	0,08 bc ± 0,01	48,73 ab ± 0,70
<b>AM70</b>	2,84 a ± 0,16	4,98 bc ± 0,47	3,22 b ± 0,39	0,06 c ± 0,01	32,63 c ± 0,33
<b>C70</b>	3,17 a ± 0,34	6,87 a ± 0,18	1,04 c ± 0,30	0,12 abc ± 0,02	51,24 a ± 0,41
<b>CM70</b>	4,36 a ± 0,12	6,65 ab ± 0,83	3,47 b ± 0,74	0,12 abc ± 0,01	49,24 ab ± 0,63
<b>A80</b>	4,63 a ± 0,24	7,65 a ± 0,06	3,78 b ± 0,55	0,15 a ± 0,03	48,17 ab ± 1,24
<b>AM80</b>	3,00 a ± 0,08	5,02 bc ± 0,23	1,14 c ± 0,61	0,07 bc ± 0,001	36,34 c ± 1,10
<b>C80</b>	3,62 a ± 0,08	7,01 a ± 0,11	3,77 b ± 0,55	0,13 ab ± 0,06	44,93 b ± 1,74
<b>CM80</b>	4,28 a ± 0,09	7,15 a ± 0,24	1,16 c ± 0,50	0,11 abc ± 0,01	48,42 ab ± 1,72

\*Valores expressos em porcentagem. Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Observou-se que o teor de umidade das farinhas analisadas se encontra dentro dos limites estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que estipula o máximo de 15% (m/m) de umidade para farinhas (BRASIL, 2017).

Após análise dos dados verificou-se que o teor de umidade das amostras não diferiu estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ); contudo, notou-se que as amostras de albedo macerado apresentaram menor umidade em comparação com as de albedo, o mesmo não aconteceu com as amostras compostas por cascas, visto que as amostras de casca macerada obtiveram umidade maior que a de casca apenas; sendo assim, acredita-se que após as secagens das amostras não existiu influência da maceração no teor de umidade. Em relação à temperatura utilizada nas secagens, viu-se que o aumento da temperatura elevou o teor de umidade para as amostras de albedo macerado e casca. Assim, não é possível distinguir a interferência do processo de maceração e o aumento da temperatura de secagem no parâmetro de umidade das farinhas elaboradas.

Foi possível verificar que alguns autores encontraram valores maiores de umidade nas farinhas de casca de maracujá por eles produzidas, foram eles: Oliveira et al. (2016) em dois lotes diferentes e Oliveira et al. (2015) que estudaram a extração de pectina da casca de maracujá usando métodos de campo elétrico moderado e métodos

convencionais de extração de calor, ambos após secagens a 60 °C por 72 h. Cazarin et al. (2014) a 50 °C e Ferreira e Pena (2010) a 60, 70 e 80 °C, conseguiram valores de 6,72, 4,75, 6,61, 9,48, 5,9, 6,0 e 5,9, respectivamente. Silva et al. (2016) ao analisar a farinha do albedo macerado e seco a 70 °C obtiveram 3,53, valor este que também é maior que 2,84 obtido neste trabalho para a mesma farinha. Sendo assim, percebe-se que o processo de maceração em combinação com as temperaturas utilizadas nas secagens contribuiu para um valor reduzido de umidade.

O teor de cinzas obtido nas amostras das farinhas variou entre 4,98 para a amostra AM70 e 7,65 para a A80. Observou-se que a maceração contribuiu para a redução da quantidade de cinzas, uma vez que todas as amostras maceradas possuem menor quantidade que as não maceradas e que a temperatura influenciou no sentido de que o aumento da mesma provocou o aumento das cinzas, proporcional à retirada de água. Assim, as amostras sem maceração e secas em maior temperatura, geram maior teor de cinzas, importante por ser indicativo de maior teor de minerais, enriquecendo o produto final. Oliveira et al. (2016) encontraram um valor aproximado aos deste estudo de 7,24 para a farinha elaborada com a casca do maracujá após secagem a 60 °C, Cazarin et al. (2014) secaram a 50 °C e obtiveram 6,88, valor quase idêntico ao da casca seca a 70 °C neste estudo, enquanto Oliveira et al. (2015) verificaram um valor mais elevado de 9,27 e Silva et al. (2016) encontraram um valor menor de 1,95 ao estudar a farinha produzida com o albedo macerado e seco a 70 °C.

No que diz respeito à análise de proteínas, o processo de maceração provocou uma redução considerável deste parâmetro, fato que pode ser explicado pela solubilidade das proteínas em água. Apenas a amostra C70 apresentou um teor maior, passando de 1,04 para 3,47. Em relação ao aumento da temperatura de secagem, a mesma provocou uma degradação nas amostras elaboradas com albedo, albedo macerado e casca macerada; logo, apenas a amostra constituída pela casca suportou elevação na temperatura de secagem. Ressalta-se ainda que a amostra de farinha elaborada com o albedo apresentou uma quantidade consideravelmente maior que as demais, valor este que se aproximou aos de Oliveira et al. (2016) que encontraram, após secagem a 60 °C 7,89 e 7,88 nos dois lotes por eles estudados. Oliveira et al. (2015), também secaram a 60 °C e obtiveram 4,9; já Cazarin et al. (2014) após secar a 50 °C obtiveram 3,94 e Ferreira e Pena (2010) secaram nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C e obtiveram 6,0 nos três casos. Todos os valores pesquisados se referem à farinha produzida com a casca do maracujá amarelo e são maiores que os desta pesquisa que

utilizou, além da maceração em alguns casos, uma temperatura mais elevada. O teste de Tukey mostrou que as amostras de albedo macerado e casca macerada não diferiram estatisticamente para as duas temperaturas.

Com relação aos lipídios foi verificado que, em todos os casos, as farinhas possuem valor muito pequeno, abaixo de 1,0%, o que comprova que podem ser utilizadas no consumo de pessoas que procuram redução de peso. Notou-se, ainda, que três das farinhas secas a 70 °C (A, AM e C) possuíam um valor ainda menor em comparação com as secas a 80 °C e que o processo de maceração também interferiu na redução deste valor, exceto para as amostras de cascas secas a 70 °C que não apresentaram alteração. As farinhas deste estudo demonstraram haver menor conteúdo de gordura em comparação com as de outros autores pesquisados, tanto em farinhas elaboradas com a casca do maracujá por Oliveira et al. (2016) em dois lotes diferentes e Oliveira et al. (2015) após secagem a 60 °C, Cazarin et al. (2014) após secagem a 50 °C, quanto para farinha elaborada com o albedo macerado de maracujá por Silva et al. (2016) após secagem a 70 °C, visto que encontraram 1,16, 0,98, 2,08, 0,31 e 0,63, respectivamente. Com relação ao teste de Tukey, a maior diferença entre os valores de lipídios foi percebida entre as amostras AM70 que obteve 0,06%, sendo o menor valor e a amostra A80 que obteve 0,15% (maior valor).

Os carboidratos obtidos variaram entre 32,63 para a amostra AM70 e 51,24 para a C70. Notou-se que o processo de maceração elevou o teor de carboidratos apenas nas amostras das cascas integrais secas a 80 °C. No que diz respeito ao aumento de temperatura, viu-se que a mesma provocou a redução deste componente, exceto na amostra elaborada com albedo macerado. Pelo teste de Tukey somente a amostra de casca sem maceração diferiu estatisticamente com o aumento da temperatura; já com relação ao processo de maceração observou-se que as amostras de cascas com e sem maceração foram iguais estatisticamente. Oliveira et al. (2016) encontraram valores de 3,14 e 15,17, após secar dois lotes de farinhas a 60 °C enquanto que Ferreira e Pena (2010) após secagens a 60, 70 e 80 °C obtiveram, em todos os casos, 21,1, ambos os autores obtiveram valores referentes às farinhas elaboradas com a casca integral do maracujá, notam-se resultados bastante inferiores aos desta pesquisa e que as amostras de albedo macerado foram as que obtiveram um teor mais próximo porém ainda bem distantes de 32,63 e 36,34 após secagens a 70 e 80 °C, respectivamente.

**Tabela 4.10.** Composição centesimal das farinhas elaboradas com o albedo e a casca integral do maracujá amarelo com e sem maceração, secos nas temperaturas de 70 e 80 °C

Amostras	Média ± Desvio padrão			
	Parâmetros*			
	Pectina	Fibra bruta	FDN	FDA
<b>A70</b>	0,29 ab ± 0,16	32,84 d ± 0,15	45,77c ± 0,17	33,47 b ± 0,23
<b>AM70</b>	0,06 bc ± 0,04	56,35 a ± 0,20	68,33 ab ± 2,36	52,17 a ± 2,24
<b>C70</b>	0,06 bc ± 0,03	36,29 bcd ± 0,61	52,32 c ± 0,46	34,32 b ± 1,19
<b>CM70</b>	0,45 a ± 0,14	36,37 bcd ± 0,35	49,08 c ± 0,59	34,06 b ± 0,09
<b>A80</b>	0,04 c ± 0,04	35,66 cd ± 1,29	46,44 c ± 0,70	35,61 b ± 0,36
<b>AM80</b>	0,09 bc ± 0,06	54,42 a ± 1,26	70,31 a ± 1,02	53,26 a ± 0,28
<b>C80</b>	0,10 bc ± 0,06	40,61 b ± 2,25	61,88 b ± 1,25	35,72 b ± 0,85
<b>CM80</b>	0,06 bc ± 0,06	39,00 bc ± 1,25	51,94 c ± 1,50	36,19 b ± 0,26

\*Valores expressos em porcentagem; Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ); FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido.

O teor de pectina obtido foi extremamente baixos. Oliveira et al. (2016) encontraram resultados entre 6,98 e 13,54% de pectina nos dois lotes de farinhas estudados por eles após secagem das cascas de maracujá a 60 °C. Provavelmente as elevadas temperaturas de secagem tenham contribuído para a redução da pectina. O teste de Tukey realizado mostrou que as amostras CM70 e A80 foram as únicas que diferiram com relação às demais.

Em relação à quantidade de fibra bruta presente nas amostras, pode-se destacar as farinhas elaboradas com o albedo macerado secas em ambas as temperaturas que apresentaram mais de 50% deste componente. De maneira geral, percebeu-se que o processo de maceração contribuiu para a redução de fibra bruta apenas na amostra de casca seca a 80 °C, enquanto que o aumento da temperatura de secagem reduziu este teor na amostra de albedo macerado. Silva et al. (2016) encontraram o valor de 58,8% de fibra bruta na farinha do albedo macerado e seco a 70 °C, valor bem próximo ao deste trabalho para o mesmo produto, mostrando a coerência do resultado. Deus et al. (2014) obtiveram valores de 64,7, 65,6 e 64,9 nas farinhas produzidas com a casca do maracujá após secagens a 30, 45 e 60 °C, respectivamente. Todas as farinhas em questão apresentaram valores inferiores aos dos dois autores. Através do teste de Tukey observou-se que as amostras constituídas por cascas não diferiram com o processo de

maceração; já com relação ao aumento da temperatura pode-se considerar que todas as amostras são iguais estatisticamente a nível de 0,05 de probabilidade.

No que se refere à fibra em detergente neutro (FDN) que representa os componentes celulose, hemicelulose e lignina presente nas amostras, considera-se que as mesmas apresentaram boa quantidade uma vez que são importantes para a dieta e o menor teor foi o do albedo seco a 70 °C de 45,77. Notou-se, ainda, que o processo de maceração contribuiu para o aumento do FDN nas amostras constituídas por albedo e reduziu nas compostas pela casca completa. O aumento da temperatura provocou aumento do FDN em todas as amostras. Pelo teste de Tukey apenas a amostra de casca diferiu com o aumento da temperatura e somente a amostra de casca seca a 70 °C não diferiu com o processo de maceração. Souza et al. (2008) encontraram, ao estudar a composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá, FDN no valor de 51,73 para a farinha comercial da casca do maracujá, valor este muito próximo aos das farinhas elaboradas com a casca macerada e seca a 80 °C e com a casca seca a 70 °C, na presente pesquisa.

Em relação à fibra em detergente ácido (FDA), que representa a celulose e a lignina, viu-se que tanto a maceração quanto o aumento da temperatura de secagem contribuíram para resultados mais elevados. As amostras de albedo macerado foram as únicas que diferiram pelo teste de Tukey. Souza et al. (2008) encontraram o valor de 41,67% de FDA na amostra de farinha comercial, menor apenas que os das amostras de albedo macerado analisadas neste estudo de 52,17 e 53,26 após secagem a 70 e 80 °C, respectivamente.

As farinhas também foram analisadas quanto à presença de minerais e foram encontrados macrominerais como o potássio (K), cloro (Cl), cálcio (Ca), fósforo (P) e enxofre (S), microminerais como o ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu), elementos traços como o estrôncio (Sr), elementos ultratraços como o bromo (Br), e ainda o rubídio (Rb) e o zircônio (Zr), seus respectivos valores se encontram na Tabela 4.11 para as amostras secas a 70 °C e 4.12 para as secas a 80 °C.

As farinhas elaboradas demonstraram abundância de minerais, especialmente em Potássio, Cloro e Cálcio, para ambas as temperaturas de secagem. O potássio, componente majoritário, é um importante regulador da atividade neuromuscular como, por exemplo, a fadiga, fraqueza, câibras e promoção do crescimento celular (MARQUES et al., 2010). Observou-se também que o valor de potássio encontrado nas

farinhas é bastante superior ao da própria polpa do maracujá descrito na TACO (NEPA, 2011) de 338 mg/100 g; logo, percebe-se a riqueza deste mineral na casca do maracujá.

**Tabela 4.11.** Teor de minerais encontrados nas farinhas elaboradas com o albedo e a casca integral do maracujá amarelo com e sem maceração, secos nas temperaturas de 70 °C

<b>Mineral</b>	<b>Amostras (mg/100 g)</b>			
	<b>A70</b>	<b>AM70</b>	<b>C70</b>	<b>CM70</b>
<b>K</b>	3737,45 a	2079,78 b	4205,51a	3934,52 a
<b>Cl</b>	977,28 bc	1472,15 ab	791,46 c	967,77 bc
<b>Ca</b>	798,39 ab	2007,39 a	610,07 b	638,93 b
<b>P</b>	152,69 a	101,66 ab	74,94 ab	73,23 ab
<b>S</b>	27,57 d	34,30 cd	52,59 ab	42,95 bc
<b>Fe</b>	36,16 a	28,52 ab	9,42 bc	19,95 abc
<b>Sr</b>	9,55 ab	11,49 a	4,42 b	6,88 ab
<b>Rb</b>	5,99 a	2,56 b	6,46 a	6,97 a
<b>Zn</b>	8,20 ab	8,70 a	2,96 bc	2,78 c
<b>Br</b>	4,30 b	6,07 ab	5,71 ab	8,15 a
<b>Mn</b>	7,03 a	9,01 a	-	-
<b>Cu</b>	4,15 a	2,94 ab	1,34 b	2,27 b
<b>Zr</b>	0,34 a	0,25 a	0,15 a	0,25 a

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 4.12.** Teor de minerais encontrados nas farinhas elaboradas com o albedo e a casca integral do maracujá amarelo com e sem maceração, secos nas temperaturas de 80 °C

Mineral	Amostras (mg/100 g)			
	A80	AM80	C80	CM80
<b>K</b>	3844,81 a	2556,85 b	4214,96 a	3995,08 a
<b>Cl</b>	1200,18 abc	1690,20 a	851,95 bc	996,69 bc
<b>Ca</b>	523,62 b	1326,08 ab	545,04 b	621,77 b
<b>P</b>	120,20 ab	83,92 ab	70,39 ab	67,72 b
<b>S</b>	42,81 bc	48,66 ab	55,80 a	48,62 ab
<b>Fe</b>	8,97 bc	22,33 abc	7,42 c	11,45 bc
<b>Sr</b>	5,05 ab	7,65 ab	3,84 b	5,17 ab
<b>Rb</b>	3,46 b	2,54 b	6,34 a	5,96 a
<b>Zn</b>	3,56 abc	6,23 abc	2,07 c	2,86 c
<b>Br</b>	4,25 b	6,89 a	6,11 ab	7,17 a
<b>Mn</b>	6,05 a	7,22 a	-	-
<b>Cu</b>	1,46 b	2,55 ab	1,27 b	1,42 b
<b>Zr</b>	0,57 a	0,40 a	0,13 a	0,25 a

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O processo de maceração elevou o conteúdo de alguns minerais como cloro, cálcio, estrôncio, bromo, manganês (este mineral não foi encontrado nas cascas) e reduziu outros importantes como o potássio e o fósforo. O teor de minerais, como enxofre e zinco, aumentou apenas nas amostras compostas por albedo macerado enquanto que o teor de ferro, cobre e zircônio, aumentou nas amostras constituídas por cascas maceradas; contudo, através do teste de Tukey notou-se que o teor de cálcio, enxofre, ferro, estrôncio, zinco, manganês, cobre e zircônio não sofreram diferença significativa causada pela maceração, em nenhuma das amostras.

Percebeu-se que a maior influência em relação ao teor de minerais ocorreu em função da temperatura de secagem, em que o aumento da mesma ocasionou redução no teor de cálcio, fósforo, ferro, estrôncio, rubídio, manganês e cobre, além de, em algumas amostras, zinco, bromo e zircônio, ampliando apenas o teor de potássio, cloro e enxofre; entretanto, se observou ao analisar o teste de Tukey, que não houve diferença significativa do teor de minerais com a mudança da temperatura, apenas ferro, rubídio e cobre diferiram mas somente na amostra de albedo.

Oliveira et al. (2015) encontraram, após secar a casca do maracujá a 60 °C na farinha produzida, minerais como potássio, cálcio, sódio, magnésio, ferro, cobre e zinco cujos valores foram: 4490, 226, 136, 109, 4,0, 1,2 e 1,2 mg/100 g respectivamente. Nota-se que o potássio também foi o mineral de destaque e que o valor obtido se aproxima dos obtidos para as farinhas elaboradas com a casca do maracujá em ambas as temperaturas de secagem de 4205,51 e 4214,96. Os valores de cálcio, ferro, cobre e zinco, são inferiores aos desta pesquisa.

Silva et al. (2016) obtiveram, ao produzir farinha com o albedo macerado do maracujá após secagem a 70 °C, teor de 1363,94, 314,27, 87,53, 43,44, 25,69, 21,58, 11,28 2,24 mg/100 g para cálcio, magnésio, potássio, fósforo, enxofre, ferro, zinco e cobre, respectivamente. Os valores de cálcio e ferro podem ser comparados aos desta pesquisa para a amostra de albedo macerado, porém seco a 80 °C, quando comparado às amostras secas com a mesma temperatura (70 °C) os valores são menores. A quantidade de enxofre se aproximou ao da amostra A70 mas sem maceração; já o valor de cobre foi próximo, especialmente ao da amostra CM70; entretanto, foi menor que o desta pesquisa para a mesma amostra. Os minerais potássio, fósforo e zinco foram menores.

## CONCLUSÕES

O rendimento de massa das amostras após as secagens foi baixo.

O modelo matemático de Page foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais nas secagens de todas as amostras. Pode-se, ainda, destacar que a amostra constituída por casca sem maceração e seca a 70 °C, apresentou os melhores resultados de R<sup>2</sup>, além de valores adequados de  $\chi^2$  nos quatro modelos.

Após as análises físico-químicas verificou-se que a maceração influenciou na redução do teor de atividade de água, lipídios e, em algumas amostras de umidade, cinzas, proteínas, carboidratos e FDN, porém elevou a luminosidade (L\*), alguns minerais como cloro, cálcio, estrôncio, bromo, manganês, além dos parâmetros de cor a\* e b\*, fibra bruta e FDA.

Em relação ao aumento da temperatura de secagem, observou-se que o mesmo reduziu os parâmetros de cor L\*, a\*, b\*, carboidratos e os minerais cálcio, fósforo, ferro, estrôncio, rubídio, manganês, cobre, além de em algumas amostras, zinco, bromo e zircônio, e elevou a atividade de água, cinzas, a maioria dos lipídios, proteínas, fibra bruta, FDN e FDA.

Os valores de pectina encontrados foram baixos em todas as farinhas.

Indica-se, como melhor alternativa, a farinha elaborada com a casca completa do maracujá sem maceração. A cor desta amostra apresentou maior luminosidade e tendência à cor amarela, característica da matéria-prima, importante na aceitação do consumidor final. Ainda obteve menor Aw e umidade; esses parâmetros garantem um tempo de vida de prateleira maior sem prejuízos com a conservação da farinha.

A temperatura recomendada para a secagem da casca é 80 °C, pois além de acelerar o processo de produção não afeta a composição centesimal da farinha, de acordo com o teste de Tukey.

## **SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS**

- Realizar análise de pectina das farinhas utilizando outras metodologias;
- Verificar se existe influência da maceração no gosto das farinhas através de análise sensorial;
- Incorporar a farinha como ingrediente de um produto alimentício e realizar análise sensorial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIKI, J.; RUGIERO, C.; TOLEDO, P. R. Aproveitamento de cascas desidratadas e sementes de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*, Deg.) na alimentação de frangos de corte. São Paulo: **Científica**, v. 5, n. 3, 343 p. 1977.

AKANBI, C.T.; ADEYEMI, R. S.; OJO, A. Drying characteristics and sorption isotherm of tomato slices. **Journal of Food Engineering**, v.73, n.2, p.157–163, 2006.

ALCÂNTARA, S. R.; SOUSA, C. A. B.; ALMEIDA, F. A. C.; 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.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farinhas**. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/portarias/354\\_96.htm](http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/portarias/354_96.htm)>. Acesso em: 18 jan. 2017.

ASSUNÇÃO, A. B.; PENA, R. S. Comportamento higroscópico do resíduo seco de camarão rosa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 786-793, 2007.

BERNACCI, L. C. (Coord.) Passifloraceae .In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM, T. S. (Ed.). **Flora fanerogâmica do estado de São Paulo**. São Paulo: RiMa, FAPESP, v. 3, p. 247-248, 2003.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A lipid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BROD, F. P. R. **Avaliação de um secador vibro-fluidizado**. 2003. 361 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola), Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2003.

BROWN R. C.; KELLEHER J.; LOSOWSKY M. S. The effect of pectin on the structure and function of the rat small intestine. **British Journal of Nutrition**, v. 42, p. 357-65, 1979.

CAMARGO, P.; MORAES, C.; SCHEMBEGER, A.; SANTOS, C. P.; SCHEMIN, M. H. C. Rendimento da pectina da casca do maracujá em seus estádios diferentes de maturação: verde, maduro e senescência. **Série em Ciência e Tecnologia de Alimentos: agroindústria, energia e meio ambiente**, v. 2, 9 ed. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2008.

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M.; ALVES, S. M.; FIGUÊIREDO, F. J. C. Aproveitamento do mesocarpo do maracujá na fabricação de produtos flavorizados. Belém. Comunicado Técnico 147, 2005.

CARVALHO-OKANO, R. M.; VIEIRA, M. F.; BRUCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. **Maracujá. Tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 33. 2001.

CAZARIN, C. B. B.; SILVA, J. K.; COLOMEU, T. C.; ZOLLNER, R. L.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, v. 44, n. 9, p.1699-1704, set, 2014.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de alimentos**. Embrapa Cerrados Planaltina, DF, 2010.

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

DEUS, G. I.; SILVA, M. S.; SOUZA, A. R. M.; SANTIAGO, R. A. C.; LU, D; L. Efeitos da temperatura de secagem nos teores de compostos cianogênicos totais da casca de maracujá. **Alimentação humana**, v. 20, n. 2 e 3, 2014.

DIAS, M. V.; FIGUEIREDO, L. P.; VALENTE, W. A.; FERRUA, F. Q.; PEREIRA, P. A. P.; PEREIRA, A. G. T.; BORGES, S. V.; CLEMENTE, P. R. Estudo de variáveis de processamento para produção de doce em massa da casca do maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 65-71, jan./mar., 2011.

DREHER, M. L. Foodindustry perspective: functional properties and food uses of dietary fiber. In: KRITCHEVSKY, D., BONFIELD, C., editores. **Dietary fiber in health & disease**. Minnesota: Eagan Press; p. 467-74, 1995.

DUFFY, S. J.; KEANEY JUNIOR, J. F.; HOLBROOK, M.; GOKCE, N.; SWERDLOFF, P. L.; FREI, B.; VITA, J. A. Short and long-term black tea consumption reverses endothelial dysfunction in patients with coronary artery disease. **Circulation**, v. 104, p. 151- 156, 2001.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2007.

ESPÍRITO-SANTO, A. P.; LAGAZZO, A.; SOUSA, A. L. O. P.; PEREGO, P.; CONVERTI, A.; OLIVEIRA, M. N. Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. **Food Research International**, v. 50, p. 224-231, 2013.

FALADE, K. O. OLUKINI, I.; ADEGOKE, G. O. Adsorption isotherm and heat of sorption of osmotically pretreated and air-dried pineapple slices. **European Food Research & Technology**, v. 218, n. 6, p. 540–543, 2004.

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

FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá-aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, 2004.

FERRAZ, J. V.; LOT, L. **Fruta para consumo *in natura* tem boa perspectiva de renda**. In: AGRIANUAL 2007: anuário da agricultura brasileira. Maracujá. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p. 387-388, 2007.

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.

FOUST, A. S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, C. W. **Principles of unit operations**, 2nd Ed., John Wiley & Sons Inc., 1980.

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: 5º Simpósio de Segurança Alimentar, Alimentação e Saúde, 2015, Bento Gonçalves, RS. Anais... Bento Gonçalves, RS: 2015.

FRIAS, A. D.; SGARBIERI V. C. Guar gum effects on blood serum lipids and glucose concentrations of wistar diabetic rats. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, p. 60-62, 1998.

FURMANIAK, S.; TERZYK, A. P.; GAUDEN, P. A.; RYCHLICKI, G. Applicability of the generalised D'Arcy and Watt model to description of water sorption on pineapple and other foodstuffs. **Journal of Food Engineering**, v. 79, n. 2, p. 718-723, 2007.

GALISTEO, M.; DUARTE, J. Z. A. Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. **Journal Nutrition Biochemistry**, v. 19, n. 2, p. 71-84, 2008.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, p. 200, 2000.

GODOY, R. C. B.; MATOS, E. L. S.; SANTOS, A. P.; AMORIN, T. S. Estudo de compotas e doces cristalizados elaborados com diferentes albedos cítricos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 95-108, 2005.

GOMES, C. Aproveitamento da casca do maracujá para fabricação de doces. *O Agrônomo*. São Paulo. **Ciência e Cultura**, v. 20, n. 2, 43 p. 1968.

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*). **Revista ACTA Tecnológica**, v. 5, n. 2, p. 116-125, 2010.

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

GUERTZENSTEIN, S. M. J. **Uso da casca de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, Deg) cv. amarelo com fonte de fibra solúvel na alimentação de ratos**

**diabéticos.**1998. 116 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

GUERTZENSTEIN S. M. J. e SABAA-SRUR A. U. O. Uso da casca do maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Deg.) cv amarelo como fonte de fibra na alimentação de ratos (*Rattus norvegicus*) normais e diabéticos. In: III Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 1999. Campinas. **Anais...** Campinas, 1999.

HENDERSON, S. M.; PABIS, S. Grain drying theory I. Temperature effect on drying coefficient. **Journal of Agriculture Engineering Research**, v. 6, n. 3, p. 169-174, 1961.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Culturas Temporárias e Permanentes 2010. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, v. 37, p.1-91, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Culturas Temporárias e Permanentes 2013. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, v. 40, p.1-102, 2013.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: IAL, 1994.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª edição, 1ª Edição Digital, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

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**, Guarapuava, v.9, n. 2, jul./dez., 2007.

KLIEMANN, E. **Extração e caracterização da pectina da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*)**. 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

LARRAURI, J. A.; RODRÍGUEZ, J. L. Características de los polvos obtenidos a partir de residuos de tomate. Informe Técnico. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Habana, Cuba, 1990.

VERNASA, M. G.; CHANG, Y. K.; STEEL, C. J. Efeito do teor de farelo de maracujá e da umidade e temperatura de extrusão no desenvolvimento de cereal matinal funcional orgânico. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 12, n. 2, p. 145-154, abr./jun. 2009.

LIRA FILHO, J. F. **Utilização da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis*, f. *Flavicarpa*, Degener) na produção de geleia**. 1995. 131 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, São Paulo, 1995.

LÓPEZ-VARGAS J. H.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidante properties of dietary fiber poder obtained from yellow passion fruit

(*Passiflora Edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, v. 51, p. 756-763, 2013.

LUPATINI, A. L.; FUDO, R. M.; MESOMO, M. C.; CONCEIÇÃO, W. A. C.; COUTINHO, M. R. Desenvolvimento de biscoitos com farinha de casca de maracujá amarelo e okara. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 13, n. 3, p. 317-329, 2011.

MADAMBA, P. S. Thinlayer drying models for osmotically pré-dried young coconut. **Drying Technology**, v. 21, n. 9, p. 1759-1780, 2003.

MAIA, S. M. P. C. **Aplicação da farinha do maracujá no processamento do bolo de milho e aveia para fins especiais**. Fortaleza: UFC, 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

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

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura de maracujá no Estado da Paraíba**. Portaria nº 388, de 22 de outubro de 2010.

MATSUURA, F. C. A. U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barras de cereais**. 2005. 138 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Alimentos na área de Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MEDEIROS, J. S.; DINIZ, M. F. F. M.; SRUR, A. U. O. S.; PESSOA, M. B.; CARDOSO, M. A. A.; CARVALHO, D. F. Ensaio toxicológicos clínicos da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*, f. *flavicarpa*), como alimento com propriedade de saúde. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 394-399, 2009.

MEDINA, J. C. **Alguns aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus produtos**. São Paulo-SP: ITAL, 1980. 296 p. ITAL. Frutas Tropicais, 10.

MELETTI, L. M. M. **Maracujá: produção e comercialização em São Paulo**. Campinas: IAC, 1996.

MELETTI, L.; MOLINA, M. **Maracujá: produção e comercialização**, Campinas, 120 p., 1999.

MELETTI, L. M. M.; BRÜCKNER, C. H. Melhoramento Genético. In: BRÜCKNER, C. H.; PICANÇO, M.C. Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 345-385, 2001.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 1.33, 2011.

MELETTI, L. M. M.; OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. **Maracujá**. Jaboticabal: FUNEP, 2010. (Série Frutas Nativas, 6).

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

MERTENS, D. R. Gravimetric Determination of Amylase-Treated Neutral Detergent Fiber in Feeds with Refluxing in Beakers or Crucibles: Collaborative Study. **Journal of AOAC International** v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MERTENS, D. R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: Simpósio Internacional em Bovinos de Leite, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, p. 25-36, 2001.

MILNER, J. A. Functional foods: the US perspective. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71 (Suppl): 1654S-1659S, 2000.

NASCIMENTO, W. M. O.; TOMÉ, A. T.; OLIVEIRA, M. S. P.; MÜLLER, C. H.; CARVALHO, J. E. U. Seleção de progênies de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora Edulis*F. Flavicarpa) quanto à qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, p. 186-188, 2003.

NEPA – NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. 4ª ed. Campinas: NEPA – UNICAMP, 161 p., 2011.

NICOLETTI, M. A. Fitoterapia: Curcumazedoaria (Christm) Roscoe, uma possibilidade terapêutica como antifúngico de uso tópico. **PharmBrasv**. 38, p. 89-91, 2003.

O'CALLAGHAN, J. R.; MENZIES, D. J.; BAILEY, P. H. Digital simulation of agricultural dryer performance. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.16, n.3, p. 223-244. 1971.

OLIVEIRA, C. F.; GURAK, P. D.; CLADERA-OLIVERA, F.; MARCZAK, L. D. F. Evaluation of physicochemical, technological and morphological characteristics of powdered yellow passion fruit peel. *International Food Research Journal*, v. 23, n. 4, p. 1653-1662, 2016.

OLIVEIRA, C. F.; GIORDANI, D.; GURAK, P. D.; CLADERA-OLIVEIRA, F.; MARCZAK, L. D. F. Extraction of pectin from passion fruit peel using moderate electric field and conventional heating extraction methods. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 29, p. 201-208, 2015.

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

OTAGAKI, K. K.; MATSUMOTO, H. Nutritive values and utility of passionfruit by products. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 6, n. 1, 1958. p. 54-57.

PAGE, G. E. **Factors influencing the maximum of air drying shelled corn in thin layer**. Purdue University, Índia, 1949. (Thesis Master's).

PARK, K. J.; MORENO, M. K.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra Bartlett. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001.

PEARSON, D. **The chemical analysis of foods**. Churchill Livingston Publishr, London, 9 ed., 1991. 604 p.

PEREIRA, J. **Tecnologia e qualidade de cereais: arroz, trigo, milho e aveia**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002.

PETRY, R. D.; REGINATTO, F.; PARIS, F.; GOSMANN, G.; SALGUEIRO, J. B.; QUEVEDO, J.; KAPCZIINSKI, F.; ORTEGA, G. G.; SCHENKEL, E. P. Comparative pharmacological study of hydroethanol extracts of *Passiflora alata* and *Passiflora edulis* leaves. **Phytother Research**, v. 15, p. 162-164, 2001.

PROSKY, L.; ASP, N. G.; SCHWEIZER, T. F.; DEVRIES, J. W.; FURDA, I. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 71, p. 1017-1024, 1988.

REOLON, C. A. **Fatores de influência nas características físico-químicas e minerais da casca do maracujá e seu aproveitamento na elaboração de doce**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2008.

RIBAS, A. I.; CÁNOVAS, G. V. B.; GARZA, S. G.; AÑÓ, V. G. **Métodos experimentales en la ingeniería alimentaria**. Zaragoza (Espanha): Acribia, p. 292, 2000.

RIBEIRO, I. A.; RIBEIRO, M. H. L. Naringin and naringenin determination and control in grapefruit juice by a validated HPLC method. **Food Control**, v. 19, p. 432-438, 2008.

RIZZI, L. C.; RABELLO, L. A.; MOROZINI FILHO, W.; SAVASAKI, E. T.; KAVATI, R.. Cultura do maracujá-azedo. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, SAA, 1998. 23 p. (Boletim Técnico, 235).

RUGGIERO, C. **Cultura do maracujazeiro**. Ribeirão Preto, São Paulo: Legis Summa, p. 250, 1987.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C.; DURIGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R.; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M. E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V. P. Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília, DF: EMBRAPA - SPI, 1996. 64 p. (Publicações técnicas frupex, 19).

SANDERS, M. E. Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v. 8, n. 5, p. 341-347, 1998.

SANDERSON, G. R. Polysaccharides in Foods. **Food Technology**, v. 35, p. 50-57, 1981.

SANTANA, F. C.; SILVA, J. V.; SANTOS, A. J. A. O.; ALVES, A. R.; WARTHA, E. R. S. A.; MARCELLINI, P. S.; SILVA, M. A. A. P. 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*). **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 3, p. 391-399, 2011.

SANTOS, A. A. O.; SANTOS, A. J. A. O.; ALVES, A. R.; SANTANA, F. C.; SILVA, J. V.; MARCELLINI, P. S. Elaboração de biscoitos a partir da incorporação de produtos da mandioca e casca de maracujá (*Passiflora edulis Flavicarpa*) na farinha de trigo. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 7, n. 8, p.1-7, 2011.

SANTOS, D. A. M. **Formulação de biscoito tipo cookie a partir da substituição percentual de farinha de trigo por farinha de casca de abóbora (*curcubitamaxima*) e albedo de maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*)**. 2013. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SCHNEEMAN, B. O. Dietary fiber: physical and chemical properties, methods of analysis, and physiological effects. **Food Technology**, v. 40, p. 104-110, 1986.

SILVA, E. C. O.; SILVA, W. P.; SILVA, E. T.; LOPES, J. D.; GUSMÃO, R. P. Obtenção e caracterização da farinha do albedo de maracujá (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*) para uso alimentício. **Revista Verde de agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 11, n.3, p. 69-74, 2016.

SILVA, N. C. **Desidratação de resíduos (composto por casca, semente, albedo, restos de polpa) do processamento de maracujá amarelo por diferentes metodologias**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

SILVA, W. P.; SILVA, C. M. D. P. S.; GAMA, F. J. A.; GOMES, J. P. Mathematical models to describe thin-layer drying and to determine drying rate of whole bananas. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 13, p. 67-74, 2014.

SILVA, N. Perspectiva do mercado internacional de alimentos funcionais. **Revista Engenharia de Alimentos**, Santa Catarina, n. 32, p. 34, 2000.

SILVA, D. J. E QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Universidade do Viçosa. 235 pp, 2002.

SILVA, A. S.; ALMEIDA, F. A. C.; LIMA, E. E.; SILVA, F. L. H.; GOMES, J. P. Drying kinetics of coriander (*Coriandrum sativum*) leaf and stem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.6, n.1, p.13-9, 2008.

SILVA, I. Q.; OLIVEIRA, B. C. F.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 2, p. 321-329, 2009.

SILVA, R. B. Riscos à saúde dos trabalhadores rurais: o cultivo de maracujá em pequenas comunidades rurais na Paraíba. In: XIII Jornada do Trabalho, 2012, Presidente Prudente, SP. **Anais...** Presidente Prudente, 2012.

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

SOUZA, V. F.; REBELLO, F. F. P.; REGO, J. O.; PENTEADO, A. L.; ASCHERI, J. L. R. Análise microbiológica e estabilidade de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz pelo processo de extrusão termoplástica. In: VI congresso latino americano e XII congresso brasileiro de higienistas de alimentos, Higiene Alimentar, v.27, n. 218/219, 2013 Encarte, Gramado RS. **Anais...** Gramado, 2013.

SPANHOLI, L.; OLIVEIRA, V. R. Utilização de farinha de albedo de maracujá (*passiflora edulis flavicarpa degener*) no preparo de massa alimentícia. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 599-603, 2009.

SPOLADORE, S. F.; BISSARO, C. A.; VIEIRA, T. F.; SILVA, M. V.; HAMINIUK, C. W. I.; DEMCZUK JUNIOR, B. Modelagem matemática da secagem de casca de maracujá e influência da temperatura na cor, compostos fenólicos e atividade antioxidante. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 5, n. 2, p. 17-25, 2014.

STONE, H.; SIDEL, J. L; **Sensory evaluation practices**; California-USA; Elsevier Academic Press; 2004.

TOLEDO, N. M. V. **Aproveitamento de subprodutos da industrialização do maracujá para elaboração de iogurte**. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado em ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

TROWELL, H. C. Diabetes mellitus and dietary fiber of starch foods. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 31, p. 53-62, 1978.

VIEIRA, C. F. S.; MARTINS, G. A. S.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S.; REGES, I. S. Utilização de farinha de casca de maracujá amarelo em bolo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11; p.1, 2010.

VIGGIANO, C. E. A segunda era de ouro da nutrição: alimentos funcionais. **Revista de Nutrição Profissional**, v. 1, p. 12-20, 2005.

VORAGEN, A. G. J. Technological aspects of functional foodrelated carbohydrates. **Trends in Food Science & Technology**, v. 9, n. 8, p. 328-335, 1998.

YALDIZ, O.; ERTEKIN, C.; UZUN, H. I. Mathematical modeling of thin- layer solar drying of sultana grapes. **Energy**, v. 26, p. 457-465, 2001.

YAPO, B. M. Pineapple and banana pectins comprise fewer homogalacturonan building blocks with a smaller degree of polymerization as compared with yellow passion fruit and lemon pectins: implication for gelling properties. **Biomacromolecules**, v. 10, n. 4, p. 717-721, 2009.

ZANOELO, E. F.; CELSO, G. M. D.; KASKANTZIS. Drying kinetics of mate leaves in a packed bed dryer. **Byosystems Engineering**, v. 96, n. 4, p. 487- 494, 2007.

ZIBADI, S.; WATSON, R. R. Passion fruit (*Passifloraedulis*): composition, efficacy and safety (Review). **Evid Based Integrative Med**, v. 3, p. 183-187, 2004.